

# ‘Rethink-Redefine-Redesign’

Een exploratief onderzoek naar de Nederlandse Circulaire Bouweconomie voor 2050



**Amsterdam School of Real Estate**

Auteur : Daniël (D.Q.) Spiessens  
Studie : Master of Real Estate (MRE)  
: Jaargang 2018-2020  
Datum : 08 december 2020  
Begeleider : Rodria Laline  
2<sup>e</sup> lezer : Wim van der Post

## Voorwoord

Voor u ligt mijn scriptie 'Rethink-Redefine-Redesign'. Deze scriptie is geschreven in het kader van mijn afstuderen aan de tweejarige opleiding Master of Real Estate (MRE), welke door mij is gevolgd aan de Amsterdam School of Real Estate (ASRE). In deze scriptie is exploratief onderzoek uitgevoerd naar een Nederlandse Circulaire Bouweconomie voor 2050. Deze scriptie is geschreven voor het topmanagement van de stakeholders in de bouw- en vastgoedsector die bezig zijn of zich gaan houden met circulair bouwen om zodoende de ambities van Europa en de Nederlandse Rijksoverheid op dit gebied te behalen.

Door de huidige COVID-19 crisis worden we nog extra gedwongen om na te denken of alles wat we doen in de huidige lineaire economie (LE) niet anders kan en beter moet. Wereldwijd komt men tot het besef dat het anders moet dan dat het zoals het in het verleden altijd is gegaan. Dit geldt voor verschillende sectoren, zo ook voor de bouw- en vastgoedsector. Het schrijven van deze scriptie heb ik als uiterst leerzaam en zeer uitdagend ervaren. Het heeft mijn kijk op de hedendaagse manier van vastgoedontwikkeling en bouwen doen veranderen. Ik ben er dan inmiddels ook van overtuigd dat het tijd is om opnieuw na te denken over de manier waarop gebouwen worden ontworpen en gebouwd en dat circulair te gaan denken en gebouwen te ontwerpen en te herdefiniëren als (tijdelijke) materiaalbanken een uitkomst is voor de huidige milieuproblemen en het overmatige en onnodige gebruik van grondstoffen.

Ik wil dan ook graag iedereen bedanken die daaraan heeft bijgedragen. In het bijzonder gaat mijn dank uit naar Rodria Laline van de ASRE voor de inspiratieve colleges en voor de inzichten die zij als afstudeerbegeleider tijdens de uitvoering van mijn onderzoek heeft aangereikt. Daarnaast wil ik Arthur Marquard van de ASRE bedanken voor de ondersteuning op het gebied van methodologie en kwantitatieve analyse. Ook Wim van der Post en Wendy Bult van de ASRE wil ik bedanken voor jullie hulp en positieve energie tijdens de afgelopen twee jaar. Mijn werkgever BOAG voor het mogelijk maken van deze exclusieve opleiding. Mijn familie en vrienden dank ik voor hun geduld en begrip. Graag wil ik mijn studiegenoten van de groep 2018-2020 bedanken voor de leuke en inspirerende momenten tijdens de opleidingsmiddagen, de studiereis naar Lissabon en ik kan dan ook niet wachten om de opleiding op een waardige manier af te sluiten in New York (of elders) en iets later in de Lutherse kerk te Amsterdam.

Daniël Spiessens

Rotterdam, 08 december 2020

## Managementsamenvatting

Op dit moment worden gebouwen ontworpen als permanente constructies en aan het eind van hun levensduur worden deze gesloopt en omgezet in afval. Dit veroorzaakt enorme milieuproblemen die steeds zichtbaarder worden in de maatschappij. Een reactie hierop wordt gegeven door circulair te gaan denken en gebouwen te ontwerpen en te herdefiniëren als (tijdelijke) materiaalbanken. Deze gedachtegang vindt zijn oorsprong in het concept van een Circulaire Economie. De ambitie van de Rijksoverheid is dat de Nederlandse bouwsector in 2050 volledig circulair is. Door de lange technische levensduur van gebouwen betekent dit voor de bouwsector dat er een versnelling (Pivot) op dit gebied nodig is om dit circulaire doel te behalen. Zonder deze versnelling (welke bestaat uit het wat, hoe, wie en waarom waarbij de klant de snelheid uiteindelijk bepaald) zal er weinig veranderen. In de praktijk betekent dit dat circulariteit moet worden meegenomen in bedrijfsmodellen, op grote schaal in de planvorming van nieuwe (circulaire) gebouwen en dat de bestaande vastgoedvoorraad circulair moet worden gerenoveerd dan wel verbouwd. Aan de 'push' zijde lijkt er voldoende beweging te zijn maar is er meer 'pull' nodig om alle partijen echt bij elkaar te krijgen. De vraag is dan ook: hoe krijgen we dit tijdig voor elkaar?

Het doel van dit onderzoek is om op basis van literatuur- en exploratief onderzoek inzicht te verkrijgen en te bieden in wat (smart input/waardecreatie) en hoe (smart output/waarde levering) de Nederlandse gebouwde omgeving voor 2050 volledig circulair gemaakt kan worden en wat hiervoor noodzakelijk geacht wordt door betrokken stakeholders. Door middel van literatuur-, kwalitatief en kwantitatief onderzoek wordt het onderzoeksgebied verkend en de hoofdvraag beantwoord, welke als volgt is gedefinieerd:

“Hoe maken we de Nederlandse gebouwde omgeving volledig circulair voor 2050?”

Om te komen tot een Nederlandse Circulaire Bouweconomie (CBE) voor 2050 is het van belang dat er een transitie gaat plaatsvinden van lineair naar circulair. Deze transitie begint met circulair denken en doen en vraagt om een andere manier van ontwerpen en gebouwen te herdefiniëren als (tijdelijke) materiaalbanken. Dit betekent dat bouwlagen van elkaar los gehouden moeten worden zodat het terugwinnen van materialen aan het einde van de levensduur mogelijk wordt gemaakt. Om tot een volledige CBE te komen moeten er (nieuwe) circulaire gebouwen worden gemaakt. Om tot een circulair gebouw te komen moet circulariteit dus worden meegenomen in het gehele vastgoedontwikkelingsproces. Dit kan bereikt worden door een combinatie van circulair materiaalgebruik en circulair ontwerp. Circulair materiaalgebruik is bedoeld om materiaaldegradatie te voorkomen en mogelijkheden te bieden voor materiaalregeneratie om zodoende de materiaalwaarde te beschermen en te behouden. In tegenstelling tot een traditioneel gebouw is een circulair gebouw niet het resultaat van een bouwproces maar van een logistiek (assemblage) proces. Dit houdt in dat er in een vroeg stadium van het vastgoedontwikkelingsproces nagedacht wordt over 'hoe' het circulaire gebouw in gestandaardiseerde elementen wordt opgebouwd en op den duur weer wordt gedemonteerd of gerepareerd. Doordat een circulair gebouw uit vele honderden producten, materialen en componenten bestaat is het nodig om deze allemaal te registreren zodat deze producten, materialen en componenten een identiteit krijgen. Met behulp van het materialenpaspoort krijgen materialen een identiteit en wordt het terugwinnen van materialen bij de sloop of demontage veel eenvoudiger en daardoor kunnen deze producten, materialen en componenten worden hergebruikt in andere vastgoedprojecten. Dit betekent voor producten die modulair, op grote schaal aanpasbaar en cyclisch zijn dat er een ondersteunend CBM nodig is dat het verkleinen, vertragen en sluiten van de (materiaal)kringlopen stimuleert. Circulaire bedrijfsmodelinnovatie (CBMI) wordt gezien als potentiële driver voor de transitie naar een Circulaire Economie (CE). Door te heroverwegen hoe een bedrijf waarde creëert, levert en vastlegt, kan innovatie van BM een holistische benadering zijn

om de logica van waardecreatie van een bedrijf in overeenstemming te brengen met de principes van een CE. Uit het exploratief onderzoek is gekomen dat de markt (respondenten van het onderzoek) van mening zijn dat de thema's: 'samenwerking', 'eenduidige manier van meten' en 'gebouwpaspoort' als belangrijk worden geacht om te komen tot een Nederlandse CBE in 2050. Om te komen tot een volledig Nederlandse CBE is het dus nodig om de hedendaagse lineaire manier van bouwen te heroverwegen (Rethink), te herdefiniëren (Redefine) en gebouwen zodanig te herontwerpen (Redesign).

Hoewel deze scriptie verschillende inzichten heeft geleverd, moeten de bevindingen ervan met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd, rekening houdend met de beperkingen van het onderzoek. Onderzoeksbependingen zoals dat er een 'eigen' dataset was gecreëerd op basis van 63 respondenten welke doelgericht, op basis van vooraf opgestelde selectiecriteria, zijn benaderd. Op basis van het verrichte onderzoek, rekening houdend met de onderzoeksbependingen, zijn de volgende praktische aanbevelingen geformuleerd:

1. Materialenpaspoort: het verdient de aanbeveling aan de overheid om te onderzoeken of het materialenpaspoort voor nieuwbouw verplicht gesteld moet worden. Mogelijk kan dit in combinatie met het verplicht stellen dat gebouwen demontabel moeten zijn.
2. Aan de verschillende stakeholders die actief zijn in de bouw- en vastgoedsector is het aan te bevelen om nu echt met circulariteit aan de gang te gaan. Aan klanten en afnemers is het aan te bevelen om ook te vragen om circulaire gebouwen en dit dus mee te nemen in de uitvraag aan de "markt".
3. Meten van circulariteit: het verdient de aanbeveling aan de overheid om dit verder te onderzoeken en dit te implementeren op basis van open standaarden zodat data uitwisselbaar zijn.
4. Bij sloop-nieuwbouw projecten is aan te bevelen om te verplichten aan de initiatiefnemers dat zij de circulaire potentie van het te slopen gebouw onderzoeken zodat, als dit mogelijk is, dit meegenomen kan worden in de verdere planontwikkeling.
5. Een circulaire vraagt om nieuwe samenwerkingsmodellen, verdienmodellen en onderliggende innovatieve contracten. Het verdient de aanbeveling aan marktpartijen om dit verder met elkaar te onderzoeken en te starten met pilotprojecten.

Uit dit onderzoek zijn er meerdere bevindingen gekomen die een vervolgonderzoek waard zijn. De vijf belangrijkste hiervan worden hieronder behandeld.

1. De thema's: 'samenwerking' en 'eenduidige manier van meten' worden door de respondenten als belangrijk geacht om te komen tot een CBE. Het verdient in het bijzonder de aanbeveling om op deze twee gebieden nader onderzoek te verrichten.
2. Er zijn 8 thema's die door de respondenten als minder van belang geacht maar kwamen uit het literatuur en kwalitatief onderzoek als zijnde belangrijk naar voren. Doordat de toets is uitgevoerd op basis van een zeer beperkte steekproef is het ook niet te stellen dat deze thema's niet relevant zijn om te komen tot een Nederlandse Circulaire Bouweconomie. Er kan namelijk ook een onderlinge relatie zijn tussen de verschillende thema's die op dit moment nog onvoldoende zijn belicht en onderzocht in dit onderzoek. Het verdient daarom de aanbeveling om deze gebieden (separaat) nader te onderzoeken.
3. Blockchain zou een belangrijk rol kunnen vervullen om de transitie naar een CBE te bevorderen. Het verdient in het bijzonder de aanbeveling om dit nader te onderzoeken.
4. Een CE heeft invloed op het bedrijfsmodel van de stakeholders. Het is echter onzeker hoe dit bedrijfsmodel moet worden gestructureerd, zeker als het eigendom verschuift naar gebruik en daarmee de restwaarde van het vastgoedobject voor de vastgoedfinancier niet 100% duidelijk is. Het vraagstuk omtrent fiscaliteit en financiering i.c.m. het juridische eigendom zou

onderzocht kunnen worden zodat binnen het fiscaal en economisch recht onderzocht kan worden hoe de transitie naar een CBE bevorderd kan worden.

5. Deze studie focust zich volledig op de techno-cyclus, maar het belang van de bio-cyclus moet in de toekomst niet onderschat worden. De reden hiervan is dat giftige, vervuilde of besmette materialen niet thuis horen in een Circulaire Bouweconomie. Het is aan te bevelen om te onderzoeken wat de kansen zijn voor de bio-cyclus en hoe het gebruik van toxische materialen kan worden voorkomen.

In hoofdstuk 7 wordt dieper ingegaan op de conclusies en worden ook de deelvragen beantwoord. In dit hoofdstuk wordt ook een persoonlijke en methodologische reflectie gegeven op het verrichte onderzoek.

## Inhoudsopgave

Voorwoord .....	2
Managementsamenvatting .....	3
Lijst van afkortingen .....	8
1. Inleiding .....	9
1.1 Introductie en aanleiding .....	9
1.2 Probleemstelling.....	10
1.3 Doelstelling.....	11
1.4 Hoofdvraag en deelvragen .....	11
1.5 Relevantie.....	12
1.6 Onderzoeksmethoden: kwalitatief en kwantitatief .....	12
1.7 Leeswijzer .....	14
<b>Literatuuronderzoek</b> .....	15
2. Circulaire economie.....	16
2.1 CE Concept & karakteristieken.....	16
2.2 Definitie(s) CE & kernprincipes.....	18
2.3 Waardecreatie: verschil CE met een LE.....	20
2.4 Voordelen van een CE .....	21
2.5 Samenvatting.....	22
3. Circulariteit in de gebouwde omgeving .....	24
3.1 Definitie gebouwde omgeving .....	24
3.2 Toepassen van CE denken in de gebouwde omgeving .....	24
3.3 Industrieel- en modulair bouwen.....	30
3.4 Hergebruik: circulaire materiaal- en communicatiestromen.....	31
3.5 Knelpunten bij hergebruik van materialen en componenten.....	34
3.6 Samenvatting.....	35
4. Circulaire bedrijfsmodellen (CBM) .....	37
4.1 Introductie CBM .....	37
4.2 CBM en de rol van retourlogistiek.....	38
4.3 Circulaire bedrijfsmodelinnovatie (CBMI).....	44
4.4 CBM-implementatie en -transformatie.....	49
4.5 Samenvatting.....	53
<b>Exploratief onderzoek</b> .....	56
5. Exploratief onderzoek I: Kwalitatieve analyse .....	57
5.1 Interview.....	57
5.2 Resultaten en veronderstellingen .....	57

6.	Exploratief onderzoek II: Kwantitatieve analyse .....	61
6.1	Respondenten .....	61
6.2	Beschrijvende en verklarende statistiek enquête .....	61
	Veronderstelling 1: Samenwerking .....	62
	Veronderstelling 2: Manier van denken en leiderschap .....	63
	Veronderstelling 3: Klanten en klanttevredenheid .....	64
	Veronderstelling 4: Industrieel- en modulair bouwen .....	64
	Veronderstelling 5: Talent en skills .....	65
	Veronderstelling 6: Eenduidige manier van meten.....	65
	Veronderstelling 7: Benutten circulaire potentie .....	66
	Veronderstelling 8: Gebouwpaspoort.....	66
	Veronderstelling 9: Managen van materialen- en informatiestromen.....	67
	Veronderstelling 10: Teveel barrières.....	67
	Veronderstelling 11: Haalbaarheid Circulaire Bouweconomie 2050 .....	68
	Veronderstelling 12: Paris Proof Commitment .....	68
6.3	Samenvatting resultaten .....	70
7.	Conclusie, aanbevelingen en reflectie.....	72
7.1	Inleiding .....	72
7.2	Conclusies.....	72
7.3	Aanbevelingen.....	76
	Onderzoeksbependingen .....	76
	Praktische aanbevelingen.....	76
	Aanbevelingen voor eventueel vervolgonderzoek.....	77
7.4	Reflectie.....	78
	Methodologische reflectie .....	78
	Persoonlijke reflectie.....	79
	Bibliografie .....	81

Bijlagen, in een apart document:

Bijlage A: Leiderschap kwadranten model (LQM)

Bijlage B: CBM-karakteristieken

Bijlage C: Circulaire materiaalstromen

Bijlage D: Materialenpaspoort

Bijlage E: Interview

Bijlage F: Vragenlijst enquête

Bijlage G: Kwantitatieve onderzoeksresultaten

## Lijst van afkortingen

AS-MFA	: Activity-based Spatial Material Flow Analysis
BM	: Bedrijfsmodel
BMI	: Bedrijfsmodel innovatie
Bol	: Begin of life
CBM	: Circulair bedrijfsmodel
CBMI	: Circulaire bedrijfsmodel innovatie
CBo	: Circulair bouwen
CBE	: Circulaire bouweconomie
CE	: Circulaire economie
DfC	: Design for Circularity
DfD	: Design for disassembly
EC	: Europese Commissie
EMF	: Ellen MacArthur Foundation
Eol	: End of life
EU	: Europese Unie
LBM	: Lineair bedrijfsmodel
LE	: Lineaire Economie
MFA	: Material Flow Analysis
Mol	: Middle of life
SDG	: Sustainable Development Goals
TCB	: Transitieagenda Circulaire Bouweconomie



## 1. Inleiding

Het is tijd om opnieuw na te denken over de manier waarop gebouwen worden ontworpen en gebouwd. Op dit moment worden gebouwen ontworpen als permanente constructies en aan het eind van hun levensduur worden deze gesloopt en omgezet in afval. Dit veroorzaakt enorme milieuproblemen die steeds zichtbaarder worden in de maatschappij. Een reactie hierop wordt gegeven door circulair te gaan denken en gebouwen te ontwerpen en te herdefiniëren als (tijdelijke) materiaalbanken. Deze gedachtegang vindt zijn oorsprong in het concept van een Circulaire Economie.

### 1.1 Introductie en aanleiding

Een Circulaire Economie (CE) is een economisch model dat de focus legt op technieken en bedrijfsmodellen om materialen en resources zo lang als mogelijk is, idealiter eeuwig, in gesloten cycli te houden. Het concept van een CE beschrijft een economie met gesloten (materiaal)kringlopen. Het sluiten van (materiaal)kringlopen wordt gezien als de oplossing voor de economische, sociale en milieuproblemen die de toenemende vraag naar natuurlijke hulpbronnen in het huidige lineaire economische systeem met zich meebrengt. In de Lineaire Economie (LE) worden grondstoffen gewonnen, omgezet in producten, geconsumeerd en aan het einde van hun levensduur worden deze vernietigd. Het concept van een CE is niet perse nieuw maar een vervolg op eerdere duurzaamheidsconcepten zoals 'people, planet, profit' (Elkington, 1994), 'Cradle to Cradle' (McDonough & Braungart, 2002) en de 'Performance Economy' (Stahel, 2010). Deze duurzaamheidsconcepten hebben de basis gelegd voor het concept van een CE. Dit concept kreeg veel aandacht van bedrijven, overheden, wetenschappers en andere organisaties toen de Ellen MacArthur Foundation (EMF) diverse artikelen publiceerde met daarin de (economische) kansen van een CE benoemd (EMF, 2012, 2013, 2014, 2015). De EMF definieert het concept van een CE als volgt:

"A circular economy is an industrial system that is restorative or regenerative by intention and design. It replaces the end-of-life concept with restoration, shifts towards the use of renewable energy, eliminates the use of toxic chemicals, which impair reuse and return to the biosphere, and aims for the elimination of waste through the superior design of materials, products, systems and business models". (EMF, 2013).

In Nederland en Europa wordt de urgentie van een transitie naar een CE opgemerkt door politici, het bedrijfsleven en de wetenschap. In Nederland is een rijksbrede visie opgesteld welke is verwerkt in het 'Rijksbrede Programma Circulaire Economie' (Rijksoverheid, 2016) en voor de EU liggen er verschillende concrete ambities voor het werken aan een CE. De Europese Commissie (EC) heeft in 2015 een nieuw actieplan om de overgang van Europa naar een CE te stimuleren goedgekeurd. Eind 2019 stelde de EC dat de maatregelen uit het actieplan voor de CE in uitvoering zijn waardoor er een basis is om te starten. De 54 acties van het actieplan zijn uitgevoerd of worden momenteel uitgevoerd. In de periode 2016-2020 is er door de EC in totaal meer dan €10 miljard aan financiering verstrekt (EC, 2019). De Nederlandse Rijksoverheid heeft de ambitie uitgesproken dat de Nederlandse Economie in 2050 volledig circulair moet zijn. Deze ambitie is verwerkt in het Rijksbrede Programma Circulaire Economie (Rijksoverheid, 2016). In dit programma zijn vijf sectoren geselecteerd waarin veel winst behaald kan worden middels de CE. Deze sectoren zijn: consumentengoederen, kunststoffen, biomassa en voedsel, maakindustrie en de bouw. Elke sector heeft zijn eigen transitieteam. Dit team bestaat uit vertegenwoordigers van de overheid, bedrijfsleven en andere maatschappelijke partijen. Eind 2018 is een Transitieteam Circulaire Bouw Economie ingericht en zijn zij gestart met het uitvoeren van het plan. Het plan heeft als einddoel een volledig Circulaire Bouweconomie in 2050. (Nelissen, 2019).

Circulariteit heeft verschillende voordelen voor de wereldwijde en Nederlandse economie. Wereldwijd zou de economie \$2 triljoen per jaar kunnen profiteren van een effectiever grondstofbeheer. Dit komt omdat de kosten van grondstoffen substantieel zullen afnemen, terwijl het werkgelegenheid en innovaties bevordert. Een CE kan voor Nederland € 7 miljard groei aan BNP opleveren en zou kunnen leiden tot 50.000 extra banen. Daarnaast wordt de ecologische voetafdruk sterk verlaagd doordat de CO<sub>2</sub> uitstoot met ca. 10% wordt verlaagd, het watergebruik met 20% en de import van grondstoffen met 25% (Rood & Hanemaaijer, 2017). Op dit moment is de Nederlandse Economie voor ongeveer 24,5% circulair (Circle Economy, 2020). Om naar een 100% CE te gaan voor 2050 kan de Nederlandse bouwsector een aanzienlijke bijdrage leveren. Wereldwijd verbruikt de bouwsector ongeveer 40% van de natuurlijke hulpbronnen, produceert 40% van het wereldwijde afval en 39% van de wereldwijde CO<sub>2</sub>-emissies. (World Green Building Council, 2019). Het sluiten van (materiaal)kringlopen in de bouwsector zou de kosten van materiaal en de milieu-impact significant verlagen en daarbij bijdragen aan de circulaire ambities van Nederland en Europa.

## 1.2 Probleemstelling

Door de groeiende behoefte aan energie en grondstoffen staat de aarde onder grote druk. Dit moet veranderen. De bouwsector heeft hier een belangrijk aandeel in en staat daarom voor een grote noodzakelijke omslag. Een transitie van een lineaire- naar een circulaire bouweconomie. Dit betekent dat gebouwen zo moeten worden ontwikkeld dat de gebruikte materialen en grondstoffen maximaal hoogwaardig herbruikbaar zijn en er geen fossiele energiebronnen meer worden gebruikt. Daarbij is het van belang dat de ecosystemen niet verder worden aangetast (Nelissen., et al., 2019).

Sinds de publicatie van de EMF over de (economische) kansen van een CE is het aantal wetenschappelijke publicaties over de CE het afgelopen decennium meer dan vertienvoudigd (Geissdoerfer et al., 2017), zijn er tientallen verschillende wetenschappelijke definities gepubliceerd (Kirchherr et al., 2017) en zijn er diverse wetenschappelijke tools verschenen en geëvalueerd (Bocken et al., 2019; Van Stijn & Gruis, 2019; Leising et al., 2018). Wetenschappelijk onderzoek gericht op een CE is snel gegroeid en lijkt veelbelovend om een duurzame transitie te stimuleren echter ontbreekt het aan wetenschappelijk onderzoek naar “hoe” dergelijke veranderingen moeten worden geïmplementeerd (Bocken, 2020).

Medio 2020 is er in de gebouwde omgeving nog weinig veranderd. Gebouwen worden nog steeds ontworpen en gebouwd volgens de principes van een LE. Daarbij wordt nog steeds gebruik gemaakt van veel en niet hernieuwbare materialen. Hierdoor eindigen gebouwen aan het eind van hun technische levensduur als afval waardoor dit ook nog in de toekomst zijn impact zal hebben op het milieu (Acharya et al., 2018; Pomponi & Moncaster, 2017;). Hierom wordt er door diverse wetenschappelijke onderzoekers en de Nederlandse Overheid gepleit om de transitie te maken naar een Circulaire Bouweconomie (Nelissen et al., 2018; Azcarate et al., 2018; Rios & Grau, 2019; Hart et al., 2019). De verschuiving naar dit nieuwe economische model vereist echter systematische innovatie waarbij gebouwen worden ontworpen en gebouwd volgens de principes van een CE, waarbij de hele bouwketen omschakelt naar het gebruik van materialen en componenten die herbruikbaar of hernieuwbaar zijn. Om dit mogelijk te maken moeten alle betrokken in de bouw op zoek naar nieuwe manieren van samenwerken en is het noodzakelijk dat bedrijven circulariteit gaan introduceren in hun bedrijfsmodel om zodoende de overstap te kunnen maken naar een circulair bedrijfsmodel (CBM) (Heesbeen, 2020; Manninen et al., 2018; Frishammar & Parida, 2018; Bocken, 2020). In de wetenschappelijke literatuur zijn echter een relatief laag aantal voorbeelden van succesvolle CBM voor de bouwsector beschikbaar (Munaro et al., 2020; Adams, 2017) en heeft de sector moeite om CBM te implementeren (Heesbeen, 2020). Ondanks de vele voordelen zijn er ook factoren die de ontwikkeling naar een circulaire bouwsector belemmeren. De bouwsector transformeert in een langzaam tempo

naar een volledige circulaire sector (Nelissen et al., 2019). Dit komt mede door de kenmerken van de sector en het traditionele bouw- en ontwikkelingsproces. Deze kenmerken zijn o.a.:

- Een lange technische levensduur;
- Veel betrokken partijen en stakeholders;
- Een gebouw bestaat uit vele honderden componenten die dynamisch in ruimte en tijd in elkaar inwerken (Hart et al., 2019).

Daarbij is het onduidelijk wat circulair bouwen nu eigenlijk betekent. Vaak wordt circulariteit nog als synoniem gebruikt voor alleen recycling en hergebruik. In de Transitieagenda Circulaire Bouweconomie is de scope van circulair bouwen echter veel breder gedefinieerd. Daarbij spelen er nog diverse juridische, financiële en organisatorische knelpunten tussen de betrokken stakeholders en ontbreekt het bij opdrachtnemers aan praktijkervaring (Nelissen et al., 2019).

Bovenstaande leidt tot de volgende probleemstelling/onderzoekshypothese:

De ambitie van de Rijksoverheid is dat de Nederlandse bouweconomie in 2050 volledig circulair is. Door de lange technische levensduur van gebouwen betekent dit voor de bouwsector dat er een versnelling (Pivot) op dit gebied nodig is om dit circulaire doel te behalen. Zonder deze versnelling (welke bestaat uit het wat, hoe, wie en waarom waarbij de klant de snelheid uiteindelijk bepaald) zal er weinig veranderen. In de praktijk betekent dit dat circulariteit moet worden meegenomen in bedrijfsmodellen, op grote schaal in de planvorming van nieuwe (circulaire) gebouwen en dat de bestaande vastgoedvoorraad circulair moet worden gerenoveerd dan wel verbouwd. Aan de 'push' zijde lijkt er voldoende beweging te zijn maar is er meer 'pull' nodig om alle partijen echt bij elkaar te krijgen. De vraag is dan ook: hoe krijgen we dit tijdig voor elkaar?

### 1.3 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is om op basis van literatuur- en exploratief onderzoek inzicht te verkrijgen en te bieden in wat (smart input/waardecreatie) en hoe (smart output/waarde levering) de Nederlandse gebouwde omgeving voor 2050 volledig circulair gemaakt kan worden en wat hiervoor noodzakelijk geacht wordt door betrokken stakeholders. Door middel van literatuur-, kwalitatief en kwantitatief onderzoek wordt het onderzoeksgebied verkend en de hoofdvraag beantwoord.

### 1.4 Hoofdvraag en deelvragen

De centrale vraag in het onderzoek is als volgt gedefinieerd:

“Hoe maken we de Nederlandse gebouwde omgeving volledig circulair voor 2050?”

Om antwoord te kunnen geven op de centrale vraag worden eerst onderstaande deelvragen beantwoord:

#### **Literatuuronderzoek:**

- a) Wat is een circulaire economie (CE) en op welke principes is deze gebaseerd?
- b) Hoe kunnen de principes van een CE worden toegepast in de bouw en hoe maak je, op grote schaal, circulaire gebouwen?
- c) Hoe kunnen gevestigde bedrijven in de bouw- en vastgoedsector de principes van een CE toepassen in hun bedrijfsmodellen en hoe ziet de implementatie en transformatie van een lineair naar een circulair bedrijfsmodel (CBM) eruit?

#### **Exploratief onderzoek:**

- d) Zijn gevestigde bedrijven in de bouw- en vastgoedsector bezig met een Circulaire Bouweconomie (CBE) en zijn zij bekend met de circulaire ontwerpprincipes?
- e) Welke thema's zijn van belang om te komen tot een CBE en denkt de markt dat het doel van 2050 haalbaar is?
- f) Welke aanbevelingen kunnen worden gedaan om de transitie naar een CBE te versnellen en te verbeteren?

## 1.5 Relevantie

Zoals terug te lezen in H1.1, is het onderwerp vanuit maatschappelijk en wetenschappelijk oogpunt zeer relevant. Op dit moment is de Nederlandse Economie voor ongeveer 24,5% circulair (Circle Economy, 2020). Om naar een 100% CE te gaan voor 2050 kan de Nederlandse bouwsector, als grootste grondstofgebruiker en afvalproduceerder, een aanzienlijke bijdrage leveren. Het sluiten van kringlopen in de bouwsector zou de kosten van materiaal en de milieu-impact significant verlagen en daarbij bijdragen aan de circulaire ambities van Nederland, Europa en aan het bereiken van de 'Sustainable Development Goals' (SDG) van de EU (Schroeder et al., 2018).

Wetenschappelijk gezien is er in de afgelopen jaren veel onderzoek gedaan naar wat een CE inhoudt. Echter zijn veel wetenschappelijke bijdragen conceptueel van aard en richten zij zich op "wat" (smart input/waardecreeatie) voor veranderingen er nodig zijn. Wetenschappelijk onderzoek naar "hoe" (smart output/waarde levering) dergelijke veranderingen moeten worden geïmplementeerd in de bouwsector ontbreekt (Bocken, 2020). De ambitie van de Rijksoverheid blijft dat de Nederlandse economie voor 2050 volledig circulair is. Dit onderzoek wil hieraan een wetenschappelijke bijdrage leveren.

## 1.6 Onderzoeksmethoden: kwalitatief en kwantitatief

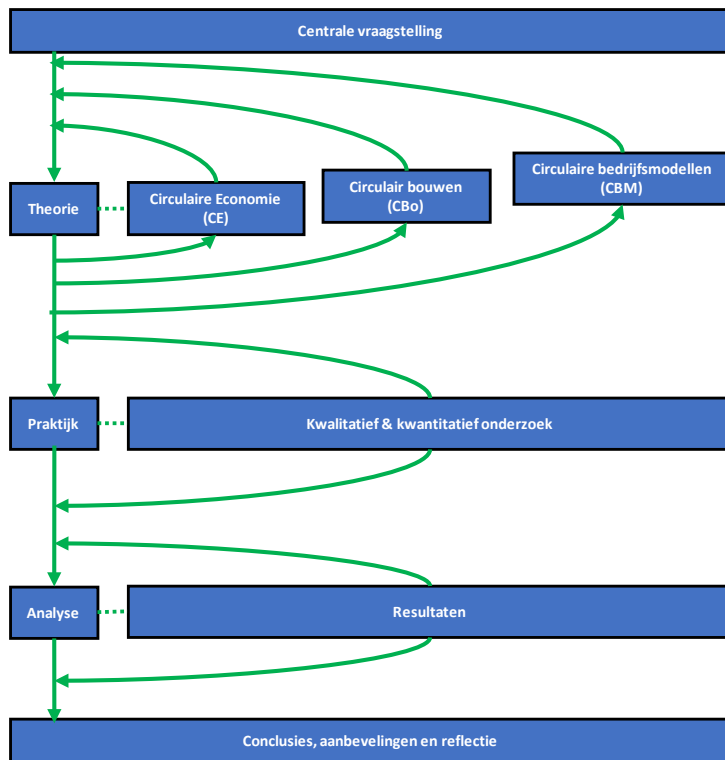
Dit is een exploratief onderzoek. Om een goed begrip te krijgen van het onderwerp in de wetenschappelijke context is een literatuurstudie verricht. De bronnen zijn onder meer worden gevonden in (internationale) wetenschappelijke publicaties, -journals en -boeken. Om de kwaliteit van de bron- en de wetenschappelijke status te garanderen worden er enkel recente wetenschappelijke publicaties geraadpleegd. Tijdens het schrijven van dit onderzoek is informeel gesproken met een aantal mensen van het Circular Built Environment lab (TU Delft). Naar aanleiding hiervan is hoofdstuk 1 aangescherpt en is recente wetenschappelijke literatuur aan de hoofdstukken 2 t/m 4 toegevoegd.

Het exploratieve gedeelte van het onderzoek bestaat uit een kwalitatief gedeelte en een kwantitatief gedeelte:

1. Kwalitatief: Semigestructureerd diepte-interview.
2. Kwantitatief: Enquête, niet-parametrische toetsen in Stata.

Op basis van het literatuuronderzoek zijn de onderwerpen en vragen geformuleerd voor het semigestructureerde diepte-interview (Van der Velde et al., 2018). De kwalitatieve data zijn geanalyseerd en gebruikt om veronderstellingen (hypothesen) op te stellen. Deze veronderstellingen zijn verwerkt in een enquête welke aan 63 experts is voorgelegd. De genereerde data zijn vervolgens geanalyseerd in Stata door het uitvoeren van diverse niet-parametrische toetsen. De resultaten uit de analyse zijn beschreven in hoofdstuk 6. Het onderzoek sluit af met een conclusie, reflectie en aanbevelingen zoals omschreven in hoofdstuk 7.

Het onderstaande model geeft de structuur van het onderzoek weer:



FIGUUR 1: VISUALISATIE ONDERZOEKSMODEL (EIGEN BEWERKING)

Het onderzoek zal zich beperken tot de volgende scope: wetenschappelijke literatuur omtrent het concept van een CE is onderzocht voor vele sectoren. In dit onderzoek staat de Nederlandse bouwsector centraal, naar andere sectoren zal minder worden gekeken. In een CE circuleren materialen in twee aparte kringlopen: de bio-cyclus en de techno-cyclus. Doordat de meeste producten, materialen en componenten behoren tot de techno-cyclus wordt er in dit onderzoek met name naar hiernaar gekeken. Er bestaan verschillende soorten vastgoed: woningen, kantoren, winkels, etc. In dit onderzoek wordt daar geen onderscheid in gemaakt een 'circulair gebouw' kan dus een circulair (woon)gebouw zijn maar ook een circulair (kantoor)gebouw.

Voor het exploratief onderzoek zijn ook specifieke criteria gesteld aan de respondenten. Deze criteria zijn terug te vinden in hoofdstuk 5 en 6.

Met betrekking tot dataverzameling zijn een viertal betrouwbaarheidscriteria van belang. Het betreft: constructvaliditeit, interne validiteit, externe validiteit en betrouwbaarheid.

### Constructvaliditeit

De constructvaliditeit is vergroot door vanuit verschillende invalshoeken te kijken (datatriangulatie). Het transcript van het interview en de conclusies uit het kwantitatieve onderzoek zijn teruggekoppeld aan de respondenten en daarnaast door de onderzoeker voortdurend kritisch bekeken.

### Interne validiteit

Voor het exploratief onderzoek is gebruik gemaakt van verschillende methoden van dataverzameling. Het betreft literatuuronderzoek, diepte-interview (kwalitatief) en een statistisch onderzoek (kwantitatief). Om de interne validiteit te bewaken is er gebruik gemaakt van een vooraf opgestelde interviewgids. Het interview is volledig woordelijk getranscribeerd en gecodeerd (Van der Velde et al., 2018). Doordat deze methoden en bronnen in dit onderzoek tegelijkertijd worden toegepast wordt beperkte triangulatie bereikt (Verhoeven, 2018).

### **Externe validiteit**

De externe validiteit heeft betrekking op de generaliseerbaarheid van het onderzoek. Hiermee wordt inzicht gegeven in de mate waarin de conclusies van het onderzoek ook van toepassing zijn op de gehele populatie. Om een onderzoek te kunnen generaliseren zijn er minimaal 50 respondenten nodig. De enquête is door 63 respondenten ingevuld en voldoet daarom aan het minimumaantal benodigde respondenten. De respondenten zijn daarnaast doelmatig geselecteerd, gebaseerd op diverse criteria en vereisten, in de veronderstelling dat het individu over relevante informatie beschikt met betrekking tot het onderzoeksgebied.

### **Betrouwbaarheid**

Bij de betrouwbaarheid gaat het om de deugdelijke uitvoering van het van het onderzoek. Wanneer het onderzoek herhaald zou worden dienen dezelfde onderzoeksresultaten naar voren te komen. Het semigestructureerde diepte-interview is volledig woordelijk getranscribeerd en gecodeerd en vervolgens systematisch door de onderzoeker uitgewerkt en geanalyseerd. Van alle stappen in het onderzoek en de keuzes die daarbij zijn gemaakt is nauwkeurig een verslag gemaakt. Er is inzicht gegeven in de interview- en enquêtevragen en welke literatuur en documenten zijn gebruikt. Zodoende kan het onderzoek “eenvoudig” worden herhaald, wat de betrouwbaarheid vergroot.

## **1.7 Leeswijzer**

Na deze inleiding met introductie, aanleiding, probleemstelling en hoofd- en deelvragen is dit onderzoeksrapport als volgt gestructureerd. In hoofdstuk 2 wordt er verder ingegaan in het concept van een CE, op welke principes deze is gebaseerd en op welke verschillende manieren (materiaal)kringlopen kunnen worden gesloten op basis van de negen gradaties van circulariteit. Het realiseren van een CE vraagt om een fundamentele systeemverandering. Voor dit nieuwe economisch systeem zijn nieuwe circulaire bedrijfsmodellen (CBM) nodig. Hoofdstuk 3 gaat in op circulariteit in de gebouwde omgeving. Dit start met het definiëren van de gebouwde omgeving en vervolgens wordt er steeds verder ingezoomd zodat duidelijk wordt wat een circulair gebouw is, hoe circulaire materiaal- en communicatiestromen lopen en welke uitdagingen dit met zich meebrengt. In hoofdstuk 4 wordt ingegaan wat CBM zijn, welke CBM-strategieën er zijn, wat de rol van retourlogistiek hierin is en hoe gevestigde bedrijven de overstap, via bedrijfsmodelinnovatie, naar een CBM kunnen maken. Daarnaast wordt er stilgestaan bij welke knelpunten en uitdagingen het CBM-implementatie en transformatieproces met zich meebrengt. In hoofdstuk 5 en 6 worden de analyse en resultaten van exploratief onderzoek I & II omschreven. In hoofdstuk 7 zijn de conclusies en aanbevelingen beschreven en geeft een reflectie op het gedane onderzoek en aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

## Literatuuronderzoek

Het literatuuronderzoek omvat de verschillende onderzochte onderwerpen. Het literatuuronderzoek start, in hoofdstuk 2, met “wat” het Circulaire Economie (CE) concept is, uit welke karakteristieken en principes het bestaat en welke voordelen het heeft. Daarna volgt in hoofdstuk 3 het toepassen van circulariteit in de gebouwde omgeving en wordt er verder ingezoomd tot het niveau van circulaire gebouwen bestaande uit circulaire producten, componenten en materialen en de bijbehorende materiaalstromen. Om deze componenten en materialen te kunnen hergebruiken en om de materiaal(kringloop) te kunnen sluiten is retourlogistiek nodig en ook dit wordt verder toegelicht. Het hoofdstuk sluit af met de knelpunten bij het hergebruik van materialen en componenten. In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de benodigde circulaire bedrijfsmodellen (CBM), circulaire verdienmodellen en het CBM- implementatie en -transformatie proces.

## 2. Circulaire economie

### 2.1 CE Concept & karakteristieken

Het concept van een circulaire economie (CE) is niet perse nieuw maar een vervolg op eerdere duurzaamheidsconcepten. Zie onderstaand overzicht:

Duurzaamheidsconcept	Omschrijving
Regenerative design	Het idee achter dit concept is dat processen binnen alle systemen hun eigen energie en materialen opnieuw kunnen gebruiken. De vraag vanuit de maatschappij wordt ook voldaan binnen de limieten van de natuur (Lyle Center for Regenerative Studies, 2015).
Performance economy	Stahel (2010) ontwikkelde de visie van een gesloten-cirkel-economie, inclusief de principes van levensduurverlenging, het herstellen van producten en het voorkomen van afval. Het verkopen van diensten in plaats van producten is een belangrijk onderdeel van zijn denken: iedereen betaalt voor de prestatie dat een product levert (Stahel, 2010).
Cradle to cradle	In het cradle-to-cradle-model worden materialen in industriële en commerciële processen beschouwd als grondstoffen voor technologisch en biologisch hergebruik. In het ontwerpproces wordt de hele levenscyclus van het product en de gebruikte grondstoffen beschouwd. Technische grondstoffen bevatten geen componenten die schadelijk zijn voor het milieu (McDonough & Braungart, 2002).
Industrial ecology	Industriële ecologie is de wetenschap van materiaal- en energiestromen, waar afval binnen industriële cycli dient als grondstof voor een volgend proces. Productieprocessen zijn op zo'n manier ingericht dat ze lijken op ecologische processen (Graedel, 1996).
Biomimicry	Biomimicry imiteert ontwerpen uit de natuur en past deze toe voor oplossingen in de menselijke maatschappij
Green economy	De Groene Economie is een economie die resulteert in toenemend welzijn en toenemende sociale gelijkheid, terwijl het tegelijkertijd de milieurisico's en ecologische schaarste sterk vermindert (UNEP, 2008).
Blue economy	De Blauwe Economie is een economische filosofie die zijn kennis haalt uit de manier waarop natuurlijke systemen zich vormen, produceren en consumeren (Wereldbank, 2017).
Doughnut economy	De donuteconomie is een model om de welvaart van de aarde te meten, aan de hand van de Sustainable Development Goals en de planetaire grenzen. Veel van de planetaire grenzen hebben direct betrekking op 'ongesloten' kringlopen, als die van broeikasgassen en toxische stoffen (Raworth, 2012).

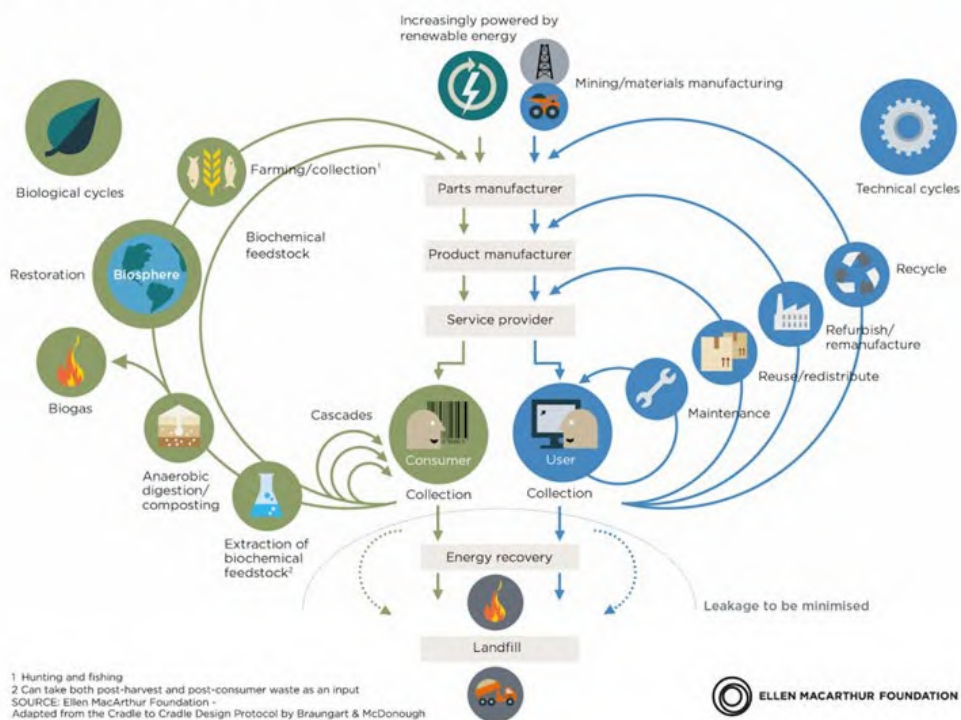
FIGUUR 2: EERDERE DUURZAAMHEIDSCONCEPTEN WAAROP EEN CE IS GEBASEERD.

Deze duurzaamheidsconcepten hebben de basis gelegd voor het concept van een CE. Het concept van een CE beschrijft een economie met gesloten (materiaal)kringlopen. Het sluiten van (materiaal)kringlopen en het creëren van waarde in het hele systeem vereist specifieke economische activiteiten zoals herfabricage of recycling. Volgens de EMF (2013) bestaat een CE uit drie basisprincipes:

1. Ontwerp vanuit afval en vervuiling.
2. Houd producten en materialen in gebruik.
3. Regeneer natuurlijke systemen.

Volgens Niero & Rivera (2018) is er geen volledige lijst van CE-principes, de meest voorkomende zijn de drie basisprincipes die door de EMF zijn opgesteld. Om het concept van gesloten (materiaal)kringlopen beter te begrijpen heeft de EMF (2013) deze principes verwerkt in het 'butterfly' model:





FIGUUR 3: 'BUTTERFLY' MODEL CIRCULAIRE ECONOMIE (EMF, 2013)

Twee belangrijke aspecten van een CE zijn ook weergegeven in dit model. Dat is namelijk de rol van de consument: deze verandert doordat hij de gebruiker wordt. Hierdoor verandert ook het eigendom naar gebruik. Daarnaast illustreert het systeemdiagram de continue stroom van technische en biologische materialen door de waardeketen. Met de wetenschap van nu kan er een kritische kanttekening worden geplaatst worden bij de visualisatie van het butterfly model. Het butterfly model is namelijk een over gesimplificeerde weergave van de werkelijkheid. Het butterfly model suggereert namelijk dat alle cycli ontstaan aan het einde van de Eol in de laatste 'silo' van de waardeketen. In werkelijkheid heeft elke 'silo' een cyclus.

Aan de rechterzijde van het butterfly model is de techno-cyclus te zien. Binnen de techno-cyclus zijn er verschillende niveaus van hergebruik. Het uitgangspunt is dat de kleinste of binnenste cirkel de voorkeur heeft boven grotere. De reden hiervan is dat deze minder verwerking, arbeid, energie en nieuw materiaal vereisen om weer van originele waarde te zijn (EMF, 2015b). De verschillende gradaties van hergebruik binnen de techno-cyclus zijn:

- Maintenance: tijdens gebruik wordt de levensduur verlengd middels reparatie en onderhoud.
- Re-use/redistribution: direct hergebruik door een product opnieuw op de markt te brengen.
- Refurbish/Remanufacture: de grondige renovatie en reparatie van een product door de fabrikant.
- Recycle: onderdelen of materialen uit het product halen zodat ze opnieuw kunnen worden gebruikt.

Binnen de bio-cyclus vindt hergebruik plaats in cascades. Dit betekent het gebruiken van (een deel van) een product voor een andere applicatie. Wanneer een product zijn initiële functie niet meer kan vervullen, wordt het doorgegeven voor hergebruik. Tijdens cascadering wordt de kwaliteit van het materiaal verminderd en wordt er energie verbruikt (EMF, 2013). Voor zowel de bio-cyclus als de

techno-cyclus moet de levensduur van een product zo lang mogelijk gemaakt worden. De levensduur van producten kan worden verlengd door:

1. Ervoor te zorgen dat een product langer wordt gebruikt, waardoor het proces wordt vertraagd. Door bijvoorbeeld te focussen op blijvende vervulling van een behoefte en aanpassingsvermogen van het product, zodat het de tijd kan bijhouden (EMF, 2015b).
2. Ervoor te zorgen dat meerdere opeenvolgende cycli van direct hergebruik worden gevolgd. Dit kan bereikt worden door de uitwisselbaarheid van producten te vergemakkelijken en door producten op de juiste manier te onderhouden zodat ze lange tijd zonder reparatie kunnen worden gebruikt (EMF, 2015b).

Voor zowel de bio-cyclus als de techno-cyclus geldt dat de levensduur van een product zo lang mogelijk moet worden gemaakt. De levensduur van producten kan worden verlengd door te zorgen dat een product langer gebruikt wordt waardoor het proces vertraagt. Bijvoorbeeld door het product aanpasbaar te maken zodat het met zijn tijd meekan. Of om te zorgen dat er meerdere opeenvolgende cycli van direct hergebruik kunnen worden doorlopen (EMF, 2015b).

## 2.2 Definitie(s) CE & kernprincipes

In wetenschappelijke literatuur zijn er tientallen verschillende definities van een CE in omloop. Er zijn zoveel verschillende definities in omloop, omdat het concept wordt toegepast door verschillende groepen onderzoekers en professionals in uiteenlopende sectoren. Een eenduidige en algemeen geaccepteerde definitie van de term CE bestaat niet. Dit blijkt ook uit de systematische analyse van Kirchherr et al. (2017). Zij hebben 114 verschillende definities onderzocht en komen tot de volgende definitie: “Een circulaire economie betreft een economisch systeem dat gebaseerd is op bedrijfsmodellen (zie H.4.2) die het concept van ‘end-of-life’ vervangen door het verminderen, hergebruiken, recyclen en terugwinnen van grondstoffen in productie-, distributie- en consumptieprocessen. Het opereert op microniveau (producten, bedrijven, consumenten), mesoniveau (eco-industriële parken) en macroniveau (stad, regio, land en daarbuiten) met als doel duurzame ontwikkeling van milieukwaliteit, economische welvaart en sociale rechtvaardigheid te bereiken voor huidige en toekomstige generaties” (Kirchherr et al. 2017).

Een recentere definitie is van Heesbeen (2020). Zij definieert een CE als: “Een regeneratief systeem waarin de (smart) input van natuurlijke hulpbronnen, afval, emissie en energielekkage worden geminimaliseerd door het vertragen, sluiten en verkleinen van materiaal- en energielussen. Dit kan worden bereikt door (smart) output: langdurig ontwerp, onderhoud, reparatie, hergebruik, herfabricage, renovatie en recycling”.

In beide definities zijn de drie basisprincipes van de EMF verwerkt. Volgens Kirchherr et al. (2017) richten de verschillende definities en concepten zich vaak enerzijds op grondstofgebruik (middels de R-ladder) of op de systeemverandering. Volgens Korhonen et al. (2018) richten definities met betrekking tot systeemverandering zich vaak op drie elementen:

1. Gesloten (materiaal)kringlopen / Circulair Ontwerp: in een CE worden (materiaal)kringlopen gesloten naar het voorbeeld van een gesloten ecosysteem. Afval bestaat niet, want elke reststroom kan gebruikt worden voor het maken van een nieuw product. Toxische stoffen worden geëlimineerd en reststromen worden gescheiden in een biologische- en een technische kringloop. Producenten nemen hun producten na gebruik terug en herstellen deze voor een nieuw gebruiksleven (EMF, 2015). In dit systeem is het dus niet alleen belangrijk dat materialen op een goede manier gerecycled worden, maar juist dat producten, onderdelen en grondstoffen in deze kringlopen van hoogwaardige kwaliteit blijven (Korhonen et al.,2018).

2. Optimaal Gebruik & waarde herwinning: net als grondstoffen en producten gaat energie ook zo lang mogelijk mee in een CE. Het circulaire economisch systeem wordt gevoed door hernieuwbare energiebronnen. Omdat het recyclen van energie niet mogelijk is, wordt er niet gesproken van energiekringlopen (EMF, 2015).
3. Systeemdenken / Netwerkorganisatie: een CE vraagt ook om systeemdenken. Iedere actor in de economie (bedrijf, persoon, organisme) is verbonden met andere actoren. Dit vormt samen een netwerk waarin de acties van de ene actor invloed heeft op de andere actoren. Om hier rekening mee te houden moeten de korte en lange termijn consequenties worden meegenomen in keuzes, evenals de impact hiervan op de hele waardeketen (EMF, 2015). Ook is het systeemdenken belangrijk om overzicht te houden en te begrijpen hoe onderdelen binnen een geheel elkaar kunnen beïnvloeden en hoe de relatie van het geheel is met de afzonderlijke onderdelen. Het sluiten van een materiële kringloop omvat vijf tot zes economische activiteiten, waaronder verschillende productiestadia, de consument en een of meer herstelactiviteiten. In werkelijkheid kan dit oplopen tot tientallen of honderden activiteiten voor zeer complexe producten. Om een 'lus' succesvol te sluiten, moet men de hele waardeketen bekijken om er zeker van te zijn dat er geen ontbrekende schakels in de kringloop aanwezig zijn. Om de hele waardeketen te begrijpen moeten alle onderlinge relaties van alle onderdelen in beeld worden gebracht (Bocken et al., 2020; Korhonen et al., 2018).

Definities die zich richten op grondstofgebruik volgen vaak in de basis de 3R-aanpak:

- Reduce: het minimaliseren van grondstofgebruik.
- Reuse: het maximaal hergebruiken van producten en onderdelen.
- Recycle: het hoogwaardig hergebruiken van grondstoffen. Dit wordt ook wel 'upcycling' genoemd.

De zogenaamde R-ladder onderscheidt het aantal gradaties van circulariteit. Er zijn verschillende soorten R-ladders in de wetenschappelijke literatuur terug te vinden, variërend van 3R's (Lieder en Rashid, 2016, Ghisellini et al., 2016), 4R's (Stahel en Clift, 2016), 6R's (Sihvonen en Ritola, 2015), 9R's (Potting et al., 2017) en zelfs 10R's (Reike et al., 2018).

De zogenaamde 10R- ladder van Reike et al. (2018) onderscheidt tien gradaties van circulariteit, de zogenaamde 'End-of-life processen':

- Korte (materiaal)kringloop: producten blijven dicht bij de gebruiker.
  - R0 (refuse): Voor consumenten betekent dit het minder kopen en gebruiken van producten. Producenten kunnen ook het gebruik van gevaarlijke materialen of nieuwe materialen weigeren.
  - R1 (reduce): Dit kan worden opgevat als het minder gebruiken van producten en het meer delen van producten door consumenten. Voor producenten betekent dit dat ze minder materiaal per productie-eenheid gebruiken.
  - R2 (re-use/resell): Beide concepten zijn nauw met elkaar verbonden en drukken twee kanten van de markttransactie uit die nodig is om producten na het eerste gebruik terug in de economie te brengen: de aanbod- en de vraagzijde. Klein onderhoud en kleine reparaties komen hier veel voor. Hergebruik wordt beschouwd als de meest geprefereerde methode om een component of materiaal in de economie te houden. Dit vereist minder energie, grondstoffen en genereert minder vervuiling.
- Medium lange (materiaal)kringloop: producten worden geüpgraded en producenten worden betrokken.

- R3 (repair): Een product weer operationeel maken om de levensduur te verlengen en het zo goed als nieuw te maken. Het kan door verschillende actoren worden gedaan, met of zonder verandering van eigenaar.
- R4 (refurbish): Het is van toepassing wanneer de algehele structuur van een product, wat uit meerdere componenten bestaat, onaangetaast blijft. Dit terwijl veel componenten worden gerepareerd of vervangen.
- R5 (remanufacture): Het is van toepassing wanneer de volledige structuur van een product wat uit meerdere componenten bestaat wordt gedemonteerd, gecontroleerd, schoongemaakt en gerepareerd. Dit resulteert in een product met een kwaliteit die vergelijkbaar is met het oorspronkelijke product.
- R6 (repurpose): De producten krijgen een duidelijke nieuwe levenscyclus en worden aangepast.
- Lange (materiaal)kringloop: producten verliezen hun oorspronkelijke functie.
  - R7 (recycle): Verwerking van gemengde stromen gebruikte producten tot bijna pure materialen door middel van dure technologische apparatuur. De producten verliezen hun oorspronkelijke structuur en hun functie en kunnen overal worden toegepast. Het worden tweedehands materialen.
  - R8 (recover): Het wordt gebruikt om gebruikte producten aan het einde van de levensduur te verzamelen en vervolgens te demonteren, te sorteren en schoon te maken voor gebruik.
  - R9 (re-mine): Het ophalen van materialen na de stortfase, het extraheren van de waardevolle onderdelen uit afgedankte producten.

Het voorkomen (Refuse, R0) van het gebruik van grondstoffen, materialen of producten heeft in termen van circulariteit de hoogste prioriteit. Hergebruik (Re-use, R2) wordt beschouwd als de meest geprefereerde methode om een component of materiaal in de economie te houden. Recyclen (R7) en het terugwinnen van energie door het verbranden van producten en materialen (Recover, R8 en Re-mine R9) worden het laagste gewaardeerd en hebben daarmee de laagste prioriteit.

### 2.3 Waardecreatie: verschil CE met een LE

Een CE en een LE verschillen van elkaar door de manier waarop waarde wordt gecreëerd of wordt behouden. In een LE worden grondstoffen verzameld, vervolgens omgevormd tot producten, dan worden deze gebruikt en aan het einde van de levensduur worden deze afgedankt als afval. Dit is het zogenaamde 'take-make-consume-dispose' (TMCD) stappenplan. In een LE wordt waarde gecreëerd door zoveel mogelijk producten te produceren en te verkopen. In een CE wordt de R-aanpak gevolgd. Als voorbeeld de 3R-aanpak: reduce, reuse en recycle. Het gebruik van grondstoffen wordt geminimaliseerd (reduce). Hergebruik van producten en onderdelen wordt gemaximaliseerd (reuse) en grondstoffen worden zo hoogwaardig mogelijk hergebruikt (recycle).

Daarnaast is het perspectief op verduurzaming anders binnen een CE dan in een LE. In een LE richt men zich op het minimaliseren van de ecologische impact voor dezelfde output. Dit wordt eco-efficiëntie genoemd. In een CE wordt niet alleen de ecologische impact geminimaliseerd maar ook dat de ecologische, economische en sociale impact positief wordt. Dit wordt eco-effectiviteit genoemd (Kjaer, et al., 2018). Om eco-effectiviteit te bewerkstelligen moeten reststromen worden hergebruikt voor een functie die gelijk of zelfs hoger (upcycling) ligt dan de oorspronkelijke functie van het materiaal. Hierdoor wordt de waarde minimaal volledig behouden of zelfs vermeerderd. In een LE (eco-efficiënt) wordt gewerkt aan downcycling: een (deel van een) product wordt opnieuw gebruikt voor een laagwaardige toepassing die de waarde van het materiaal vermindert en het nogmaals hergebruiken van de materiaalstroom bemoeilijkt. Een voorbeeld van upcycling is het vermalen van beton tot korrels

en dan met deze korrels een betonnen wand te produceren. Een voorbeeld van downcycling is als hetzelfde beton wordt gebruikt als bijproduct in bijvoorbeeld asfalt.

In een LE wordt op een inefficiënte manier omgegaan met grondstoffen, omdat de nadruk niet ligt op het behoud hiervan. In een CE wordt op een efficiënte manier omgegaan met grondstoffen omdat de focus ligt op het behoud daarvan. Dit houdt concreet in dat doordat er op een andere manier waarde wordt gecreëerd en de focus ligt op het behoud van grondstoffen er andere bedrijfsmodellen (BM) nodig zijn in een CE.

Het verschil tussen een CE en een LE komt dus neer op het volgende:

	Lineaire economie (LE)	Circulaire economie (CE)
<b>Stappenplan:</b>	Take-make-consume-dispose (TMCD)	3R-aanpak
<b>Focus:</b>	Eco-efficiëntie	Eco-effectiviteit
<b>Systeemgrenzen:</b>	Korte termijn	Lange termijn, meerdere cycli
<b>Hergebruik:</b>	Downcycling	Upcycling
<b>Bedrijfsmodel:</b>	Focus op producten	Focus op diensten

FIGUUR 4: VERSCHIL TUSSEN EEN CE EN EEN LE

## 2.4 Voordelen van een CE

Een belangrijk principe van een CE is het loskoppelen van economische groei en de consumptie van grondstoffen. Hierdoor kan de economie groeien ondanks dat er een tekort is aan grondstoffen. Hierom wordt aangenomen dat een CE ervoor zorgt dat de economie zal blijven groeien. Wereldwijd zou de economie in 2050 ca. \$2 triljoen per jaar kunnen profiteren van effectiever grondstofbeheer (UNEP, 2017). Dit komt omdat kosten van grondstoffen substantieel zullen afnemen, terwijl het werkgelegenheid en innovaties bevordert. Een CE kan voor Nederland ca. € 7 miljard groei aan BNP opleveren en zou kunnen leiden tot 50.000 extra banen. Daarnaast wordt de ecologische voetafdruk sterk verlaagd doordat de CO<sub>2</sub> uitstoot met ca. 10% wordt verlaagd, het watergebruik met 20% en de import van grondstoffen met 25% (Rood & Hanemaaijer, 2017). Volgens berekeningen van Circle Economy werd in 2019, 9% van alle grondstoffen volwaardig gerecycled. In 2018 was dit 9.1% (Circle Economy, 2020). In theorie wordt in de CE 100% van alle grondstoffen volwaardig gerecycled en zijn er daarnaast geen nieuwe grondstoffen meer nodig.

In een CE wordt arbeid meer gewaardeerd dan grondstoffen. Hierom wordt aangenomen dat de werkgelegenheid zal toenemen door arbeidsintensieve recycling, extra banen in de logistieke sector door het sluiten van (materiaal)kringlopen en hergebruik van materialen die getransporteerd moeten worden zoals bedrijven die producten na gebruik verzamelen, transporteren, repareren en herdistribueren om opnieuw te worden geïntroduceerd in de markt. Daarnaast komen er nieuwe ondernemingen gebaseerd op innovaties en circulaire bedrijfsmodellen (CBM). Deze nieuwe ondernemingen zullen uitgedaagd worden tot innovatieve oplossingen die gebaseerd zijn op een nieuwe (circulaire) manier van denken. Dat betekent nadenken over een circulaire waardeketen (i.p.v. een lineaire) en streven naar optimalisaties voor het gehele circulaire systeem. Dit resulteert in nieuwe inzichten en interdisciplinaire samenwerking tussen verschillende partijen (Leising et al., 2018; Bocken et al., 2016).

Een CE heeft ook een positief effect op de uitstoot van broeikasgassen en zorgt voor een vitaal ecosysteem. Door de principes van een CE te volgen worden er wereldwijd minder broeikasgassen uitgestoot. Volgens berekeningen van Circle Economy (2020) komt 62% van de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen vrij bij de winning, verwerking en productie van goederen. De overige 38% wordt uitgestoten bij de levering en het gebruik van producten en diensten (Circle Economy, 2020).

De ING Bank (2017) heeft destijds onderzoek gedaan naar welke kansen een CE meebrengt voor de stakeholders in de gebouwde omgeving en of dit voor de betreffende stakeholder een andere rol betekent in de waardeketen. Uit dit onderzoek kon geconcludeerd worden dat de leveranciers en fabrikanten van laagwaardige bouwmaterialen niet zullen profiteren van circulair bouwen. Door minder gebruik van nieuwe bouwmaterialen kan de vraag naar nieuwe laagwaardige bouwmaterialen afnemen. Het aanbieden van onderhouds- of servicecontracten bij deze laagwaardige bouwmaterialen is minder voor de hand liggend dan bij hoogwaardige bouwmaterialen.

Stakeholder	Kans	Uitleg
Opdrachtgevers en ontwikkelaars	Positief	Circulaire gebouwen bieden meerwaarde. De vraag vanuit gebruikers neemt toe en een gebouw dat eenvoudig en goedkoop om te bouwen is naar een andere bestemming verhoogt de waarde. Beleggers zien deze waarde echter vaak nog niet door een relatief korte termijn beleggingsvisie en het niet of zeer beperkt inrijzen van deze meerwaarde door taxateurs.
	Neutraal	De vastgoedontwikkelaars kunnen door middel van het aanbesteden op prestatienormen en niet door middel van een dichtgetimmerd bestek circulaire innovatie in de gehele bouwketen bevorderen en zo voldoen aan de toenemende vraag naar circulaire gebouwen bij vastgoedbeleggers en gebruikers.
Adviseurs en bouwondernemingen	Neutraal	De architect gaat circulair ontwerpen en kiest voor duurzame bouwmethodes, producten, componenten en materialen. Zijn rol in de keten verandert echter niet door circulair bouwen.
	Neutraal	De bouwonderneming moet circulair gaan bouwen. Hij maakt gebruik van andere bouwmethodes, duurzame bouwmaterialen en zorgt voor hergebruik van bouwmaterialen door deze via de groothandel of bij slopers in te kopen. Zijn rol in de keten verandert echter niet door circulair bouwen. Eventueel kan er wel meer nadruk komen te liggen op onderhoud en verbouw in plaats van nieuwbouw.
Leveranciers en fabrikanten	Positief	Voor leveranciers en fabrikanten liggen er kansen in hergebruik van materialen. Gebruikte bouwmaterialen kunnen zij opkopen en opnieuw aanbieden door een grondstoffenbank op te zetten. Voordeel voor hen is dat zij over een netwerk van bouwondernemingen beschikken voor de afzet van deze materialen.
	Positief	Met het aanbieden van een onderhoudscontract of een servicemodel kunnen toeleveranciers van hightech toepassingen extra toegevoegde waarde bieden voor circulair bouwen.
	Negatief	Door minder gebruik van nieuwe bouwmaterialen kan de vraag naar nieuwe lowtech bouwmaterialen afnemen. Het aanbieden van onderhouds- of servicecontracten bij deze lowtech bouwmaterialen is minder voor de hand liggend dan bij hightech bouwmaterialen.
Herstelspecialisten	positief	Door gebouwen te 'ontmantelen' in plaats van te slopen en bouwmaterialen zo hoogwaardig mogelijk te verkopen kan de sloper extra toegevoegde waarde leveren.
Overheid	Neutraal	De rol van de overheid verandert niet in de keten. Zij kunnen wel voor hun eigen vastgoedprojecten zorgen voor een stimulans door deze circulair in te kopen.
Onderzoek- en kennisinstellingen	Neutraal	De rol van de onderzoeks- en kennisinstellingen verandert niet.

Tabel 1: Kansen voor stakeholders in een circulaire bouwomgeving (ING, 2017)

Uit recent onderzoek van (o.a.: Versteeg Conlledo, 2019; Venselaar et al., 2019; Leising et al., 2018; EMF, 2017; Pomponi & Moncaster, 2017) is gebleken dat er voor alle stakeholders diverse kansen aanwezig zijn en dat rollen zullen veranderen. Architecten en leveranciers zullen een belangrijkere rol krijgen in de gehele waardeketen.

## 2.5 Samenvatting

Een CE is een economisch systeem van gesloten (materiaal)kringlopen waarin grondstoffen, producten en materialen hun waarde zo min mogelijk verliezen. Hernieuwbare energiebronnen worden gebruikt en systeemdenken staat centraal. Dit is destijds vertaald door de EMF (2013) in de drie basisprincipes:

1. Ontwerp vanuit afval en vervuiling.
2. Houd producten en materialen in gebruik.
3. Regeneer natuurlijke systemen.

In wetenschappelijke literatuur zijn er tientallen verschillende definities van een CE in omloop doordat het concept wordt toegepast in uiteenlopende sectoren. Deze definities richten zich vaak op het grondstofgebruik of op de systeemverandering. Definities die zich richten op grondstofgebruik volgen vaak in de basis de 3R-aanpak:

- Reduce: het minimaliseren van grondstofgebruik.
- Reuse: het maximaal hergebruiken van producten en onderdelen.
- Recycle: het hoogwaardig hergebruiken van grondstoffen (upcycling).

Definities die zich richten op systeemverandering benadrukken vaak drie elementen: gesloten kringlopen, hernieuwbare energie en systeemdenken.

Een recente definitie is van Heesbeen (2020). Zij definieert een CE als: “Een regeneratief systeem waarin de input van natuurlijke hulpbronnen, afval, emissie en energielekkage worden geminimaliseerd door het vertragen, sluiten en verkleinen van materiaal- en energielussen. Dit kan worden bereikt door langdurig ontwerp, onderhoud, reparatie, hergebruik, her-fabricage, renovatie en recycling” (Heesbeen, 2020).

### 3. Circulariteit in de gebouwde omgeving

#### 3.1 Definitie gebouwde omgeving

Circulair bouwen is onderdeel van de gebouwde omgeving. Bartuska (2007) definieert de gebouwde omgeving middels een viertal eigenschappen over wat de gebouwde omgeving is:

1. Alles menselijk gemaakt, gearrangeerd of onderhouden.
2. Bedoeld om menselijke behoeften, wensen en waarden te dienen.
3. Gemaakt om ons te helpen omgaan met en ons te beschermen tegen de algehele omgeving.
4. Individuele elementen zijn van invloed op zowel de gebouwde en natuurlijke omgeving, als op de relaties tussen mens en milieu.

De definitie illustreert dat alle elementen van de gebouwde omgeving een effect hebben op zowel de natuur als de relaties tussen mens en omgeving. Dit is een belangrijk aspect aangezien het CE-model in de gebouwde omgeving wordt gepromoot om de menselijke activiteiten op de natuur en de mens te beperken. In navolging van de publicatie van Bartuska (2007) vermeldt de onderzoeker dat de gebouwde omgeving bestaat uit zeven onderling verbonden componenten. Deze componenten bij elkaar bepalen de reikwijdte van de gebouwde omgeving:

Componenten	Omschrijving
Producten	Materialen en goederen die zijn gemaakt voor de uitbreiding van de menselijke capaciteit voor het uitvoeren van specifieke taken.
Interieur	De geordende groepering van producten die gewoonlijk zijn ingesloten in een structuur. Hun creatie is bedoeld om activiteiten en de bemiddeling van externe factoren te vergemakkelijken.
Structuren	Geplande groeperingen van ruimtes gedefinieerd door en gebouwd van producten.
Landschap	De externe instellingen of gebieden voor geplande groeperingen van ruimtes en constructies. Ze zijn een combinatie van de natuurlijke en gebouwde omgevingen.
Steden	Groeperingen van structuren en landschappen die worden gekenmerkt door een variatie van zowel grootte als complexiteit.
Regio's	De combinatie van steden en landschappen van verschillende afmetingen en complexiteit. Ze zijn vaak geclusterd voor de definitie van gemeenschappelijke politieke, sociale, economische en / of ecologische eigenschappen.
Aarde	De aarde omvat al het bovenstaande.

TABEL 2: COMPONENTEN VAN DE GEBOUWDE OMGEVING (BARTUSKA, 2007)

#### 3.2 Toepassen van CE denken in de gebouwde omgeving

Het toepassen van de principes van een CE op de bouwsector is niet zo eenvoudig als het klinkt. Gebouwen zijn veel complexer dan de meeste consumentenproducten. Gebouwen hebben een lange technische levensduur en bestaan uit vele honderden componenten die dynamisch in ruimte en tijd in elkaar inwerken (Hart et al., 2019). Binnen de gebouwde omgeving staan bouwwerken. Om tot een circulair gebouw te komen moet er circulair worden gebouwd. Nelissen et al. (2018) definiëren circulair bouwen al volgt:

“Circulair bouwen betekent het ontwikkelen, gebruiken en hergebruiken van gebouwen, gebieden en infrastructuur, zonder natuurlijke hulpbronnen onnodig uit te putten, de leefomgeving te vervuilen en ecosystemen aan te tasten. Bouwen op een wijze die economisch en ecologisch verantwoord is en bijdraagt aan het welzijn van mens en dier. Hier en daar, nu en later” (Nelissen et al., 2018).

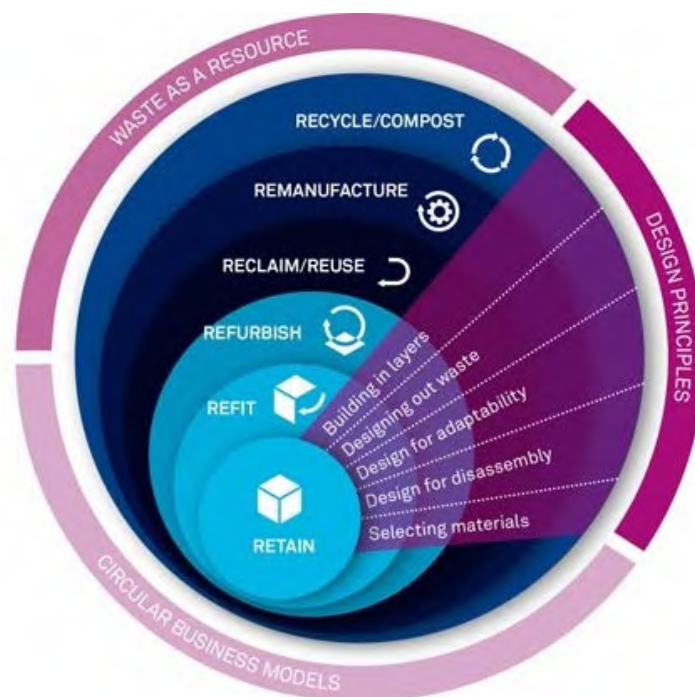
Uit deze definitie kan ook afgeleid worden dat volledig circulair bouwen tevens betekent aardgasvrij, energieneutraal en met behoud van biodiversiteit met als doel om tot een circulair gebouw te komen (Nelissen et al., 2019). In de wetenschappelijke literatuur is er geen eenduidige definitie van een circulair gebouw. Er bestaat zelfs discussie of je überhaupt wel een circulair gebouw kan maken of dat het enkel een gebouw is met een circulaire potentie. De mens bepaald uiteindelijk of deze circulaire



potentie wordt benut of niet. Wat wel duidelijk is, is dat het is ontworpen en uitgevoerd conform de circulaire ontwerpprincipes en dat het bestaat uit circulaire producten, materialen en componenten (Amory, 2019). Leising et al. (2018) definiëren een circulair gebouw als volgt:

“Een levenscyclusbenadering die de nuttige levensduur van de gebouwen optimaliseert, de end-of-life-fase in het ontwerp integreert en nieuwe eigendomsmodellen gebruikt waarbij materialen slechts tijdelijk worden opgeslagen in het gebouw dat fungeert als een materiaalbank” (Leising et al., 2018).

Gebouwen zijn gemaakt van standaard vervaardigde producten, maar wanneer deze worden geassembleerd, creëren ze een complexe, altijd transformerende, unieke en langlevende entiteit. Bovendien, zoals door een aantal auteurs wordt gesuggereerd, strekken de fabricage- en gebruiksfasen van een gebouw zich uit over een aanzienlijke tijdsperiode (Hart et al., 2019; Pomponi & Moncaster, 2017). Volgens Cheshire (2019) moet er een andere benadering worden gevolgd waarin een aantal CE-principes specifiek voor gebouwen worden uiteengezet. Dit heeft hij gevisualiseerd in onderstaand figuur:



FIGUUR 5: TOEPASSEN VAN CE PRINCIPES OP HET ONTWERP VAN GEBOUWEN (CHESHIRE, 2019)

De binnenste drie cirkels laten zien dat het behouden van bestaande gebouwen de meest grondstoffenefficiënte optie is, gevolgd door verbouwingen en renovaties. De buitenste drie cirkels zijn van toepassing op bouwelementen, waarbij de prioriteit ligt bij het ontwerpen van componenten die kunnen worden teruggewonnen of gereviseerd.

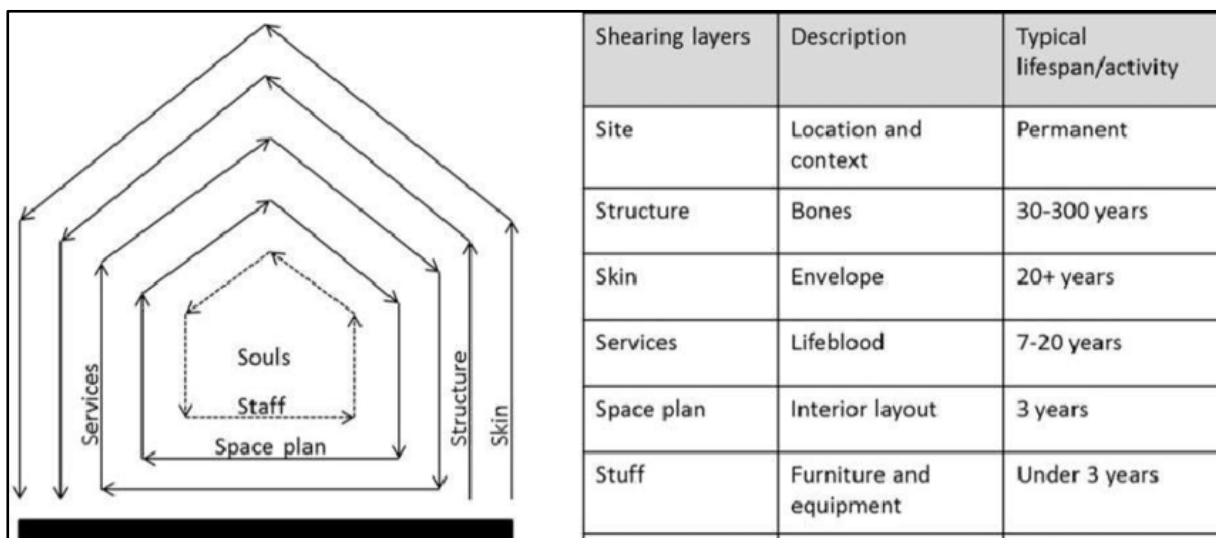
De buitenste ring in het diagram geeft, naast de ontwerpprincipes, ook de onderliggende circulaire bedrijfsmodellen (CBM) weer die kunnen worden toegepast om een CE in de bouwsector mogelijk te maken. Het idee om afval als een hulpbron te behandelen is een fundamenteel principe van een CE. Voor de bouwsector betekent dit het creëren van een markt voor teruggewonnen producten en materialen door deze te gebruiken bij het ontwerp en de renovatie van gebouwen. De nieuwe BM wijken af van de LE-benadering van het kopen van producten, het consumeren ervan en het verantwoordelijk zijn voor het onderhoud, de renovatie en verwijdering ervan. In plaats daarvan ontwikkelen klanten en fabrikanten langdurige relaties (Klant centraal), waarbij klanten prestaties kunnen kopen in plaats van producten. Dit betekent dat fabrikanten een belang hebben bij het

ontwerpen van producten die hernieuwbaar of herbruikbaar zijn en het helpt hen om in de toekomst de aanvoer van componenten en materialen veilig te stellen. De vijf segmenten die over de cirkels zijn gelegd, tonen de ontwerpprincipes die kunnen worden toegepast om afval te verminderen, de levensduur van het gebouw te verlengen en de terugwinning van materialen aan het einde van de levensduur mogelijk te maken.

### Ontwerpen in (bouw)lagen

Het idee van 'bouwen in lagen' erkent dat de verschillende elementen van het gebouw een verschillende levensduur hebben en daarom onafhankelijk van elkaar moeten zijn om verschillende lagen te vervangen zonder de aangrenzende lagen te beschadigen. Dit helpt om gebouwen te creëren die eenvoudiger te onderhouden of aan te passen zijn, en het zorgt ervoor dat de componenten gemakkelijker kunnen worden teruggewonnen aan het einde van hun levensduur. Een circulair gebouw bestaat dus uit verschillende 'lagen', die ieder een eigen functie en een eigen levensduur hebben. Dit is in lijn met het 'shearing layers' model van Brand (1994). Door binnen gebouwen onderscheid te maken in levensduur kunnen natuurlijke materialen cascaderen en technische materialen waardevol worden gehouden. Het model van Brand (1994) beschrijft zes lagen van een gebouw die mee veranderen met het veranderend gebruik maar met verschillende technische levensduren:

- Site, dit is de locatie/grond. Deze gaat oneindig mee.
- Structure, dit is de hoofddraagconstructie en heeft een levensduur van minimaal 30 jaar, maar blijft over het algemeen langer staan.
- Skin, dit is de gevel, het dak en de begane grond vloer en heeft een levensduur van minimaal 20 jaar, maar gaat over het algemeen ongeveer 50 jaar mee.
- Services, dit zijn de installaties. Deze hebben een levensduur van ongeveer 10-15 jaar.
- Space Plan, dit zijn de scheidingswanden en vaste inrichting. Deze hebben een levensduur van minimaal 3 jaar, maar blijven over het algemeen ongeveer 10 jaar staan.
- Stuff, dit zijn de meubels en losse spullen. Deze hebben een levensduur van 3-5 jaar.



FIGUUR 6: 'SHEARING LAYERS' MODEL (BRAND, 1994)

Volgens Fischer (2019) en Thelen et al. (2018) laat het 'shearing layers' model van Brand (1994) het volgende zien:

- Het illustreert de verschillende levensduur van elke laag.

- Het benadrukt de verschillende functies van elke laag.
- Het illustreert de lange levensduur van het gebouw.
- Het maakt het mogelijk om de verschillende producten, componenten en materialen te identificeren die elke laag samenstellen.
- Het maakt het mogelijk om de verschillende beslissingen in elke laag te onderscheiden.
- Het maakt ontwerp mogelijk voor modulariteit omdat alle producten, componenten en materialen zijn verdeeld in de verschillende lagen.
- Het maakt het mogelijk om de relevante informatie en gegevens voor de verschillende producten, componenten en materialen in de verschillende lagen te verzamelen.
- Een CE in de gebouwde omgeving zal naar verwachting de restwaarde van producten, materialen en componenten verhogen. Daarom is het beter om naar de waarde van elke laag afzonderlijk te kijken dan naar de waarde van een heel gebouw.

Als een gebouw, om wat voor reden dan ook, in de tijd gezien aangepast moet worden bijvoorbeeld door een veranderende klantvraag, door nieuwe technologische ontwikkelingen of demografische trends. Dan is dit mogelijk als deze lagen los van elkaar zijn en gedemonteerd of gerepareerd van elkaar kunnen worden. De verschillende bouwlagen hebben een specifieke functie en bestaan uit onderscheidende producten, componenten en materialen. Om elke bouwlaag met zijn eigen producten, componenten en materialen te formuleren moeten diverse verschillende beslissingen worden genomen. Dit is aangegeven in onderstaande tabel:

Laag	Omschrijving	Beslissingen
Site	Definieert de geografische setting: de stedelijke locatie en het wettelijk gedefinieerde perceel (grond).	De locatie van het gebouw wordt bepaald door de groep van eigenaren en planners. Bij de besluitvorming wordt rekening gehouden met grond, grondprijs en toekomstige waarde.
Structure	Ondersteunt de primaire overdracht van verticale belastingen en horizontale verstevigingen. Het omvat fundering, balken, kolommen en muren.	Over de verticale en horizontale dragende elementen wordt beslist. Bij de besluitvorming wordt rekening gehouden met structurele veiligheid, brandwerendheid en milieu-impact.
Skin	Beschermt tegen externe factoren. Het omvat de gevel en de buitenkant van het gebouw.	De bekleding, dakbedekking, zonwering, maat, type en vorm van ramen en deuren worden bepaald. Bij de besluitvorming wordt rekening gehouden met vocht en thermische bescherming tegen weersinvloeden.
Services	Levert en transporteert fysieke stromen, namelijk energie, water en communicatie. Het omvat bewegende delen zoals de liften of roltrappen van een gebouw.	De ventilatie-, communicatie-, water-, verwarmings- en koelsystemen worden beslist. Verticale mobiliteitssystemen worden bepaald.
Space plan	Definieert de interieurindeling van het gebouw. Het omvat de plafonds, vloeren en deuren.	De verlichting, plafond-, vloer-, wandafwerking, akoestisch ontwerp en muurpraktijken worden bepaald.
Stuff	Het bevat meubels, zoals stoelen, bureaus, keukenapparatuur in het gebouw.	Er worden beslissingen genomen over meubels.

TABEL 3: UITLEG OVER DE LAGEN VAN HET GEBOUW EN DE BIJBEHORENDE BESLISSINGEN DIE GENOMEN WORDEN (MILWICZ & PALAWSKI, 2018; SCHMIDT, & AUSTIN, 2016)

In de huidige bouwpraktijk (Lineaire gebouwde omgeving) gebeurt het loshouden van de bouwlagen nog onvoldoende. Er wordt gewerkt met vaste permanente verbindingen waarbij bijvoorbeeld de installaties in de betonnen vloer worden meegegoten. Zodoende ontstaat er een koppeling tussen de 'structure' met een levensduur van 20-50 jaar en de 'services' met een levensduur van 10-15 jaar.

### Ontwerpen vanuit afval

Ontwerpen vanuit afval betekent prioriteit geven aan de renovatie van bestaande gebouwen, aangezien hierdoor de meest hulpbronnen intensieve elementen van het gebouw

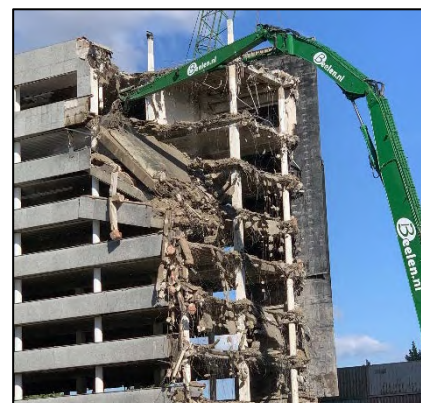


FOTO 1: SLOOP GEBOUW, D.D. 22-07-2020 (EIGEN FOTO)

behouden blijven. Door teruggewonnen materialen en hergebruikte producten te gebruiken in combinatie met minimale ontwerpen, zal de vraag naar grondstoffen verminderen. Ten slotte kan het gebruik van moderne bouwtechnieken, zoals industrieel bouwen, modulair bouwen, etc.) voorkomen dat er ter plaatse afval ontstaat.

### **Ontwerp voor aanpassingsvermogen**

Ontwerp voor aanpassingsvermogen betekent dat gebouwen langer kunnen worden behouden. Ontwerpers moeten nadenken over hoe het gebouw kan worden omgezet naar ander gebruik en hoe dat het structurele ontwerp en de interne herconfiguratie beïnvloedt. Gebouwen die hebben bewezen aanpasbaar te zijn, hebben enkele gemeenschappelijke kenmerken zoals de vorm, indeling en structuur van het bouwplan. Er is een verschil tussen het ontwerpen van een gebouw dat eenvoudigweg flexibel is en een gebouw dat kan worden aangepast aan nieuwe bestemmingen/gebruikers. Cheshire (2019) maakt het volgende onderscheid tussen flexibele en aanpasbare gebouwen:

- Flexibel gebouw: een gebouw dat zo is ontworpen dat de interne inrichting en indeling gemakkelijk kan worden aangepast aan de veranderende behoeften van gebruikers/bewoners.
- Aanpasbaar gebouw: een gebouw dat is ontworpen met het idee dat het gemakkelijk kan worden veranderd om de levensduur te verlengen door bijvoorbeeld een verdieping toe te voegen zodat het weer aan de wensen van de nieuwe gebruiker voldoet.

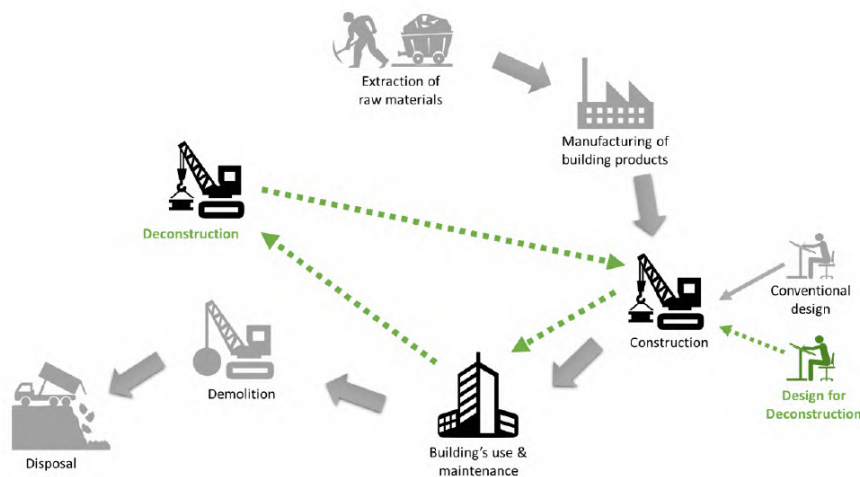
Een concept wat hierop aansluit is het 'Open Building' concept van Habraken (1961). Een van de doelen van dit concept is dat gebouwde omgevingen zich kunnen aanpassen aan veranderingen. Habraken erkende dat er verschillende, maar gerelateerde ideeën zijn die in overweging kunnen worden genomen bij het ontwerpen van de gebouwde omgeving, waaronder enkele gedachten die rechtstreeks verband houden met het denken in een CE. Zoals het idee van verschillende (bouw)lagen en dat de vervanging van de ene component door een andere met dezelfde functie mogelijk moet zijn.

### **Ontwerp voor demontage en hergebruik (DfD)**

Ontwerp voor demontage en hergebruik zorgt ervoor dat componenten en zelfs hele gebouwen hergebruikt kunnen worden. Dit betekent dat gebouwen activa kunnen worden die onafhankelijk zijn van de waarde van de locatie en hierdoor hun waarde langer behouden. Ook zullen materialen meer waarde hebben als ze kunnen worden gewonnen, waardoor gebouwen (tijdelijke) materiaalbanken worden. In een circulair gebouwde omgeving ligt volgens Cruz Rios & Grau (2019) de focus in de ontwerpfase op het mogelijk maken van demontage aangezien dit het hergebruik van producten, componenten en materialen zal vergemakkelijken. De belangrijkste principes van 'ontwerp voor demontage en hergebruik' zijn onder meer:

- Documenteer materialen en methoden.
- Ontwerp voor productie en montage zoals modularisatie en prefabricage.
- Ontwerp verbindingen om toegankelijk te zijn.
- Organiseer niet-herbruikbare en niet-herbruikbare producten en componenten.
- Producten en componenten standaardiseren.

Cruz Rios & Grau (2019) voegen hieraan toe dat de ontwerpprincipes voor demontage en hergebruik (DfD) zowel in de constructie- als in de deconstructiefase moeten worden gevolgd voor de componenten en materialen van de gebouwen. Op deze manier wordt de gesloten (materiaal)kringloop-benadering bereikt. Dit leidt uiteindelijk tot de winning van grondstoffen, energie en emissies.



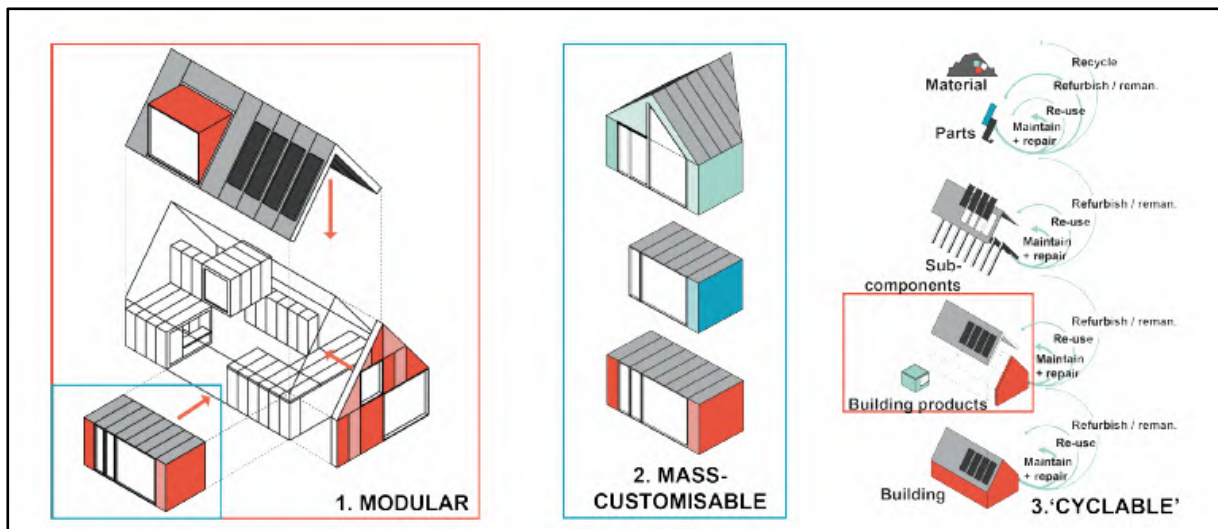
FIGUUR 7: CE EN DESIGN-FOR-DISASSEMBLY (DFD) IN DE GEBOWDE OMGEVING (CRUZ RIOS & GRAU, 2019)

Om tot een circulair gebouw te komen moet circulariteit dus worden meegenomen in het gehele vastgoedontwikkelingsproces. Dit kan bereikt worden door een combinatie van circulair materiaalgebruik en circulair ontwerp (Geldermans, 2020). Circulair materiaalgebruik is bedoeld om materiaaldegradatie te voorkomen en mogelijkheden te bieden voor materiaalregeneratie om zodoende de materiaalwaarde te beschermen en te behouden. Het ontwerpen van een circulair gebouw begint met de circulaire ontwerpstrategie. Er zijn verschillende circulaire ontwerpstrategieën, gericht op producten, componenten en materialen. Recent hebben Eberhardt et al., (2020) hier een systematisch literatuuronderzoek naar gedaan en zij kwamen tot de conclusie dat er 16 overkoepelende ontwerp- en constructie strategieën zijn voor een CE in de gebouwde omgeving. Ontwerp voor demontage en hergebruik kwam het vaakst voor en wordt gebruikt om het gebouw, componenten of materialen zo te ontwerpen dat ze gemakkelijk kunnen worden gemonteerd / gedemonteerd om bijvoorbeeld direct hergebruik of recycling mogelijk te maken, gemakkelijk onderhoud en dat het gebouw gemakkelijk aangepast kan worden en daarmee flexibel is. Een belangrijke voorwaarde is dat er geen permanente verbindingen worden toegepast (Eberhardt et al., 2020).

Van Stijn & Gruis (2019b) hebben ook onderzoek gedaan naar de circulaire ontwerpstrategieën en principes. De strategieën en principes waren onderverdeeld in drie categorieën:

1. (Materiaal)kringlopen verkleinen. Hierbij wordt het gebruik van natuurlijke hulpbronnen verminderd.
2. (Materiaal)kringlopen vertragen. Hierbij wordt de materiaalstroom vertraagd door verlenging of intensivering van de gebruikperiode van het (bouw) product.
3. (Materiaal)kringlopen sluiten. Zijn erop gericht om materialen aan het einde van hun levensduur te recyclen.

Uit hun analyse kon geconcludeerd worden dat in geen enkele benadering alle principes waren verwerkt. Van alle verschillende benaderingen kon wel worden geconcludeerd dat bij het 'modulaire, massa-aanpasbare, cyclische 'bouwsysteem' verreweg de meeste (materiaal)kringlopen werden verkleind, vertraagd en gesloten (Van Stijn & Gruis, 2019b). Door elementen van circulaire ontwerpstrategieën te combineren hebben zij een circulaire retrofitstrategie ontwikkeld om de Nederlandse bestaande vastgoedvoorraad circulair te verbouwen.



FIGUUR 8: DRIE PRINCIPES VAN DE CIRCULAIRE RETROFITSTRATEGIE VOOR NEDERLAND (VAN STIJN & GRUIS, 2019b)

Deze strategie stelt voor dat de bestaande woningvoorraad achteraf wordt uitgerust met producten die modulair, op grote schaal aanpasbaar en cyclisch zijn (zie bovenstaand figuur). Gebouwen bestaan uit veel componenten zoals installaties, keukens en gevels, die kunnen worden vervangen door circulaire retrofit-producten om zodoende de bestaande vastgoedvoorraad geleidelijk circulair te maken. Een retrofit-oplossing die geschikt is om op grote schaal uit te rollen combineert de voordelen van massaproductie en industriële productie met de voordelen van productaanpassing. Daarbij is het belangrijk dat er maatwerk kan plaatsvinden zodat er tegemoetgekomen kan worden aan de verschillende behoeften en wensen van verhuurders, gebouweigenaren en particuliere eigenaren. Daarbij kan het de betaalbaarheid van het product vergroten en een bijdrage leveren aan de circulaire ontwerpprincipes zoals: verbetering van de productkwaliteit, standaardisatie van producten en (sub) componenten en het bieden van keuzes aan gebruikers (Van Stijn & Gruis, 2019b). Een circulair (technisch) ontwerp vereist een integrale aanpak om ervoor te zorgen dat het ontwerp circulair kan zijn, en (gebruikt) wordt gedurende de gehele technische levenscyclus. Dit vereist dat het integrale ontwerp in samenhang is met het technische model, het bedrijfsmodel en het industriële model (Bocken et al., 2018). Dit betekent voor producten die modulair, op grote schaal aanpasbaar en cyclisch zijn dat er een ondersteunend circulair bedrijfsmodel (CBM) nodig is dat het verkleinen, vertragen en sluiten van de (materiaal)kringlopen stimuleert.

### 3.3 Industrieel- en modulair bouwen

In tegenstelling tot een traditioneel gebouw is een circulair gebouw niet het resultaat van een bouwproces maar van een logistiek (assemblage) proces. Dit houdt in dat er in een vroeg stadium van het vastgoedontwikkelingsproces nagedacht wordt over 'hoe' het circulaire gebouw in gestandaardiseerde elementen wordt opgebouwd en op den duur weer wordt gedemonteerd of geremonteerd. Dit wordt ook wel modulair bouwen genoemd. Modulair bouwen is een gestandaardiseerde manier om klantspecifiek en flexibel te produceren. Een gebouw bestaat dan uit gemakkelijke demonteerbare componenten en materialen waardoor vervanging, hergebruik of recycling aanzienlijk eenvoudiger en goedkoper wordt (Mignacca et al., 2020).

Naast nieuwe verdienmodellen is het noodzakelijk om efficiënt op grote schaal gestandaardiseerde circulaire bouwproducten, materialen en componenten te produceren. Door activiteiten van de bouwplaats te verplaatsen naar een fabrieksomgeving neemt de efficiëntie enorm toe. Hedendaagse state-of-the-art industrieel bouwen vertegenwoordigt een geavanceerde manier om gebouwen te

produceren, gebruikmakend van verschillende materialen, geïntegreerd in transporteerbare componenten. Industrieel bouwen kent verschillende gradaties (Heesbeen, 2020):

- Prefabricage: In de bouwsector impliceert prefabricage over het algemeen het bouwen in een fabriek van componenten of volledige modules die sterk lijken op hetgeen wat op de bouwplaats wordt gemaakt. Het voordeel van bouwen in een fabriek is de bescherming tegen weersomstandigheden en de kwaliteit is beter te controleren.
- Mechanisatie: Mechanisatie treedt op wanneer machines worden gebruikt om het werk van arbeid te vergemakkelijken (elektrisch gereedschap, enz.). Meestal gaat prefabricage gepaard met enige mechanisatie doordat elektrisch gereedschap gebruikt wordt.
- Automatisering: Met automatisering nemen machines de taken, die anders gedaan zouden worden door arbeid, volledig over.
- Robotica: Met robots is het mogelijk om computergestuurd te fabriceren. Het is dan mogelijk om complexe vormen te genereren waarvan het ene component net iets verschilt ten opzichte van het andere. Hierdoor is het mogelijk om op grote schaal producten en componenten te produceren welke toch onderling kunnen verschillen en aangepast kunnen worden aan de wensen en behoeften van de klant.

Naast dat de efficiëntie toeneemt zorgt dit er ook voor dat het bouw- en sloopafval vermindert en zou dit het deconstructieproces kunnen verbeteren, waardoor het bereiken van een gesloten (materiaal)kringloop mogelijk wordt (Mignacca et al., 2020). Een aandachtspunt bij industrieel bouwen is om vooraf na te denken over hoe de materialen in de bouwcomponenten bij elkaar worden gehouden en dat dit dus niet gebeurt middels permanente verbindingen. Anders is het niet mogelijk om tegemoet te komen aan de toekomstige veranderde behoeften van de gebruiker of om het ontwerp aan te passen dan wel dat, aan het einde van de technische levensduur (Eol), deze worden gedemonteerd. Industrieel bouwen is een efficiënte manier om massaproductie te realiseren (Heesbeen, 2020).



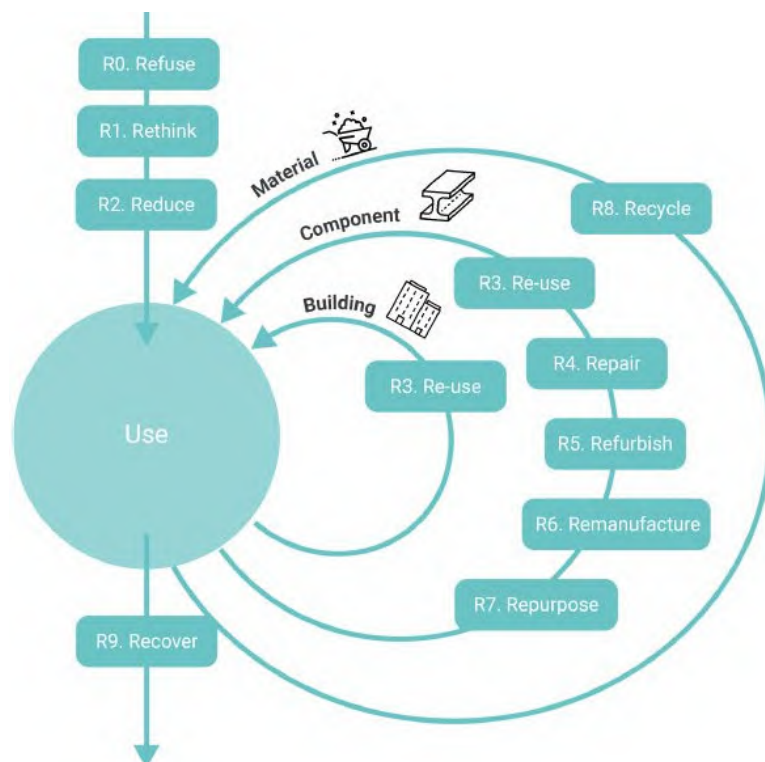
FOTO 2: GEVELELEMENTEN VOLLEDIG GEPREFABRICEERD IN DE FABRIEK, D.D. 21-06-2020 (EIGEN FOTO).

### 3.4 Hergebruik: circulaire materiaal- en communicatiestromen

Verschillende wetenschappers stellen dat het bouwen met hergebruikte componenten en materialen verschilt t.o.v. het traditionele bouwen met nieuwe componenten en materialen en dat dit een andere manier van het organiseren van informatie vereist (Gorgolewski, 2019; Van den Berg, 2019). Van den Berg (2019) stelt een nieuwe volgorde van levenscyclusfasen voor bouwprojecten voor om het beheer van circulaire bouwprojecten te verbeteren. Beginnend met de sloop en gevolgd door ontwerp-, bouw- en exploitatiefasen in een continue cyclus. Om het ontwerp te kunnen maken, moeten de teruggewonnen componenten vroegtijdig worden geïdentificeerd, al tijdens de startfase van het

project (Kozminska, 2019). Hiervoor is een interdisciplinair en flexibel ontwerpproces nodig dat de samenwerking tussen experts uit verschillende disciplines mogelijk maakt (Kozminska, 2019). Volgens meerdere wetenschappers speelt de architect een grote rol in het proces van hergebruik. Het ontwerpteam zou echter meer geïntegreerd en uitgebreid moeten worden (Kozminska, 2019; Gorgolewski, 2019). Voorgestelde samenwerkingspartners zijn onder meer, sloop- en demontage experts, materiaalwetenschappers, gespecialiseerde vakmensen en productontwikkelaars. Dit zou kunnen helpen bij het inschatten van de juiste kenmerken en hoeveelheden van de teruggewonnen componenten die vroeg in de ontwerpfase nodig zijn, en zou daarom bijdragen aan het bevorderen van hergebruik (Rakhshan et al., 2020).

Door de verschillende circulaire ontwerpstrategieën zoals een ‘Design for Disassembly’ (DfD) of ‘Design for Circularity’ (DfC)-strategie ontstaan er nieuwe denkwijzen met betrekking tot de circulatie en opslag van componenten en materialen. Het idee van gebouwen als materiaalbanken (tijdelijke opslag van materialen waaruit de gebouwen bestaan), werpt een nieuw licht op de kwaliteit van bouwmaterialen en producten en hoe deze kwaliteit te behouden. De basisgedachte is eenvoudig: hoogwaardig, puur materiaalgebruik en herbruikbaar of één van de andere gradaties van circulariteit (R-ladder). De implicaties voor de toeleverings- en waardeketen zijn echter groot doordat producten, componenten en materialen moeten blijven circuleren in de economie (Geldermans, 2020). Meerdere onderzoekers hebben deze circulaire materiaalstromen en gradaties van circulariteit gevisualiseerd. Zoals Reike et al. (2018), zie hiervoor bijlage C. Uit de wetenschappelijke literatuur komt duidelijk naar voren dat hergebruik kan plaatsvinden op verschillende niveaus: Product (gebouw), Component en Materiaal. Op het niveau van componenten zijn de meeste hergebruik-mogelijkheden. Dit is door Meijers (2020) gevisualiseerd in onderstaand figuur:



FIGUUR 9: TOEPASSING VAN DE R-LADDER OP DE GEBOUWDE OMGEVING (MEIJERS, 2020)

### Gebouw- en materialenpaspoort

Doordat een circulair gebouw uit vele honderden producten, materialen en componenten bestaat is het nodig om deze allemaal te registreren zodat deze producten, materialen en componenten een



identiteit krijgen. Een tool voor het registreren van deze producten, materialen en componenten die bij de bouw zijn gebruikt en hoe deze zijn verwerkt is een materialenpaspoort. Met behulp van het materialenpaspoort krijgen materialen een identiteit en wordt het terugwinnen van materialen bij de sloop of demontage veel eenvoudiger en daardoor kunnen deze producten, materialen en componenten worden hergebruikt in andere vastgoedprojecten. In bijlage D is een voorbeeld van een materialenpaspoort opgenomen.

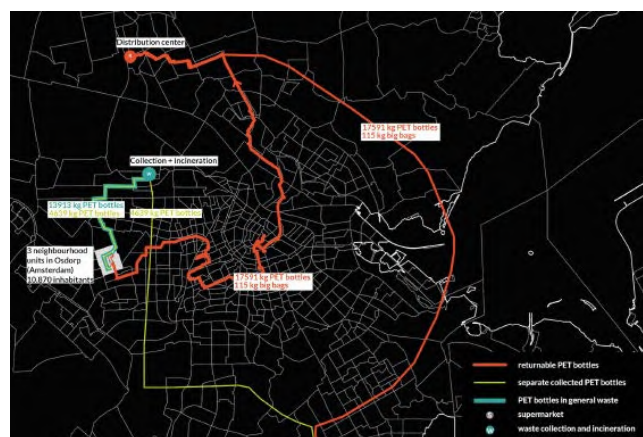
### Materialstromen

Een andere methode om de materiaalstromen in kaart te brengen is de 'Material Flow Analysis' (MFA). Geldermans et al. (2017) hebben de 'Activity-based Spatial Material Flow Analysis' (AS-MFA) methode ontwikkelt. Deze methodologie biedt een systematische manier om materiaalstromen binnen regio's te analyseren met behulp van de drie systeemcomponenten:

1. Economische activiteiten.
2. Activiteit gerelateerde materialen.
3. Stakeholders en hun onderlinge relaties.

Hierbij worden dus de materiaalstromen en materiaalvoorraden gekoppeld aan de betrokken stakeholders en hun locaties inclusief de hoeveelheden en de kwaliteit van de materialen. De doelstellingen van de AS-MFA zijn divers: om de kwalitatieve en kwantitatieve afvalstroomspecificaties in ruimte en tijd te bepalen, specifieke activiteiten met betrekking tot materiaalstromen en voorraden te identificeren, de belangrijkste fysieke en menselijke processen in het gebied te identificeren, te ontdekken hoe en waar dergelijke processen met elkaar zijn verbonden en te visualiseren wat de omvang is van de materialen en materiaalstromen (Geldermans et al., 2017). Om deze doelen te behalen worden er zes stappen doorlopen:

1. Bepaling van de materiaal scope: Het kiezen van materiaal. De beschikbaarheid van informatie is essentieel, evenals de traceerbaarheid en de redenen voor de selectie van een specifiek materiaal.
2. Het definiëren van de toeleveringsketen: Dit moet bepaald worden per materiaalstroom. Door de hele waarde- en toeleveringsketen te begrijpen, wordt een systeem perspectief genomen. De afvalstromen en bijproducten van alle activiteiten moeten worden geïdentificeerd.
3. Selectie van geografisch gebied en ruimtelijke schalen: Des te kleiner het te onderzoeken gebied, hoe gedetailleerder de analyse. Dit hangt nauw samen met de stakeholdersanalyse.
4. Definiëren van de toeleveringsketen: De specifieke activiteiten uit de geselecteerde regio worden geïdentificeerd, evenals de actoren.
5. Datacollectie materialen: De gegevens over hoeveelheden en kwaliteit van het materiaal worden verzameld. De 'mass balance' per stakeholder is eenvoudig, de invoer moeten gelijk zijn aan de uiteindelijke som van voorraad en output. Het wordt gemeten in, kilogram of ton. In deze stap worden meer gegevens verzameld, zoals de kwaliteit van de materiaalimport, voorraad en output.
6. Visualisatie van de resultaten (in de geografische context): Het uiteindelijke resultaat is het visualiseren van de voorgaande



FIGUUR 10: VISUALISATIE STAP 6 (GELDERMANS ET AL., 2017)

stappen in een fysieke kaart, waarbij met lijnen en breedtes de hoeveelheden materialen en hun stromen worden weergegeven, volgens de activiteiten die door elke stakeholder worden uitgevoerd.

Het AS-MFA is een nuttig hulpmiddel voor beslissers op het gebied van afval- en milieubeheer, maar minder nuttig om te gebruiken voor de bouwsector. Het principe van in kaart brengen van de materiaalstromen en dit visualiseren is wel bruikbaar.

Het hergebruiken van componenten kan op verschillende manieren. Meijers (2020) definieert hiervoor meerdere mogelijkheden:

1. On-site hergebruik: Hergebruik van componenten op dezelfde locatie.
2. Off-site hergebruik: Hergebruik van componenten op een andere locatie.
3. Hergebruik zonder revisie van de componenten.
4. Hergebruik met revisie van de componenten.
5. Hergebruik binnen de vastgoedportefeuille van de klant.
6. Hergebruik vanuit de markt.

Het type hergebruik speelt een belangrijke rol bij de impact op het milieu. Hergebruik ter plaatse op dezelfde locatie resulteert in een lager energieverbruik en een lagere uitstoot van CO<sub>2</sub> doordat er minder transportbewegingen nodig zijn. De milieu impact van hergebruik elders hangt sterk af van de af te leggen logistieke afstand en het daarmee samenhangende energieverbruik en CO<sub>2</sub> uitstoot (Meijers, 2020; Ghiseline et al., 2018).

### 3.5 Knelpunten bij hergebruik van materialen en componenten

Op projectniveau zijn er veel uitdagingen als gevolg van het ontbreken van een gevestigde markt voor hergebruik. De beperkingen aan de aanbodzijde leiden tot uitdagingen in de realisatie van circulaire gebouwen. Het gebrek aan kennis en ervaring evenals een negatieve houding ten opzichte van hergebruik zijn andere knelpunten. Ook het gebrek aan informatie over de beschikbaarheid, hoeveelheid en kwaliteit van teruggewonnen en beschikbare materialen en componenten vormt een uitdaging.

Naast knelpunten op organisatieniveau zijn er ook diverse knelpunten op projectniveau beschreven in de wetenschappelijke literatuur. Deze knelpunten houden met name verband met het hergebruiken van materialen en componenten binnen een nieuw project.

1. Sorteren, transporteren en reviseren: De meeste gebouwen zijn niet ontworpen en gebouwd om makkelijk te demonteren. Dit leidt tot beperkingen in de snelheid en mogelijkheden van de deconstructie. Deconstructie duurt soms langer vanwege verschillende problemen zoals ruimtegebrek, complexiteit van het ontwerp of de geografische locatie (Rakhshan et al., 2020). Andere belemmeringen zijn onder meer problemen met de grote omvang van sommige teruggewonnen componenten en het unieke ontwerp van gebouwen, wat leidt tot een probleem met standaardisatie. (Van Stijn & Gruis, 2019a; Van den Berg, 2019).
2. Geen gevestigde markt: Het ontbreken van een gevestigde markt van hergebruikte componenten resulteert in problemen zoals componenten die niet op het juiste moment beschikbaar zijn, in de juiste hoeveelheden of in de juiste kwaliteit. (Van den Berg, 2019; Rakhshan et al., 2020). Dit heeft dan ook gelijk zijn invloed op de totstandkoming van deze markt. Vanwege de beperkte markt moeten materialen en componenten op dit moment voor een langere periode worden opgeslagen. Het ontbreken van een goed beheerde toeleverings- en waardeketen leidt tot een beperking van een consistente levering van herbruikbare componenten en dit kan leiden tot hogere kosten en zelfs grotere milieueffecten (Rakhshan

et al., 2020; Van den Berg, 2019). Daarom wordt 'closed loop supply chain management' of eigenlijk retourlogistiek van groot belang geacht om deze problemen op te lossen. Hiervoor is een nauwe samenwerking tussen partijen in de waardeketen vereist.

3. Ontbreken van informatie: Een grote uitdaging is het gebrek aan informatie over de beschikbaarheid, hoeveelheid en kwaliteit van teruggewonnen en beschikbare materialen en componenten (Kozminska, 2019). De beschikbaarheid van voldoende informatie over de kenmerken, details en tekeningen van de teruggewonnen componenten kan bijdragen aan meer hergebruik (Rakhshan et al., 2020). Voorgestelde manieren om dit te organiseren zijn onder meer aanwezigheid van een lijst met de teruggewonnen componenten vanaf het begin van de ontwerpfase (Rakhshan et al., 2020) en de toepassing van slimme technologieën zoals BIM (Building Information Model) model van het project waarin alle informatie digitaal beschikbaar is en opgeslagen (Gorgolewski, 2019; Van den Berg, 2019).
4. Gebrek aan kennis en ervaring: Adviseurs en bouwondernemingen hebben zelden kennis en ervaring om te ontwerpen en te bouwen met hergebruikte componenten en materialen. Meerdere onderzoekers geven aan dat dat door dit gebrek aan kennis en ervaring dit een negatief effect heeft op het daadwerkelijke hergebruik van materialen en componenten in bouwprojecten en dat het daarom noodzakelijk is om mensen hiervoor op te leiden. (Van den Berg, 2019; Kozminska, 2019; Rakhshan et al., 2020).
5. Wet- en regelgeving: Door huidige wet- en regelgeving is het vaak niet mogelijk om alle materialen en componenten zomaar her te gebruiken. Vaak moet er worden aangetoond dat deze materialen en componenten voldoen aan de daarvoor geldende normen en specificaties. Dit betekent dat in het begin van een project dit tot extra 'werk' leidt voor adviseurs en bouwondernemingen om aan te tonen dat wordt voldaan zodat een Omgevingsvergunning Bouw wordt afgegeven (Gorgolewski, 2019; Kozminska, 2019).
6. Houding en mentaliteit: De houding en mentaliteit van diverse stakeholders wordt als knelpunt benoemd voor het hergebruiken van componenten en materialen in bouwprojecten. Eén van de redenen hiervoor is het esthetische uiterlijk. Als men hergebruikte materialen en componenten vergelijkt met nieuwe dan ogen deze als van mindere kwaliteit. Een andere reden is de angst voor mogelijke risico's (en complicaties) bij het hergebruik van componenten en materialen. Deze houding verschilt per materiaal. Hergebruik van bijvoorbeeld staal, dat misschien niet eens zichtbaar is, wordt als onaantrekkelijk beschouwd, terwijl de esthetiek van teruggewonnen hout wordt gezien als een van de belangrijkste redenen om hout te hergebruiken. Hoewel deze houding ten opzichte van hergebruik geleidelijk verandert, wordt het nog steeds genoemd als een belangrijk knelpunt (Rakhshan et al., 2020; Pomponi & Moncaster, 2017).

### 3.6 Samenvatting

Gebouwen hebben een lange technische levensduur en bestaan uit vele honderden componenten die dynamisch in ruimte en tijd in elkaar inwerken dit maakt het complexer in vergelijking met consumentengoederen om de principes van een CE op toe te passen. Nelissen et al. (2018) definiëren circulair bouwen al volgt:

"Circulair bouwen betekent het ontwikkelen, gebruiken en hergebruiken van gebouwen, gebieden en infrastructuur, zonder natuurlijke hulpbronnen onnodig uit te putten, de leefomgeving te vervuilen en ecosystemen aan te tasten. Bouwen op een wijze die economisch en ecologisch verantwoord is en bijdraagt aan het welzijn van mens en dier. Hier en daar, nu en later" (Nelissen et al., 2018).

Uit deze definitie kan ook afgeleid worden dat volledig circulair bouwen tevens betekent aardgasvrij, energieneutraal en met behoud van biodiversiteit met als doel om tot een circulair gebouw te komen (Nelissen et al., 2019).

Om tot een circulair gebouw te komen moeten de principes van een CE worden gevolgd. Cheshire (2019) heeft vijf CE-ontwerpprincipes voor gebouwen gedefinieerd:

1. Ontwerpen in (bouw)lagen, conform het 'shearing layers' model van Brand (1994).
2. Ontwerpen vanuit afval.
3. Ontwerp voor aanpassingsvermogen, zowel een flexibel gebouw als een aanpasbaar gebouw.
4. Ontwerp voor demontage en hergebruik (DfD), hierdoor kunnen hele gebouwen hergebruikt worden.
5. Gebruik van circulaire materialen.

Eberhardt et al., (2020) kwamen tot de conclusie dat er 16 overkoepelende ontwerp- en constructie strategieën zijn voor een CE in de gebouwde omgeving. Hierbij kwam ontwerp voor demontage en hergebruik het vaakst voor. Dit wordt gebruikt om het gebouw, componenten of materialen zo te ontwerpen dat ze gemakkelijk kunnen worden gemonteerd / gedemonteerd om bijvoorbeeld direct hergebruik of recycling mogelijk te maken, gemakkelijk onderhoud en dat het gebouw gemakkelijk aangepast kan worden en daarmee flexibel is. Een belangrijke voorwaarde is dat er geen permanente verbindingen worden toegepast. Van Stijn & Gruis (2019b) voegen hier het 'modulaire, massa-aanpasbare, cyclische 'bouwsysteem' aan toe. In dit bouwsysteem worden de meeste (materiaal)kringlopen verkleind, vertraagd en gesloten.

Het is nu belangrijk om in een vroeg stadium van het ontwikkelingsproces na te denken over 'hoe' het circulaire gebouw in gestandaardiseerde elementen wordt opgebouwd en op den duur weer wordt gedemonteerd of geremonteerd. Dit wordt ook wel modulair bouwen genoemd. Modulair bouwen is een gestandaardiseerde manier om klantspecifiek en flexibel te produceren. Een gebouw bestaat dan uit gemakkelijke demonteerbare componenten en materialen waardoor vervanging, hergebruik of recycling aanzienlijk eenvoudiger en goedkoper wordt (Mignacca et al., 2020). Door activiteiten van de bouwplaats te verplaatsen naar een fabrieksomgeving neemt de efficiëntie enorm toe. Hedendaagse state-of-the-art industrieel bouwen vertegenwoordigt een geavanceerde manier om gebouwen te produceren, gebruikmakend van verschillende materialen, geïntegreerd in transporteerbare componenten door Robotica. Met robots is het mogelijk om computergestuurd te fabriceren. Het is dan mogelijk om complexe vormen te genereren waarvan het ene component net iets verschilt ten opzichte van het andere. Hierdoor is het mogelijk om op grote schaal producten en componenten te produceren welke toch onderling kunnen verschillen en aangepast kunnen worden aan de wensen en behoeften van de klant. Naast dat de efficiëntie toeneemt zorgt dit er ook voor dat het bouw- en sloopafval vermindert en zou dit het deconstructieproces kunnen verbeteren, waardoor het bereiken van een gesloten (materiaal)kringloop mogelijk wordt (Mignacca et al., 2020). Industrieel bouwen is een efficiënte manier om massaproductie te realiseren (Heesbeen, 2020).

## 4. Circulaire bedrijfsmodellen (CBM)

### 4.1 Introductie CBM

Het realiseren van een Circulaire Bouweconomie (CBE) vraagt om een fundamentele systeemverandering. Voor dit nieuwe economisch systeem zijn nieuwe bedrijfsmodellen (BM) nodig. Om de transitie naar een CE te maken is het belangrijk dat gevestigde bedrijven in de bouwsector circulariteit gaan introduceren in hun bedrijfsmodellen. Bedrijfsmodellen spelen dan ook een belangrijke rol in de transitie naar een CE (Heesbeen, 2020; Bocken, 2020; Manninen et al., 2018; Frishammar & Parida, 2018). Voor de transitie naar een CE zijn nieuwe BM nodig voor het realiseren van de economische voordelen terwijl ze ook ecologische als sociale waarde opleveren (Pieroni et al., 2019; Leising et al., 2018). Daarom hebben beleidsmakers, praktijkmensen en onderzoekers zich de afgelopen jaren steeds meer gericht op CBM (Nußholz, 2017). Dit illustreert dat gevestigde bedrijven een sleutelrol spelen in deze transitie, door de ontwikkeling en implementatie van een CBM (Vermunt et al., 2019). Het ontwerpen en ontwikkelen van een nieuw CBM waarbij de (materiaal)kringlopen zijn gesloten raakt bijna alle, zo niet alle 'bouwstenen' van het huidige lineaire bedrijfsmodel (LBM) van een organisatie. Transformaties naar een CBM zijn van nature genetwerkt (netwerkorganisatie): ze vereisen samenwerking, communicatie en coördinatie binnen complexe netwerken van onderling afhankelijke en onafhankelijke stakeholders. De uitdaging van het opnieuw ontwerpen van een CBM binnen een bestaand business ecosysteem is het vinden van de "win-win" (Heesbeen, 2020).

Een bedrijfsmodel (BM) is de grondgedachte van hoe een organisatie waarde creëert, levert en behoudt (Osterwalder, 2009). Volgens Frishammar & Parida (2018) en Laline (2019) beantwoordt het BM vier kernvragen langs vier dimensies: wat, hoe, wie en waarom? Zowel een lineair bedrijfsmodel (LBM) als een circulair bedrijfsmodel (CBM) beantwoorden deze vragen. Het verschil is dat een product in een LBM na een relatief korte periode geen waarde meer toevoegt nadat de consument het product heeft gebruikt. Een product in een CBM blijft waarde toevoegen doordat producten kunnen worden hergebruikt of gerecycled.

- **Wat:**  
Waardecreatie/smart input: Wat wordt aangeboden aan de klant? Als voorbeeld: welk type product of service? Dit wordt de 'waardecreatie' dimensie genoemd. Hierbij wordt er gefocust op klanttevredenheid i.p.v. verkoop. Producten moeten kunnen worden hergebruikt of gerecycled worden. Dit vergt of retourlogistiek of bedrijven moeten hun producten als een service (PaaS) gaan aanbieden en ze op deze manier gaan verkopen. Daarnaast moet er wel 'open access' zijn bij de klant. Met andere woorden: de klant moet worden betrokken. Elk kwadrant vergt daarnaast een andere 'mindset'. In bijlage A is het leiderschap kwadranten model van Laline (2019) toegevoegd.
- **Hoe:**  
Waarde levering (smart output): Hoe worden activiteiten en processen ingezet om de beloofde waarde te leveren? Welke specifieke logistieke middelen en mogelijkheden zijn bijvoorbeeld nodig? Dit is de dimensie voor 'waarde levering'. Producten moeten worden gemaakt in specifieke processen met gerecyclede materialen. Hiervoor zijn niet alleen specifieke capaciteiten nodig maar moeten er ook systemen voor retourlogistiek worden gecreëerd alsook het onderhouden van relaties met andere bedrijven en klanten om te zorgen dat materiaalkringlopen daadwerkelijk worden gesloten. Zodra de eerste versie van een product of dienst wordt uitgerold naar de klant wordt er zo snel als mogelijk om feedback gevraagd.
- **Wie:**  
Waarde governance/stewardship: Om circulaire producten of diensten te verkopen is het noodzakelijk dat het juiste talent wordt aangetrokken om de verschillende kwadranten te

vullen. Elk kwadrant heeft een andere mindset dus een diversiteit aan professionals in de organisatie is noodzakelijk. Talent dat verstand heeft van Bol, Mol en Eol moet worden aangenomen. Het leiding geven gaat verder dan de productcontext en is in mijn optiek het best te vergelijken met een 'Steward leader'.

- **Waarom:**

Waarde behoudt: Waarom is het verdienmodel financieel levensvatbaar? Dat wil zeggen, wat zijn de mogelijke inkomstenbronnen en zijn deze voldoende groot? Het verdienmodel verandert als producten als een service worden verkocht. In dit kwadrant wordt de markt verder betrokken en worden er strategische partnerschappen aangegaan. Het bedrijf groeit gestaag verder, de inkomsten en winst nemen toe, er wordt waarde gecreëerd en de organisatie wordt getransformeerd. Als leider demonstreer je, je bekwaamheid en je wil voor politieke verandering om vervolgens nieuwe acties te bedenken om de cirkel naar het eerste kwadrant (waardecreatie) te sluiten. Zodoende ontstaat er een nieuwe "wat" (smart input).

In een CBM worden de basisprincipes van een CE toegepast. Een CBM kan worden gedefinieerd als de grondgedachte van hoe een organisatie waarde creëert, levert en vastlegt om materiaalkringlopen te sluiten en te vertragen. Deze CBM zijn van nature genetwerkt en vereisen samenwerking, communicatie en coördinatie binnen complexe netwerken van onderling afhankelijke maar onafhankelijke stakeholders (Heesbeen, 2020; Bocken, 2018; Achterberg et al., 2016).

Frishammar & Parida (2018) definiëren een CBM als volgt: "Een circulair bedrijfsmodel is een bedrijfsmodel waarbij een organisatie ('wie'), samen met zijn partners, innovatie ('hoe') gebruiken om waarde ('wat') te creëren, te leveren en te behouden ('waarom') om zodoende het gebruik van de grondstoffen te minimaliseren en daarbij de levensduur van producten en onderdelen te verlengen, waardoor ecologische, sociale en economische voordelen worden behaald".

Geissdoerfer et al. (2018) definiëren een CBM als volgt: "CBM kunnen worden gedefinieerd als duurzame Bedrijfsmodellen - dit zijn bedrijfsmodellen die gericht zijn op oplossingen ('wat') voor duurzame ontwikkeling door het creëren van extra monetaire en niet-monetaire waarde door het proactieve management van meerdere belanghebbenden en met een langetermijnperspectief - die specifiek gericht zijn op oplossingen voor een CE, door elementen op te nemen die de (materiaal)kringlopen vertragen, verkleinen en sluiten, door middel van een circulaire waardeketen en afstemming van de incentives van belanghebbenden". De definitie van Geissdoerfer et al. (2018) illustreert duidelijk de drie circulaire strategieën van het vertragen, verkleinen en sluiten van (materiaal)kringlopen. Als ook het belang van afstemming met de waardeketen.

Met de kennis van nu zou ik een CBM zelf definiëren als:

"Een circulair bedrijfsmodel is de grondgedachte van hoe een organisatie waarde creëert (smart input), levert (smart output) en behoudt. Hierbij wordt er gefocust op klanttevredenheid. Wordt het juiste talent aangetrokken en neemt de organisatie zijn verantwoordelijkheid in de gehele circulaire waardeketen om zodoende (materiaal)kringlopen te vertragen, te verkleinen en te sluiten".

## 4.2 CBM en de rol van retourlogistiek

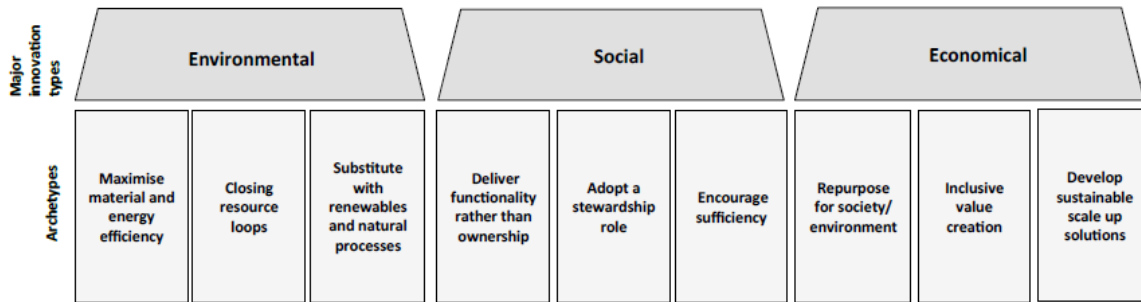
Circulaire bedrijfsmodellen (CBM) kunnen geclassificeerd worden op verschillende manieren. Zo zijn deze te categoriseren op basis van hun strategieën voor waardecreatie zoals Ten Wolde (2016) destijds heeft voorgesteld. Maar CBM kunnen ook gecategoriseerd worden in het ReSOLVE-raamwerk van de EMF (2015) of op basis van het vertragen, verkleinen en sluiten van (materiaal)kringlopen.

Het ReSOLVE-raamwerk, gebaseerd op CE-principes, is ontwikkeld als een hulpmiddel voor het genereren van circulaire strategieën en groei-initiatieven om overheden en bedrijven te helpen bij de

overgang naar een CE (EMF, 2015). Het ReSOLVE-raamwerk stelt zes bedrijfsacties voor (Regenerate, Share, Optimise, Loop, Virtualise en Exchange) die, op verschillende manieren, de levensduur van producten verlengen, het gebruik ervan vergroten en / of verschuiven van eindige naar hernieuwbare bronnen. Deze zes elementen kunnen worden toegepast op producten, gebouwen, wijken, steden, regio's of zelfs hele economieën (ARUP, 2016). De elementen uit het ReSOLVE-raamwerk worden hieronder toegelicht en bestaan dus uit "Hoe"(waarde levering):

- **Regenerate** (regenereren): Het impliceert de verschuiving naar hernieuwbare energie en materiaal, evenals het terugwinnen, behouden en regenereren van de gezondheid van ecosystemen en de terugkeer van teruggewonnen biologische hulpbronnen naar de biosfeer.
- **Share** (delen): Het verwijst naar het vertragen van de productlussen door het gebruik ervan te maximaliseren, door ze onder verschillende gebruikers te delen (bijv. Peer-to-peer delen van producten in privébezit of openbaar delen van een pool van producten), door ze te hergebruiken (bijv. Tweedehands), en door hun levensduur te verlengen door middel van onderhoud, reparatie en duurzaam ontwerp.
- **Optimise** (optimaliseren): Een organisatie kan optimaliseren door de prestatie en efficiëntie van een product te verhogen, door afval uit het productieproces en de waarde- en toeleveringsketen te verwijderen en door gebruik te maken van big data, automatisering, op afstand besturen en sturing. Deze acties worden uitgevoerd zonder het daadwerkelijke product of de feitelijke technologie te veranderen.
- **Loop** (herhalen): Dit betekent dat componenten en materialen in gesloten kringlopen moeten worden gehouden, waarbij prioriteit moet worden gegeven aan de binnenste cyclus. In het geval van eindige materialen in de technische cyclus, leidt dit tot herfabricage van producten of componenten, evenals recycling van materialen.
- **Virtualise** (virtualiseren): Het verwijst naar de dematerialisering van hulpbronnen door deze te verplaatsen naar een virtuele omgeving zoals het vervangen van fysieke producten en services door virtuele services. Vervanging van fysieke locaties door virtuele locaties zoals online winkelen, online kantooromgeving.
- **Exchange** (uitwisseling): Het impliceert de vervanging van oude materialen door geavanceerde niet-hernieuwbare, evenals de toepassing van nieuwe technologieën. (Bijvoorbeeld 3D-printen) en de selectie van nieuwe producten of diensten (bijvoorbeeld multimodaal transport).

Gebaseerd op het ReSOLVE-raamwerk hebben ARUP (2016) hebben deze ingevuld voor de bouwsector. Volgens ARUP (2016) hebben CBM behorend bij de categorieën 'Share' en 'Loop' de meeste impact. Het is ook mogelijk om een CBM te categoriseren op basis van archetypen voor duurzame bedrijfsmodellen. Bocken et al. (2016) hebben hiervoor destijds een archetypekader voor ontwikkeld wat bedoeld was om voorbeelden te geven van mechanismen en oplossingen die kunnen bijdragen aan het opbouwen van een CBM dan wel om circulaire kansen te identificeren in het BM. Door Ritala et al. (2018) is dit oorspronkelijke kader bijgewerkt en georganiseerd volgens de belangrijkste innovatierichting. Dit zijn de volgende innovatierichtingen: milieu, sociaal en economisch(governance). Hiervoor heeft een organisatie wel een ESG-strategie nodig)



FIGUUR 11: CBM ARCHETYPES (RITALA ET AL., 2018)

Deze archetypes volgens Ritale et al. (2018) zijn:

1. 'Optimize material and energy efficiency': gaat om het optimaliseren van de gebruikte producten en materialen.
2. 'Closing resource loops': gaat om het hergebruik van producten en materialen.
3. 'Substitute with renewables and natural processes'; gaat om innovaties op het gebied van hernieuwbare energie.
4. "Deliver functionality rather than ownership': richt zich op het weggaan van de noodzaak van eigendom om toegang te krijgen tot het gebruik en de functionaliteit van producten via servicemodellen zoals 'product-as-a-service' (PaaS).
5. 'Adopt a stewardship role': gaat over de rol en extra verantwoordelijkheid die een bedrijf kan opnemen om een specifiek sociaal of ecologisch probleem aan te pakken.
6. 'Encourage sufficiency': gaat over het beschouwen van langzame consumptie als onderdeel van het bedrijfsmodel. Zoals alleen de verkoop bevorderen van wat nodig is (Bocken & Short, 2016).
7. 'Repurpose for society/environment': gaat over het veranderen van de bedrijfsstructuur voor duurzaamheid. Deze bedrijven streven ernaar om te voldoen aan de hoogste normen voor 'ESG' in plaats van duurzaamheid. ESG staat voor Environment (milieu), Social (maatschappij) en Governance (governance).
8. 'Inclusive value creation': gaat over het delen van middelen, kennis en eigendom om zodoende 'waarde' te creëren.
9. 'Develop sustainable scale up solutions': gaat over het leveren van duurzame alternatieven op schaal om de duurzaamheidsvoordelen te maximaliseren. Voorbeelden zijn duurzaamheidsincubators en crowdsourcingplatforms gericht op duurzame initiatieven.

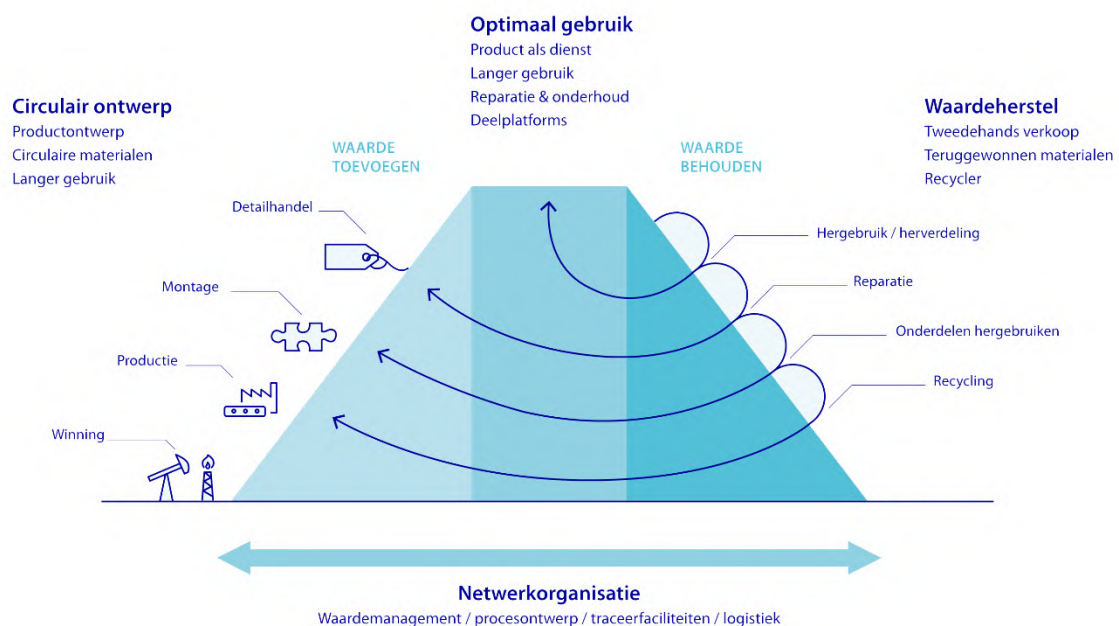
Volgens Nußholz (2017) zijn er verschillende manieren om circulaire strategieën te categoriseren. De meest gebruikte manier is op basis van het vertragen, verkleinen en sluiten van (materiaal)kringlopen (Heesbeen, 2020; Pieroni et al., 2019; Van Stijn & Gruis, 2019b):



Circulaire strategie	Omschrijving
Materiaal(kringlopen) verkleinen	Deze strategie is gericht op het verminderen van het materiaal dat in producten wordt gebruikt, waardoor hetzelfde resultaat met minder wordt bereikt. Deze aanpak heeft geen effect op de snelheid van de productstroom en kent geen service-cycli. Materiaal(kringlopen) verkleinen is dus geen doel van circulariteit, maar gaat over het verminderen van het gebruik van hulpbronnen in verband met producten en processen.
Materiaal(kringlopen) vertragen	Deze strategie is gericht op de uitbreiding en intensivering van het productgebruik door het ontwerp van producten met een lange levensduur en een verlenging van de levensduur van het product. Dit resulterend in een vertraging van de stroom van materialen.
Materiaal(kringlopen) sluiten	Deze strategie is erop gericht om de (materiaal)kringloop tussen post-use en productie door recycling te sluiten

TABEL 4: CIRCULAIRE STRATEGIEËN (BOCKEN ET AL., 2016)

De essentie van een CE ligt in het sluiten van de (materiaal)kringlopen (Heesbeen, 2020). Hierdoor is één van de belangrijkste componenten van een CBM de retourlogistiek ook wel 'closed-loop-supply chain' genoemd (Rakhshan et al., 2020; Holgado & Aminoff, 2019; Van den Berg, 2019). In een CE worden bedrijfsactiviteiten zo georganiseerd dat producten zo hoog en zo lang mogelijk op de 'Value Hill' blijven staan. Onderstaande afbeelding van Achterberg et al. (2016) illustreert dit:



FIGUUR 12: VALUE HILL CBM (ACHTERBERG ET AL., 2016)

Vier categorieën van CBM zijn geïdentificeerd: Circulair ontwerp, Optimaal gebruik, Waarde herwinning en Netwerkorganisatie (Achterberg et al., 2016). Hieronder worden deze toegelicht.

### Circulair Ontwerp:

Deze CBM richten zich op de ontwikkelingsfase en ontwerpfase van een product waarbij producten worden ontworpen om langer mee te gaan en dat producten makkelijker kunnen worden hergebruikt, gerepareerd of gerecycled.

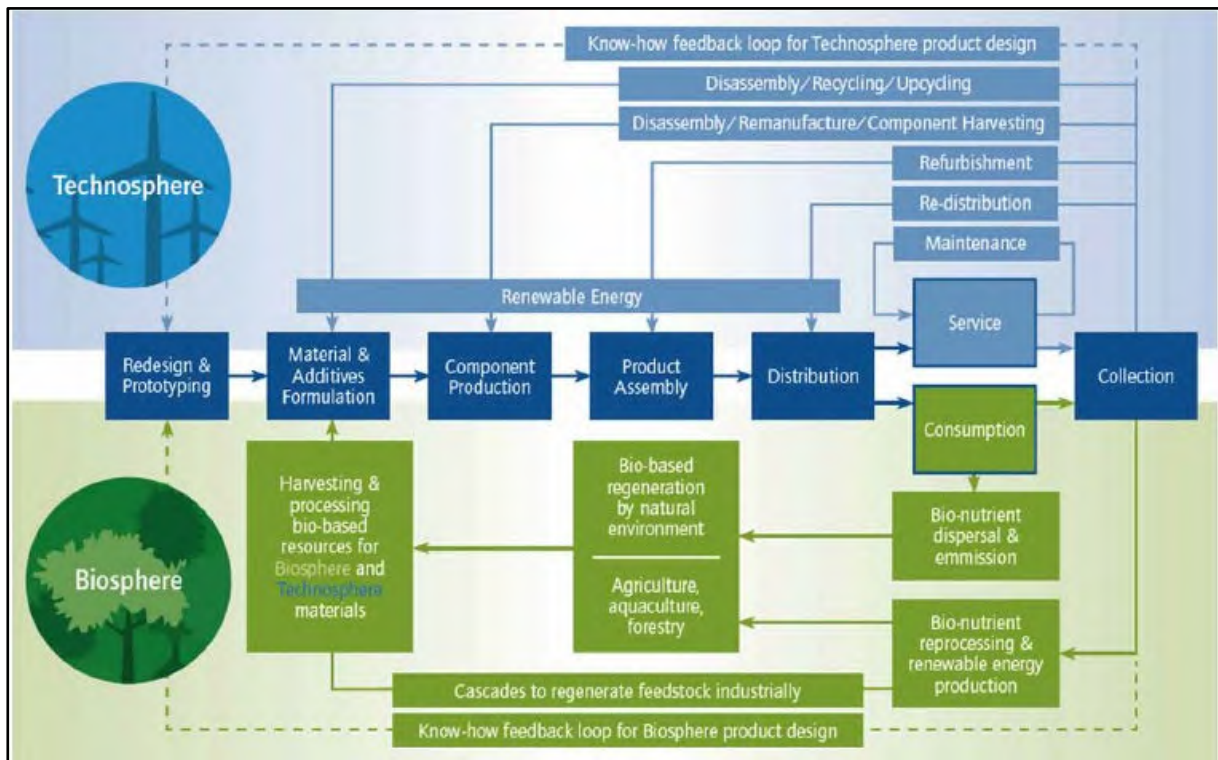
### Optimaal gebruik:

Deze CBM richten zich op de gebruiksfase van een product door gebruik te optimaliseren en daarmee de levensduur te verlengen en grondstoffen te besparen. Deze CBM maken het mogelijk om het

eigenaarschap van het product te behouden door bijvoorbeeld een product als dienst aan te bieden in plaats van het te verkopen. Hierdoor kan de producent of fabrikant de verantwoordelijkheid nemen voor de kwaliteit van het product tijdens de gehele productlevensduur. Voorbeelden hiervan zijn: product als een service, verkoop en terugkoop en deelplatforms.

**Waarde herwinning:**

Deze CBM richten zich op de output en toegevoegde waarde van een product na de gebruiksfase. Door de transformatie van gebruikte producten in nieuwe producten of bruikbare componenten wordt omzet gegenereerd. Retourlogistiek is essentieel voor dit CBM. Het butterfly model van de EMF (2013) als ook onderstaande afbeelding van EPEA illustreren de retourlogistiek middels pijlen.



FIGUUR 13: MATERIAALSTROMEN IN EEN CE (EPEA GMBH, 2020)

**Netwerkorganisatie:**

Een CBM wat gefocust is op een netwerkorganisatie richt zich op het organiseren en coördineren van activiteiten zodat er een circulair netwerk van bedrijven mogelijk wordt gemaakt (Achterberg et al., 2016). Om dit circulaire netwerk met elkaar te koppelen is retourlogistiek nodig.

Retourlogistiek omvat het ophalen van goederen, transport naar een bepaalde locatie en sorteren voorafgaand aan herfabricage, opknappen, hergebruik of recycling of, als dat niet lukt, verwijderen. Retourlogistiek speelt een belangrijke rol in het proces van bedrijven die de transitie willen maken naar een CE. Dit vereist regelingen voor retourlogistiek en een transactiemodel waarmee de (her)fabrikanten in de loop van de tijd economische controle over hun product kunnen behouden (Bakker et al., 2019). Voordat bedrijven retourlogistiek opzetten, moeten bedrijven de waardeketen evalueren waarin het bedrijf opereert. Bedrijven kunnen voor belemmeringen komen te staan, zoals het naleven van beleid dat het vervoer van afval regelt en de verschillen in kwaliteit en kwantiteit van de producten, componenten en materialen die retour komen naar de producent. Daarnaast worden er diverse financiële knelpunten gesignaleerd als gevolg van:

- Brede geografische spreiding van de verschillende producten, componenten en materialen.

- Inefficiëntie door gebrek aan schaal.
- Sorteren is arbeidsintensief en vergt ruimte (Holgado & Aminoff, 2019).

Het organiseren van retourlogistiek in de waardeketen zal uiteindelijk resulteren in een gebouw dat niet langer enkel een integratie is van producten, componenten en materialen die een verhuurbare functie vervullen, maar in plaats daarvan een verzameling van lopende servicecontracten die een groot aantal leveranciers en dienstverleners met elkaar verbinden. Het eigendom van diverse bouwsystemen zoals gevel, installaties, etc. zou in handen zijn van een meerdere partijen. Dit betekent dat er geen functioneel solide en volledig overdraagbaar onroerend goed kan worden gedefinieerd en dat partijen onderling goede (prestatie)afspraken moeten maken (Azcarate Aguerre et al., 2018; Van Stijn & Gruis, 2019).

Lewandowski (2016) heeft onderzocht hoe de principes van een CE kunnen worden toegevoegd aan het BM. Hiervoor is het 'business model canvas' (BMC) van Osterwalder (2009) als onderlegger gebruikt. Ten opzichte van het originele BMC heeft Lewandowski twee 'bouwstenen' toegevoegd, namelijk:

1. Adoption factors: wat gaat over dat de transitie naar een CBM moet worden ondersteund door verschillende organisatorische capaciteiten en externe factoren.
2. Take-Back system: wat is gebaseerd op het feit dat zowel voorwaartse als retourlogistiek benodigd is in een bedrijf dan wel in de waardeketen.

De karakteristieken van een CE zijn toegevoegd aan de overige bouwstenen. Heesbeen (2020) heeft de karakteristieken van een CBM voor de bouwsector ook verwerkt in het BMC, zie bijlage B. Hierbij is bij de waardeproposities toegevoegd wanneer de waardeproposities zich voordoen. In een LBM is de waarde meestal aan het eind van het proces, bijvoorbeeld bij aankoop, direct aanwezig. In een CBM hoeft dit niet het geval zijn. Dit kan zijn doordat producten, componenten en materialen opnieuw gebruikt kunnen worden doordat deze zich in een bepaalde technische levensfase bevinden zoals Bol, Mol of Eol. Daarnaast kan het gebouw ook circulair ontworpen zijn waardoor producten, componenten en materialen gedemonteerd en geremonteerd kunnen worden. Een CBM biedt alle stakeholders waarde en inkomsten op de lange termijn terwijl ze op weg zijn naar een duurzame omgeving. De producentenverantwoordelijkheid (Stewardship) loopt van de Bol tot en met de Eol en tot ver daarbuiten. Dit vertaalt zich ook terug in de 'inkomstestroom' aangezien de uitgebreide verantwoordelijkheid wordt beschouwd als een dienst die op een terugkerende manier wordt gecompenseerd.

### **Circulaire verdienmodellen:**

De termen 'bedrijfsmodel' en 'verdienmodel' zijn nauw met elkaar verbonden, maar hebben wel degelijk een verschillende betekenis. In de wetenschappelijke literatuur worden deze termen vaak door elkaar heen gebruikt. Een bedrijfsmodel beschrijft hoe een bedrijf waarde creëert, levert en behoudt. Een verdienmodel is hier onderdeel van en geeft inzicht in de wijze waarop waarde wordt gegenereerd en bestaat uit de opbrengsten- en kostenstructuur (Osterwalder, 2009).

Van Oppen et al. (2020) en Smeets (2019) maken onderscheidt in acht verdienmodellen die toegepast kunnen worden in de bouw:

1. Verkoop: een traditioneel model waarbij de producentenverantwoordelijkheid gelijk staat aan de wettelijke garantietermijn.
2. Verkoop + verlengde garantie: verkoop waarbij boven op de wettelijke termijnen extra garantietermijnen worden gegeven.

3. Verkoop + verlengde garantie + onderhoud: verkoop waarbij naast de extra garantie het onderhoud zal worden verzorgd door de producent.
4. Verkoop + full service contract: verkoop met daarbij een service contract dat de afnemer volledig ontzorgt. Denk hierbij aan: onderhoud, schade, verzekering, etc.
5. Lease: In dit model wordt een product gefinancierd door een derde partij. Het eigenaarschap ligt dus niet persé bij de producent maar kan ook bij de financier of zelfs de gebruiker liggen. Bij toepassing van een lease-model is het aan te raden om de daadwerkelijke circulariteit van het product te borgen door de retourname van het product door de producent te specificeren in het leasecontract. Voorbeeld: Façade-as-a-Service.
6. Verkoop + full service contract + terugkoop: In dit model wordt een product verkocht, biedt de producent een full-service contract aan (onderhoud, schade en verzekering) en koopt de producent het product aan het einde van de levensduur weer terug. Daarmee komt het eigenaarschap aan het einde van de levensduur dus weer terug bij de producent, waarmee een prikkel ontstaat om hoogwaardig hergebruik te stimuleren.
7. Verhuur: de gebruiker betaalt een vaste vergoeding aan de producent voor beschikbaarheid van het product. De producent loopt het financiële risico.
8. Pay-per-use: de gebruiker betaalt een variabele vergoeding aan de producent voor gebruik van het product (de prijs is gekoppeld aan een gebruiks- en/of prestatiefactor).

In de modellen 1 t/m 4 en 6 ligt het eigendom bij de gebouweigenaar. In modellen 5, 7 en 8 ligt het eigendom bij ofwel een financier (lease), ofwel bij de producent. Nieuwe CBM gebaseerd op 'Product-as-a-Service' (PaaS) zoals: productlease achteraf, verkoop met terugname na gebruik, verkoop met terugkoop na gebruik en contracten met service en updates inbegrepen, kunnen een interessante waardepropositie bieden voor alle betrokken stakeholders. Hierbij vindt dus ook een verschuiving plaats van macht en verantwoordelijkheid. De producent blijft voor de levensduur en of gebruiksduur van zijn product verantwoordelijk voor de kwaliteit van zijn product. Hij kan het product niet meer verkopen maar biedt de klant een service aan. Want die klant heeft een tijdelijke behoefte. En als de klant geen behoefte meer heeft aan de service. Dan geeft hij het product terug aan de producent. De producent wordt hierin getriggerd om dus kwalitatief goede producten te maken welke hij kan hergebruiken als hij deze terug krijgt. In de wetenschappelijke literatuur zijn er tal van PaaS voorbeelden. In de bouw- en vastgoedsector wordt er ook onderzoek gedaan om producten als een service te kunnen aanbieden. Een voorbeeld hiervan is de façade (gevel). Recent is er door Azcarate Aguerre et al. (2018) onderzoek gedaan naar de 'Façade-as-a-Service'. Uit dit onderzoek blijkt dat het potentieel voor Façade-as-a-Service binnen de huidige juridische en economische omgeving binnen handbereik is. Er moeten wel een aantal knelpunten worden geëlimineerd. Deze knelpunten verschillen per stakeholder, maar gedacht moet worden aan: gedeeltelijk eigendom door derden, lagere winst vooraf, ontwikkeling van nieuwe benodigde processen (personeel en opleiding), financieel model is gevoelig voor wereldwijde markttrends op het gebied van materiaal, grondstoffen en gegevensverzameling en privacy kwesties (Azcarate Aguerre et al., 2018).

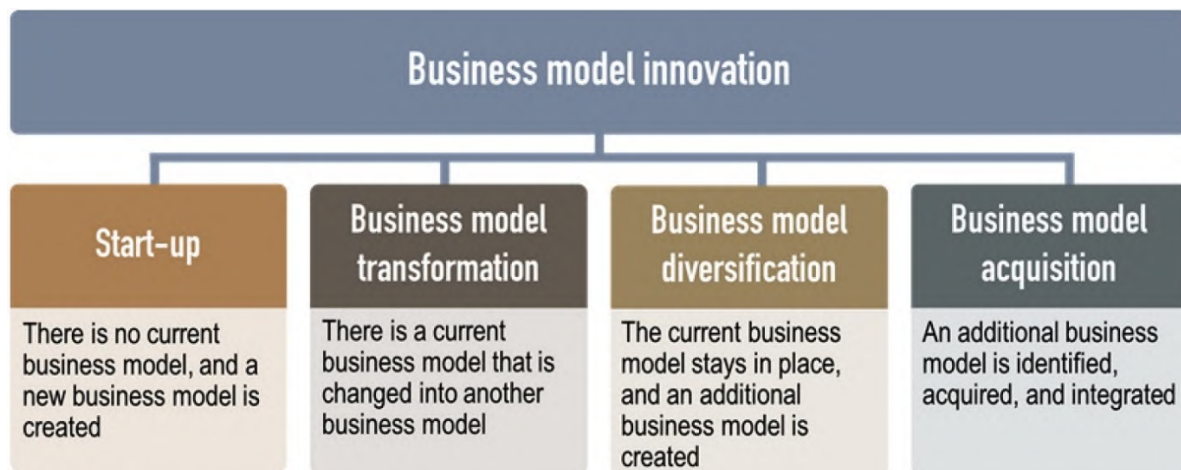
In meerdere CBM komt het aangaan van samenwerkingen met andere bedrijven binnen de waardeketen terug. Het realiseren van een CBM is sterk afhankelijk van de bijdragen van andere organisaties en bedrijven. Enkel focussen op het eigen bedrijf met de eigen klanten is niet voldoende voor de transitie naar een CBM (Frishammar & Parida, 2018). Circulaire bedrijfsmodelinnovatie (CBMI) wordt gezien als potentiële driver voor de transitie naar een CE (Bocken et al., 2019).

### 4.3 Circulaire bedrijfsmodelinnovatie (CBMI)

In de bestaande wetenschappelijke literatuur wordt suggereert dat bedrijfsmodelinnovatie (BMI) kan leiden tot meer circulariteit (Bocken et al., 2019). Dit omdat CBM een brede kijk hebben op de

waardecreatie van een bedrijf. Ze kijken naar de waarde die een bedrijf creëert: voor zichzelf, maar ook voor haar stakeholders en het milieu (Joyce, 2016). CBMI vereist een iteratief proces van verschillende fasen zoals ideevorming, implementatie en evaluatie en kan resulteren in verschillende graden van innovatie (bijvoorbeeld een nieuwe activiteit toegevoegd aan een bedrijfsmodel versus een allesomvattende verandering in verschillende elementen van het BM). Door te heroverwegen hoe een bedrijf waarde creëert, levert en vastlegt, kan innovatie van BM een holistische benadering zijn om de logica van waardecreatie van een bedrijf in overeenstemming te brengen met de principes van een CE. Met name bij gevestigde bedrijven houdt CBMI verband met het testen en opnieuw testen van een verscheidenheid aan bedrijfsmodellen om hun geschiktheid te beoordelen, maar het gaat ook over het in gang zetten van interne veranderingen binnen de organisatie, door stakeholders intern en extern bij het bedrijf te betrekken (Bocken et al., 2018). In de wetenschappelijke literatuur zijn er verschillende soorten BMI. Geissdoerfer et al. (2018) definiëren een BMI als volgt:

“Het bedenken en implementeren van nieuwe BM kan de ontwikkeling zijn van geheel nieuwe BM, de diversificatie naar aanvullende BM, de verwerving van nieuwe BM of de transformatie van het ene BM naar het andere. De transformatie kan het hele BM of individu beïnvloeden of een combinatie van waarde propositie, waardecreatie en levering, en elementen voor het vastleggen van waarde, de onderlinge relaties tussen de elementen en het waarde netwerk” (Geissdoerfer et al.,2018).



FIGUUR 14: VERSCHILLENDE TYPEN VAN BMI (GEISSDOERFER ET AL., 2018)

Een BM hoeft niet perse de cirkel zelf te sluiten om circulair te zijn. Als onderdeel van een groter ecosysteem kan één bedrijfsmodel worden toegevoegd aan andere bedrijfsmodellen (en bedrijven), Samen vormen zij dan een business ecosysteem. Het overschakelen van een LBM naar een CBM binnen een bestaand business ecosysteem is niet eenvoudig. Het is belangrijk om het perspectief te veranderen van een microbeeld van de waardeketen naar een geïntegreerd macrobeeld dat zich richt op de waardecreatie van verschillende partners als onderdeel van een bestaand ecosysteem (Kapoor, 2018). Een ecosysteem perspectief gaat verder dan dit niveau, omdat het evenveel aandacht besteedt aan de BM van andere relevante actoren. Er wordt bekeken hoe een veelheid aan BM kan worden gecombineerd om een collectief resultaat te bereiken (Fuller, 2019). Bocken et al. (2019) stellen daarom dat een bedrijfsmodel perspectief te klein is om een hogere mate van circulariteit te bereiken. Ook Takacs et al. (2020) vinden dat bedrijven hun perspectief moeten verbreden en accepteren dat hun producten een impact zullen hebben gedurende hun hele levenscyclus. Dit maakt het noodzakelijk om weg te gaan van een geïsoleerde kijk op kopen en verkopen langs de lineaire waardeketen naar een geïntegreerde systemische kijk waar bedrijven hun acties gezamenlijk moeten coördineren en hun processen moeten afstemmen op een gedeelde waarde propositie. Naast product-, dienst- en

bedrijfsmodelinnovatie is het dus noodzakelijk om het innovatieperspectief uit te breiden met het ecosysteem (Takacs et al., 2020; Bocken et al., 2019; Talmar et al., 2018).

Een CBM binnen een business ecosysteem vraagt om samenwerking tussen verschillende stakeholders. In de gebouwde omgeving zijn meerdere stakeholders actief, elk met hun respectievelijke, maar onderling verbonden, rollen en belangen. De stakeholders en hun rollen zullen veranderen in de transitie naar een circulair gebouwde omgeving. Sommige stakeholders maken niet direct deel uit van de waardeketen, maar hebben een beïnvloedende rol in het business ecosysteem, zoals wetenschappelijke onderzoeks- en kennisinstituten. Hierna volgt een overzicht van alle verschillende stakeholders in de gebouwde omgeving.

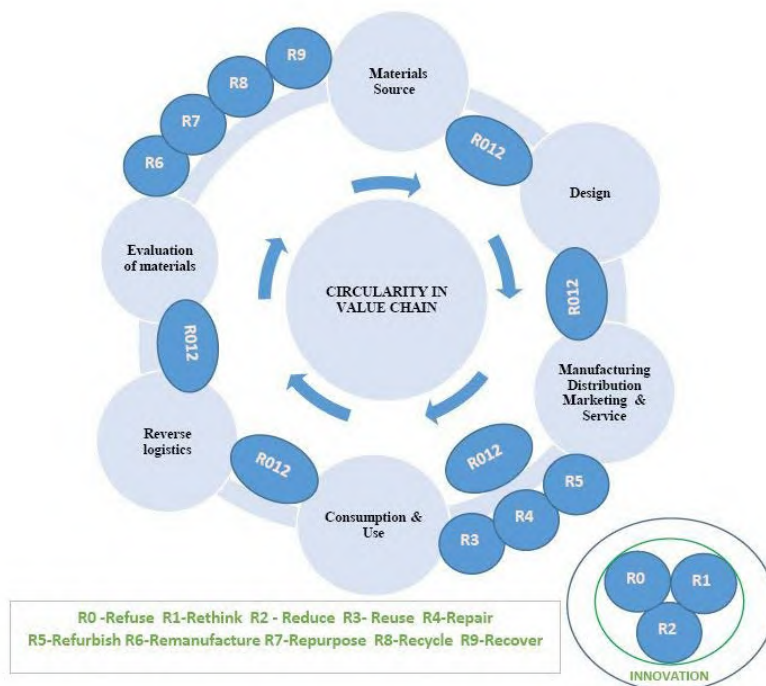
Stakeholder	Actor	Rol en belangen
Opdrachtgevers en ontwikkelaars	Vastgoedontwikkelaar	Zij bouwen, herontwikkelen of renoveren gebouwen.
		Ze beschouwen een gebouw als een asset op korte termijn. Het doel is winst maken.
		Zij huren derden in voor ontwerp, bouw, onderhoud en sloop.
	Vastgoedinvesteerder	Zij zijn betrokken in alle sectoren van de vastgoedmarkt.
		Zij investeren voor de lange termijn.
		Duurzaamheidsaspecten nemen zij mee in hun beslissing. Het belang van ESG compliance is groot.
	Vastgoedfinancier	Ze zijn betrokken bij de implementatie van evaluatie- en risicomodellen.
		Ze streven naar winstmaximalisatie in hun hele vastgoedportefeuille.
	Vastgoedeigenaar	Zij verstrekken leningen en financieren vastgoedprojecten.
		Zij zien gebouwen als een bezit.
In sommige gevallen zijn zij ook de gebruiker.		
Gebruiker	Belangrijk is de waarde(stijging) en de operationele winst die te behalen valt.	
	Ze beschouwen het gebouw als een object dat een ruimtelijke behoefte of functie vervult	
Facility manager	De huurprijs die zij betalen is direct gelinkt aan deze behoefte.	
	Zij zorgen ervoor dat alle faciliteiten aanwezig zijn en werken waardoor de gebruiker optimaal kan werken.	
Adviseurs en bouwondernemingen	Zij zijn de stakeholders die de constructie van gebouwen plannen, ontwerpen, berekenen en beoordelen volgens een vastgesteld budget en ontwerpeisen.	
	Bouwondernemingen	Zij zijn betrokken bij de bouw van het ontwerp.
Leveranciers en fabrikanten	Architect	Zij zijn verantwoordelijk voor het bedenken van het ontwerp.
	Leveranciers	Zij zijn verantwoordelijk voor de levering van producten en componenten.
	Fabrikanten	Zij verlenen diensten.
	Distributeurs	Zij verkopen goederen van leveranciers en fabrikanten. Hierdoor is de bewustzijn over de duurzaamheid van goederen beperkt.
Herstelspecialisten	Installateurs	Zij verkopen en installeren installaties.
	Deconstructie bedrijven	Zij verrichten onderhoud in de gebruiksfase.
	Sloopbedrijven	Ze halen een gebouw uit elkaar met behoud van de waarde van elementen om hergebruik mogelijk te maken.
Overheid	Afvalmanagement bedrijven	Ze zijn verantwoordelijk voor het afbreken van gebouwen en de verdeling van afvalstromen van beperkte waarde.
	Regelgevers en wetgevers	Ze zijn betrokken bij het recyclen van afval voor energierugwinning of storten
		Ze beschermen de gebruikers, burgers, bedrijven en werknemers
Onderzoek- en kennisinstituten	Universiteiten en alg. kennisinstituten	Zij hebben de mogelijkheid om in te grijpen op de vastgoedmarkt middels het doorvoeren van wetten en regels.
		Zij zijn in sommige gevallen ook vastgoedeigenaar en kunnen middels hun eigen inkoopproces invloed uitoefenen op de markt.
Onderzoek- en kennisinstituten	Universiteiten en alg. kennisinstituten	Zij doen onderzoek en publiceren wetenschappelijke opgedane kennis.

TABEL 5: OVERZICHT STAKEHOLDERS IN DE GEBOUWDE OMGEVING (GEBASEERD OP: PETERS ET AL., 2017, LEISING ET AL., 2018, THELEN ET AL., 2018)

Door diverse onderzoekers (o.a.: Versteeg Conlledo, 2019; Venselaar et al., 2019; Leising et al., 2018; EMF, 2017; Pomponi & Moncaster, 2017) concludeerden dat er kansen aanwezig zijn voor alle stakeholders in een circulaire waardeketen. Een circulaire waardeketen vereist dat alle belanghebbenden bijdragen aan een resultaat dat voor alle betrokken partijen de meeste waarde oplevert, waarbij componenten worden gebruikt die gedurende de hele levenscyclus de hoogste waarde behouden en verliezen uit het CE-systeem tot een minimum worden beperkt. Door het

ontwikkelen van een geïntegreerde waardeketen kunnen bedrijven in de toekomst een concurrentievoordeel behalen.

De klassieke waardeketen van Porter (1985) toont de totale waarde van de waardeketen en bestaat uit waardeactiviteiten en marge. De waardeactiviteiten zijn onderverdeeld in primaire activiteiten en ondersteunende activiteiten (secundaire activiteiten). Het zijn de bouwstenen waarmee een bedrijf een product of dienst creëert dat waardevol is voor de koper of gebruiker. De marge is het verschil tussen de totale waarde en de gemeenschappelijke kosten voor het uitvoeren van waardeactiviteiten. Deze klassieke waardeketen is gebaseerd op een lineaire economie en richt zich op kostenminimalisatie, differentiatie en het behalen van een concurrentievoordeel dat allemaal verband houdt met product- en toeleveringsketenbeheer. In een circulaire waardeketen is het doel om zowel organisatorische als sociale en milieuvordelen te behalen. Het Porter-model zou moeten worden aangepast doordat grondstoffen en producten in een CE altijd een zekere waarde behouden in de waardeketen. Daarnaast kan een andere besturing van de grondstoffen- en productenstroom voordelen opleveren. Voorbeelden hiervan zijn de R-ladder en de Value-Hill methode (zie voorgaande hoofdstukken). Pavel (2018) heeft een circulaire waardeketen gevisualiseerd in onderstaand figuur.



FIGUUR 15: CIRCULAIRE WAARDEKETEN (PAVEL, 2018)

Een circulaire waardeketen in de gebouwde omgeving heeft invloed op de rollen van de betrokken stakeholders. Deze zullen in sommige gevallen veranderen. Architecten zullen bijvoorbeeld nauwer moeten samenwerken met leveranciers en fabrikanten om ervoor te zorgen dat het ontwerp van het gebouw in de toekomst gedemonteerd en aangepast kan worden. Leveranciers en fabrikanten hebben de mogelijkheid om materialen aan het einde van de levensduur van een product terug te winnen, wat een tweede bron van inkomsten mogelijk maakt door middel van wederverkoop. Behoud van eigendom biedt een inkomstzekerheid op de lange termijn, bescherming tegen stijgende grondstofprijzen en materiële schaarste maar ook kansen om verder met de opdrachtgever/klant in contact te blijven. Sloopbedrijven zullen een kans zien om hun BM te veranderen om leveranciers van materiaalhergebruik te worden, mogelijk in samenwerking met leveranciers en fabrikanten om een constante aanvoer van materiaal te garanderen. Bouwondernemingen moeten ervoor zorgen dat

gebruikers, opdrachtgevers en ontwikkelaars de circulaire oplossingen gedurende de hele levenscyclus van het gebouw blijven implementeren (EMF, 2017). Uit onderzoek van Adams et al. (2017) komt naar voren dat de klant (Opdrachtgever en Vastgoedontwikkelaar) wordt gezien als de belangrijkste aanjager voor een meer circulaire bouwsector. De klant speelt een sleutelrol bij het overwinnen van een aantal van de uitdagingen die op projectniveau moeten worden aangenomen. Waaronder bijvoorbeeld het scheppen van voorwaarden voor samenwerking, innovatie in de hele waardeketen en het delen van gegevens. Door de andere stakeholders uit de waardeketen wordt er aangegeven dat zij behoefte hebben aan meer duidelijkheid over de visie en strategie van de klant op de lange termijn.

De rol van architecten in een CE wordt waarschijnlijk nog relevanter met betrekking tot de traditionele waardeketen. Ze kunnen een facilitator worden die de circulaire oplossingen van alle andere stakeholders en de wederzijdse voordelen tussen de verschillende stakeholders integreert in het ontwerp. In een eerder stadium wordt circulariteit geïntegreerd, samen met andere stakeholders, om ervoor te zorgen dat het product is ontworpen voor een lange levensduur, flexibiliteit, hergebruik en deconstructie. Architecten moeten de toekomstige strategie van het gebouw bespreken met de lokale autoriteiten en de eigenaren van het gebouw om ervoor te zorgen dat herconfiguratie mogelijk is door middel van een modulaire aanpak die gemakkelijke demontage en montage van producten, componenten en materialen mogelijk maakt (EMF, 2017). In circulaire bouwprojecten wordt gesteld dat er eerst een visie moet worden gecreëerd in plaats van een programma van eisen. Deze visie helpt om een beeld te geven van een mogelijk toekomst, maar biedt ook coördinatie en houvast tussen de verschillende betrokken partijen (Venselaar et al., 2019; Leising et al., 2018). Dit suggereert de belangrijke rol van de Architect in de initiatieffase waarin zij de ambitie van de Opdrachtgever vertalen in het ontwerp van het bouwplan. Daarnaast kan de Architect een centrale rol spelen in het ontwerpproces door tijdens dit ontwerpproces verschillende actoren met elkaar te verbinden en daarnaast innovatieve oplossingen te bieden voor een architectuur die de principes van de circulaire economie volledig vertaalt naar een nieuwe architectuur.

Leising et al. (2018) hebben onderzoek gedaan naar de samenwerking binnen een circulaire waardeketen. Op basis van de drie onderzochte projecten kwam naar voren dat een circulaire waardeketen begint met een klant die vraagt om een circulair product en/of samenwerkingsproces. De circulaire waardeketen moet ondersteund worden door een circulair proces, een CBM en technische (circulaire) keuzes. Het is daarbij belangrijk dat de klant denkt in een ambitie in plaats van eisen of complete eindproducten. Op basis van deze ambities worden marktpartijen uitgenodigd om gezamenlijke ambities aan te scherpen in een co-creatief proces. Bij het betrekken van deze marktpartijen is het belangrijk om na te gaan of zij daadwerkelijk waarde zullen toevoegen aan de waardeketen. Daarbij is het belangrijk om te werken in multidisciplinaire teams van de verschillende marktpartijen. De samenwerking tussen deze teams moet gefaciliteerd worden zodat op basis van verschillende perspectieven gestreefd wordt naar integrale oplossingen. Om de samenwerking tussen de verschillende BM te stimuleren kunnen collectieve prestaties gekoppeld worden aan financiële beloningen. Hiervoor zijn wel innovatieve contracten nodig op basis van collectieve beloning in plaats van specificaties en verantwoordelijkheden. Dit sluit aan bij de uitkomst van het onderzoek van Versteeg Conlledo (2019). Zij heeft in haar onderzoek zich meer gericht op het projectteam en het projectmanagement van circulaire gebouwen. Zij concludeerde dat bij de start van het project moet het doel zijn een om een circulair gebouw te ontwikkelen. Voor de scope moet de klant ambities definiëren (in plaats van gedetailleerde vereisten) en nadat het projectteam is geselecteerd, moeten de vereisten worden gedefinieerd. Het financiële budget moet op een transparante manier toegankelijk worden gemaakt voor het projectteam. Het projectteam moet bestaan uit mensen met dezelfde circulaire visie en filosofie. De selectie van partijen zoals leveranciers en onderaannemers moet met het hele projectteam worden gedaan. De aanbesteding moet anders worden georganiseerd



dan op de traditionele manier. Het aanbestedingsproces moet vroeg in het project worden ingepland en de leveranciers moeten hierbij worden betrokken. Ten slotte moeten nieuwe contractvormen worden gebruikt om te voorkomen dat het gebouw wordt gesloopt aan het einde van de technische levenscyclus. Projectkennis moet op een transparante manier worden gedeeld en de verantwoordelijkheden en risico's worden evenwichtig verdeeld over de betrokken partijen van het project.

#### 4.4 CBM-implementatie en -transformatie

Om als bedrijf in de bouwsector de transitie te kunnen maken van een LBM naar een CBM en zodoende de principes van een CE te kunnen implementeren is het belangrijk om te weten welke uitdagingen dit met zich meebrengt, welke knelpunten er kunnen optreden en hoe deze kunnen worden geëlimineerd. Door diverse wetenschappers is hier onderzoek naar gedaan. Adams et al. (2017) onderzochten het actuele bewustzijn en de uitdagingen met betrekking tot CE in de gebouwde omgeving. Hart et al. (2019) onderzochten de uitdagingen en drijfveren in de circulair gebouwde omgeving. Frishammar & Parida (2018) onderzochten het CBM-transformatie proces en focusten met name op welke bestuurlijke implicaties tijdens dit transformatieproces naar voren kwamen bij reeds gevestigde bedrijven. Azcarate Aguerre et al. (2018) onderzochten de drivers en knelpunten van façade-as-a-service en Cruz Rios & Grau (2019) hebben de implementatie van CE onderzocht voor de gebouwde omgeving. De genoemde knelpunten en oplossingen uit deze onderzoeken zijn gecategoriseerd in de volgende vier categorieën:

1. Kennis, cultuur en leiderschap: Deze categorie omvat knelpunten en oplossingen die te maken hebben met een gebrek aan kennis, vaardigheden en informatie. Maar ook onderwerpen als begrip, bewustzijn en interesse met betrekking tot. Het bevat verder aspecten met betrekking tot de cultuur en persoonlijke overtuigingen van de mensen en het bedrijf.
2. Waardeketen en techniek: Deze categorie omvat knelpunten en oplossingen die te maken hebben met de waardeketen, samenwerken met partners maar ook met het ontwerp van gebouwen en de componenten en materialen waaruit deze bestaan, evenals met aspecten die verband houden met het terugwinnen van deze componenten en materialen.
3. Wet- en regelgeving: Deze categorie omvat knelpunten en oplossingen die te maken hebben met wet- en regelgeving.
4. Financieel en economisch: Deze categorie omvat knelpunten en oplossingen die te maken hebben met investeringskosten, materiaalprijzen en financiering.

De knelpunten en oplossingen zijn verwerkt, per categorie, in tabel 2 t/m 5.

##### 1. Kennis, cultuur en leiderschap

	Knelpunten	Bron	Oplossing	Bron
Kennis, cultuur en leiderschap	Gebrek aan interesse, kennis / vaardigheden en betrokkenheid in de hele waardeketen	Hart et al. (2019), Adams et al. (2017)	Management, R&D en innovatie	Hart et al. (2019)
	Gebrek aan verticale en horizontale samenwerking	Hart et al. (2019)	Samenwerking en ontwerpstrategieën	Hart et al. (2019)
	Gebrek aan samenwerking tussen bedrijfsfuncties - silo mentaliteit	Hart et al. (2019)	Management	Hart et al. (2019)
	Gebrek aan aandacht voor Eol	Adams et al. (2017)	Case studies en best practices	Adams et al. (2017)
	Gebrek aan interne en externe afstemming	Frishammar & Parida (2018)	Samenwerking en ontwerpstrategieën	Hart et al. (2019)
	Hogere winstmarge voor services. Stimuleer innovatie en kwaliteit.	Azcarate Aguerre et al. (2018)	Ontwikkeling van nieuwe benodigde processen (personeel en opleiding)	Azcarate Aguerre et al. (2018)
	Bestuurlijke implicaties	Frishammar & Parida (2018)	Management	Hart et al. (2019)

TABEL 6: OVERZICHT KNELPUNTEN EN OPLOSSINGEN BIJ IMPLEMENTATIE, CATEGORIE KENNIS, CULTUUR EN LEIDERSCHAP (BRON: ZIE TABEL)

## 2. Waardeketen en techniek

	Knelpunten	Bron	Oplossing	Bron
Waardeketen en techniek	Gebrek aan bandbreedte verergerd door geen coherente visie	Hart et al. (2019)	Leiderschap, relaties en partnerschappen op langere termijn, duidelijkere visie voor CE in de gebouwde omgeving	Hart et al. (2019)
	Complexiteit van incentives	Hart et al. (2019)	Systeemen denken	Hart et al. (2019)
	Lange levenscycli van producten (gebouwen en materialen)	Hart et al. (2019)	WLC	Hart et al. (2019)
	Technische uitdagingen met betrekking tot materiaalherstel	Hart et al. (2019)	R&D, innovatie, Ontwikkelen van omgekeerde logistieke infrastructuur	Hart et al. (2019)
	Gebrek aan standaardisatie	Hart et al. (2019)	Normen en garantieregelingen ontwikkelen	Adams et al. (2017), Cruz Rios & Grau (2019), Hart et al. (2019)
	Onvoldoende gebruik of ontwikkeling van CE-gerichte ontwerp- en samenwerkingstools, informatie en statistieken	Hart et al. (2019)	Samenwerking en ontwerptools en strategieën	Hart et al. (2019)
	De industrie zelf - conservatief, niet-samenwerkend, risicomijdend	Hart et al. (2019)	Leiderschap, drijfveren voor duurzaamheid / milieu	Hart et al. (2019)
	Beperkt bewustzijn in de supply chain	Adams et al. (2017)	Bewustmakingscampagne	Adams et al. (2017)
	Complexiteit van gebouwen	Adams et al. (2017)	Ontwerptools en begeleiding	Adams et al. (2017), Cruz Rios & Grau (2019)
	Gebrek aan aandacht voor problemen rond het levenseinde (gebouwen)	Adams et al. (2017)	Beste practices en casestudies	Adams et al. (2017)
	Hergebruik van componenten	Cruz Rios & Grau (2019)	Levensvatbare terugnameregelingen	Adams et al. (2017)
	Tegen ontwerpen voor remontage (Dfd)	Cruz Rios & Grau (2019)	Bewustmakingscampagne	Adams et al. (2017)
	Verbeter de functionele flexibiliteit van het portfolio.	Azcarate Aguerre et al. (2018)	Contractopbouw en beheerkosten.	Azcarate Aguerre et al. (2018)
	Toegang tot nieuwe servicegerichte markten.	Azcarate Aguerre et al. (2018)	R & D-investeringen in systeem- en service-integratie	Azcarate Aguerre et al. (2018)

TABEL 7: OVERZICHT KNELPUNTEN EN OPLOSSINGEN BIJ IMPLEMENTATIE, CATEGORIE WAARDEKETEN EN TECHNIEK (BRON: ZIE TABEL)

## 3. Wet- en regelgeving:

	Knelpunten	Bron	Oplossing	Bron
Wet- en regelgeving	Gebrek aan consistent regelgevingskader	Hart et al. (2019)	Beleids ondersteuning en openbare aanbestedingen, betere bewijsbasis	Hart et al. (2019)
	Obstructie van wet- en regelgeving	Hart et al. (2019)	Regelgevende hervorming	Hart et al. (2019)
	Verzamel waardevolle gegevens over het gebruik, de prestaties en het falen van producten. Bijdragen aan bijgewerkte engineering- en fabricagepraktijken	Azcarate Aguerre et al. (2018)	Gegevensverzameling en privacykwesities.	Azcarate Aguerre et al. (2018)
	Verbeter de beveiliging van grondstoffen.	Azcarate Aguerre et al. (2018)	Financieel model gevoelig voor wereldwijde markttrends op het gebied van materiaal- grondstoffen.	Azcarate Aguerre et al. (2018)
	Gebrek aan incentives voor een CE	Hart et al. (2019)	Fiscale ondersteuning en producentenverantwoordelijkheid	Hart et al. (2019)

TABEL 8: OVERZICHT KNELPUNTEN EN OPLOSSINGEN BIJ IMPLEMENTATIE, CATEGORIE WET- EN REGELGEVING (BRON: ZIE TABEL)

## 4. Financieel en economisch

	Knelpunten	Bron	Oplossing	Bron
Financieel & economisch	Korte termijn visie: CAPEX heeft voorrang op OPEX	Hart et al. (2019)	Waardeketenbetrokkenheid en whole life costing (WLC)	Hart et al. (2019)
	Hoge investeringskosten vooraf	Hart et al. (2019)	Ontwikkel omgekeerde logistieke infrastructuur	Hart et al. (2019)
	Lage prijzen voor nieuw materiaal	Hart et al. (2019)	Financiële prikkels om secundaire materialen te gebruiken, CO2 belasting	Adams et al. (2017), Cruz Rios & Grau (2019)
	Lage waarde van materiaal / producten aan het einde van de levensduur	Adams et al. (2017)	Meet de waarde van materiaal / product	Adams et al. (2017)
	Slechte business case / niet overtuigende case studies	Hart et al. (2019), Adams et al. (2017)	Stimuleer de vraag, gemakkelijke overwinningen, schaal	Hart et al. (2019), Adams et al. (2017)
	Beperkte financiering	Hart et al. (2019)	Beter bewijsbasis en CBM	Hart et al. (2019)
	Gebrek aan marktmechanismen voor herstel	Adams et al. (2017)	Financiële prikkels om secundaire materialen te gebruiken	Adams et al. (2017)
	Stabiliseer de cashflow, verminder de impact van vastgoedcycli.	Azcarate Aguerre et al. (2018)	Lagere winst vooraf	Azcarate Aguerre et al. (2018)
	Gebrek aan prikkel om te ontwerpen voor het einde van de levensduur (producten)	Adams et al. (2017)	Ontwikkeling van secundaire markten met een hogere waarde	Adams et al. (2017)

TABEL 9: OVERZICHT KNELPUNTEN EN OPLOSSINGEN BIJ IMPLEMENTATIE, CATEGORIE FINANCIEEL & ECONOMISCH (BRON: ZIE TABEL)

De transformatie van een LBM naar een CBM is vaak een fundamenteel ontdekkings-gestuurd proces wat gekenmerkt wordt door iteratie, experimenteren, vallen en opstaan. Het overgangsproces kan riskant zijn. Het is fundamenteel onzeker omdat managers mogelijk minder nauwkeurige informatie en percepties hebben van het toekomstige CBM dan van het huidige BM (Frishammar & Parida, 2018). Daarnaast is er onduidelijkheid en een gebrek aan inzicht in werkende CBM in de bouwsector (Munaro et al., 2020). Door verschillende auteurs zijn er suggesties gedaan over hoe het transformatieproces naar een CBM eruit ziet en welke stappen of fases moeten worden doorlopen. Frishammar & Parida (2018) hebben een raamwerk bedacht voor gevestigde bedrijven wat bestaat uit de volgende vier fases:

- **Fase 1:**  
Start de transformatie van het CBM: Het doel van de eerste fase is het analyseren van de transformatiemogelijkheden. Niet alle transformatiemogelijkheden voor BM hebben een vergelijkbaar potentieel om circulaire principes binnen bestaande BM te vergroten. De uitkomst van deze fase is de transformatie-eisen van de CE in kaart te brengen en begrijpen.
- **Fase 2:**  
Audit het huidige BM: Het doel van deze fase is het in kaart brengen van eventuele tekortkomingen in het huidige BM en de kansen die gepaard gaan met een CBM. De uitkomst van deze fase is een overzicht van de tekortkomingen en kansen.
- **Fase 3:**  
Ontwerp en ontwikkel een CBM: Het doel van de fase is om een nieuw BM te ontwikkelen welke is gebaseerd op de principes van een CE. De uitkomst van deze fase is een aangepast BM met circulaire principes erin verwerkt.
- **Fase 4:**  
Opschalen van het CBM: Het doel van de laatste fase is om het nieuwe CBM te valideren en te implementeren voor geselecteerde klanten. Dit begint met op kleine schaal testen om het vervolgens steeds verder uit te rollen. De uitkomst van deze fase is een CBM wat geïmplementeerd kan worden voor de volledige markt.

Takacs et al. (2020) hebben een raamwerk bedacht wat bestaat uit zeven stappen. In dit raamwerk, genaamd 'The Circular Navigator' houden zij ook rekening met de BM van andere relevante actoren in het business ecosysteem. De volgende zeven stappen moeten doorlopen worden:

- **Stap 1:**  
Impuls: Leg de noodzaak waarom verandering voor het bedrijf noodzakelijk is vast. Dit kunnen redenen zijn als: verandering van consumentengedrag, wet- en regelgeving of niet meer afhankelijk willen zijn van grondstoffen.
- **Stap 2:**  
Identiteit: Beoordeling van de milieu- en sociale impact van het huidige BM en van de gehele waardeketen.
- **Stap 3:**  
Ideeën: Ideeën creëren voor circulaire ecosystemen die verder gaan dan de bestaande oplossingen.
- **Stap 4:**  
Integreer: Bij deze stap wordt een circulair ecosysteem ontworpen door de gegenereerde ideeën te consolideren.
- **Stap 5:**  
Bedenken: Bij deze stap wordt de visie en motivatie uitgedrukt voor een circulaire transformatie in het eigen bedrijf, maar ook voor partners in het circulaire ecosysteem.

- **Stap 6:**  
Incorporeren: de ideale partners benaderen en opnemen in het ecosysteem. Dit aspect is van bijzonder belang voor het succes van circulaire oplossingen omdat geen enkel bedrijf alle benodigde producten, diensten of richtlijnen alleen kan leveren of creëren.
- **Stap 7:**  
Implementeren: Voor elk bedrijf vindt de implementatie plaats op het niveau van het individuele BM. Het is dus essentieel dat bedrijven hun BM in de praktijk kunnen aanpassen en gedeelde waardeproposities kunnen creëren met een meetbare impact. Om dit te doen, moeten de betrokken bedrijven hun bedrijfsmodel dimensies (wat, hoe, wie en waarom) op elkaar afstemmen om het ontworpen circulaire ecosysteem te vormen. Over het algemeen is dit de langste en moeilijkste stap waarbij motivatie, communicatie en coördinatie de sleutel zijn tot succes. In de praktijk gaan deze implementaties vaak gepaard met (of in sommige gevallen leiden tot) een cultuuromslag voor de betrokken bedrijven.

In de transformatie naar een CBM zijn er door verschillende auteurs suggesties gedaan met betrekking tot de rol van HR. Dit varieert van algemene aanbevelingen voor het maken van teams, doelen, motivatie, positief denken, het onderhouden van banden met de interne organisatie en leiderschap (Frishammar & Parida, 2018; Leising et al. 2018; Hart et al. 2019; Takacs et al., 2020 en Lacy et al., 2020). Lacy et al. (2020) definiëren hierbij diverse eigenschappen van succesvolle circulaire leiders voornamelijk met betrekking tot de waardering van de nieuwe strategische richting, het nemen van verantwoordelijkheid, het begrijpen van de voordelen en risico's ervan en het vermogen om begrip in het bedrijf tot stand te brengen. Hart et al. (2019) voegen hieraan toe dat een 'buy-in' van de top als cruciaal beschouwd voor het implementeren van de CE-principes in het proces, de eigen organisatie en de waardeketen. Zelf wil ik hier nog aan toevoegen dat de 'toon aan de top' als cruciaal moet worden beschouwd voor het implementeren van de CE-principes. De zichtbare bereidheid van het topmanagement om de principes van een CE te implementeren en te laten zien waar men voor staat acht ik als essentieel. Zeker in de kwadranten: "wat" (smart input/waardecreatie) en "hoe" (smart output/waarde levering). Leiderschap en mindset spelen dus een belangrijke rol bij het doorlopen van de verschillende stappen of fasen van het transformatieproces.

## 4.5 Samenvatting

In een CBM worden de basisprincipes van een CE toegepast. Een CBM kan worden gedefinieerd als de grondgedachte van hoe een organisatie waarde creëert, levert en vastlegt om materiaalcringlopen te sluiten en te vertragen. Deze CBM zijn van nature genetwerkt en vereisen samenwerking, communicatie en coördinatie binnen complexe netwerken van onderling afhankelijke maar onafhankelijke stakeholders (Heesbeen, 2020; Bocken, 2018). Geissdoerfer et al. (2018) definiëren een CBM als volgt:

“CBM kunnen worden gedefinieerd als duurzame Bedrijfsmodellen - dit zijn bedrijfsmodellen die gericht zijn op oplossingen voor duurzame ontwikkeling door het creëren van extra monetaire en niet-monetaire waarde door het proactieve management van meerdere belanghebbenden en met een langetermijnperspectief - die specifiek gericht zijn op oplossingen voor een CE, door elementen op te nemen die de (materiaal)cringlopen vertragen, verkleinen en sluiten, door middel van een circulaire waardeketen en afstemming van de incentives van belanghebbenden”.

Met de kennis van nu zou ik een CBM zelf definiëren als:

“Een circulair bedrijfsmodel is de grondgedachte van hoe een organisatie waarde creëert (smart input), levert (smart output) en behoudt. Hierbij wordt er gefocust op klanttevredenheid. Wordt het juiste talent aangetrokken en neemt de organisatie zijn verantwoordelijkheid in de gehele circulaire waardeketen om zodoende (materiaal)cringlopen te vertragen, te verkleinen en te sluiten”.

Achterberg et al. (2016) stellen, in overeenstemming met de ‘Value Hill Methode’, dat een CBM gedefinieerd is als een BM met een focus op: circulair ontwerp, optimaal gebruik, waarde behoud en netwerkorganisatie of een combinatie van één van deze categorieën. Een CBM wat gefocust is op circulair ontwerp richt zich op de ontwerpfase van een product met als doel om producten en materialen te ontwikkelen die zo lang mogelijk hun waarde behouden. Een CBM wat gefocust is op optimaal gebruik richt zich met name op de gebruiksfase van een product met als doel het optimaliseren van het gebruik zodat dat langdurig kan worden gebruikt dan wel een optimale productiviteit van het product. Een CBM wat zich focust op waarde behoud richt zich op de output en toegevoegde waarde van een product na de gebruiksfase. Deze CBM genereren omzet door gebruikte producten te hergebruiken om nieuwe producten of componenten te maken. De ontwikkeling van retourlogistiek is essentieel voor dit CBM. Retourlogistiek omvat het ophalen van goederen, transport naar een bepaalde locatie en sorteren voorafgaand aan herfabricage, opknappen, hergebruik of recycling of, als dat niet lukt, verwijderen. Retourlogistiek speelt een belangrijke rol in het proces van bedrijven die de transitie willen maken naar een CE. Dit vereist regelingen voor retourlogistiek en een transactiemodel waarmee de (her)fabrikanten in de loop van de tijd economische controle over hun product kunnen behouden (Bakker et al., 2019).

Onderdeel van het CBM is het verdienmodel. Van Oppen et al. (2020) en Smeets (2019) maken onderscheidt in acht verdienmodellen die toegepast kunnen worden in de bouw.

1. Verkoop.
2. Verkoop + verlengde garantie.
3. Verkoop + verlengde garantie + onderhoud.
4. Verkoop + full service contract.
5. Lease.
6. Verkoop + full service contract + terugkoop.
7. Verhuur.
8. Pay-per-use.

In de modellen 1 t/m 4 en 6 ligt het eigendom bij de gebouweigenaar. In modellen 5, 7 en 8 ligt het eigendom bij ofwel een financier (lease), ofwel bij de producent.

Nieuwe CBM gebaseerd op 'Product-as-a-Service' (PaaS) zoals: productlease achteraf, verkoop met terugname na gebruik, verkoop met terugkoop na gebruik en contracten met service en updates inbegrepen, kunnen een interessante waardepropositie bieden voor alle betrokken stakeholders. Hierbij vindt dus ook een verschuiving plaats van macht en verantwoordelijkheid. Hierbij vindt dus ook een verschuiving plaats van macht en verantwoordelijkheid. De producent blijft voor de levensduur en of gebruiksduur van zijn product verantwoordelijk voor de kwaliteit van zijn product. Hij kan het product niet meer verkopen maar biedt de klant een service aan. Want die klant heeft een tijdelijke behoefte. En als de klant geen behoefte meer heeft aan de service. Dan geeft hij het product terug aan de producent. De producent wordt hierin getriggerd om dus kwalitatief goede producten te maken welke hij kan hergebruiken als hij deze terug krijgt. In meerdere CBM komt het aangaan van samenwerkingen met andere bedrijven binnen de waardeketen terug. Het realiseren van een CBM is sterk afhankelijk van de bijdragen van andere organisaties en bedrijven.

Circulaire bedrijfsmodelinnovatie (CBMI) wordt gezien als potentiële driver voor de transitie naar een CE (Bocken et al., 2019). Door te heroverwegen hoe een bedrijf waarde creëert, levert en vastlegt, kan innovatie van BM een holistische benadering zijn om de logica van waardecreatie van een bedrijf in overeenstemming te brengen met de principes van een CE. Geissdoerfer et al. (2018) definiëren een BMI als volgt:

“Het bedenken en implementeren van nieuwe BM kan de ontwikkeling zijn van geheel nieuwe BM, de diversificatie naar aanvullende BM, de verwerving van nieuwe BM of de transformatie van het ene BM naar het andere. De transformatie kan het hele BM of individu beïnvloeden of een combinatie van waarde propositie, waardecreatie en levering, en elementen voor het vastleggen van waarde, de onderlinge relaties tussen de elementen en het waarde netwerk” (Geissdoerfer et al., 2018).

Een BM hoeft niet perse de cirkel zelf te sluiten om circulair te zijn. Als onderdeel van een groter ecosysteem kan één bedrijfsmodel worden toegevoegd aan andere bedrijfsmodellen (en bedrijven), Samen vormen zij dan een business ecosysteem. Naast product-, dienst- en bedrijfsmodelinnovatie is het dus noodzakelijk om het innovatieperspectief uit te breiden met het ecosysteem (Takacs et al., 2020; Bocken et al., 2019; Talmar et al., 2018).

De transformatie van een LBM naar een CBM is vaak een fundamenteel ontdekkings-gestuurd proces wat gekenmerkt wordt door iteratie, experimenteren, vallen en opstaan. Door verschillende auteurs zijn er suggesties gedaan over hoe het transformatieproces naar een CBM eruitziet en welke stappen of fases moeten worden doorlopen. Frishammar & Parida (2018) hebben een raamwerk bedacht voor gevestigde bedrijven wat bestaat uit de volgende vier fases:

- **Fase 1:** start de transformatie van het CBM door de transformatiemogelijkheden te analyseren.
- **Fase 2:** audit het huidige BM. Het doel van deze fase is het in kaart brengen van eventuele tekortkomingen in het huidige BM en de kansen die gepaard gaan met een CBM.
- **Fase 3:** ontwerp en ontwikkel een CBM. Het doel van de fase is om een nieuw BM te ontwikkelen welke is gebaseerd op de principes van een CE.
- **Fase 4:** opschalen van het CBM: Het doel van de laatste fase is om het nieuwe CBM te valideren en te implementeren voor geselecteerde klanten. Dit begint met op kleine schaal testen om het vervolgens steeds verder uit te rollen.

Takacs et al. (2020) hebben een raamwerk bedacht wat bestaat uit zeven stappen wat ook rekening houdt met de BM van andere relevante actoren in het business ecosysteem:

- **Stap 1:** Impuls: Leg de noodzaak waarom verandering voor het bedrijf noodzakelijk is vast.
- **Stap 2:** Identiteit: Beoordeling van de milieu- en sociale impact van het huidige BM en van de gehele waardeketen.
- **Stap 3:** Ideeën: Ideeën creëren voor circulaire ecosystemen die verder gaan dan de bestaande oplossingen.
- **Stap 4:** Integreer: Bij deze stap wordt een circulair ecosysteem ontworpen door de gegenereerde ideeën te consolideren.
- **Stap 5:** Bedenken: Bij deze stap wordt de visie en motivatie uitgedrukt voor een circulaire transformatie in het eigen bedrijf, maar ook voor partners in het circulaire ecosysteem.
- **Stap 6:** Incorporeren: de ideale partners benaderen en opnemen in het ecosysteem. Dit aspect is van bijzonder belang voor het succes van circulaire oplossingen omdat geen enkel bedrijf alle benodigde producten, diensten of richtlijnen alleen kan leveren of creëren.
- **Stap 7:** Implementeren: Voor elk bedrijf vindt de implementatie plaats op het niveau van het individuele BM. Het is dus essentieel dat bedrijven hun BM in de praktijk kunnen aanpassen en gedeelde waardeproposities kunnen creëren met een meetbare impact. Om dit te doen, moeten de betrokken bedrijven hun bedrijfsmodel dimensies (wat, hoe, wie en waarom) op elkaar afstemmen om het ontworpen circulaire ecosysteem te vormen. Over het algemeen is dit de langste en moeilijkste stap waarbij motivatie, communicatie en coördinatie de sleutel zijn tot succes. In de praktijk gaan deze implementaties vaak gepaard met (of in sommige gevallen leiden tot) een cultuuromslag voor de betrokken bedrijven.

In de transformatie naar een CBM zijn er door verschillende auteurs suggesties gedaan met betrekking tot de rol van HR. Dit varieert van algemene aanbevelingen voor het maken van teams, doelen, motivatie, positief denken, het onderhouden van banden met de interne organisatie en leiderschap (Frishammar & Parida, 2018; Leising et al. 2018; Hart et al. 2019; Takacs et al., 2020 en Lacy et al., 2020). Lacy et al. (2020) definiëren hierbij diverse eigenschappen van succesvolle circulaire leiders voornamelijk met betrekking tot de waardering van de nieuwe strategische richting, het nemen van verantwoordelijkheid, het begrijpen van de voordelen en risico's ervan en het vermogen om begrip in het bedrijf tot stand te brengen. Hart et al. (2019) voegen hieraan toe dat een 'buy-in' van de top als cruciaal beschouwd voor het implementeren van de CE-principes in het proces, de eigen organisatie en de waardeketen. Zelf wil ik hier nog aan toevoegen dat de 'toon aan de top' als cruciaal moet worden beschouwd voor het implementeren van de CE-principes. De zichtbare bereidheid van het topmanagement om de principes van een CE te implementeren en te laten zien waar men voor staat acht ik als essentieel. Zeker in de kwadranten: "wat" (smart input/waardecreatie) en "hoe" (smart output/waarde levering). Leiderschap en mindset spelen dus een belangrijke rol bij het doorlopen van de verschillende stappen of fasen van het transformatieproces.

## Exploratief onderzoek

Gebaseerd op het literatuuronderzoek zijn de onderwerpen en vragen geformuleerd voor het exploratieve gedeelte van het onderzoek. Dit bestaat uit een kwalitatief gedeelte en een kwantitatief gedeelte.



## 5. Exploratief onderzoek I: Kwalitatieve analyse

### 5.1 Interview

Om het onderzoeksprobleem beter te begrijpen en het onderzoeksgebied verder te verkennen is kwalitatieve data verzameld middels een diepte-interview. Dit interview is semigestructureerd afgenomen (Van der Velde et al., 2018). Aan de te interviewen persoon is vooraf een interviewgids toegezonden ter voorbereiding. De vragenlijst is op hoofdlijnen opgezet om een semigestructureerd interview te kunnen afnemen. Een semigestructureerd interview laat ruimte aan de respondent om dieper op onderwerpen in te gaan en voor de onderzoeker om door te kunnen vragen. De interviewgids bestond uit drie onderdelen:

- A. Introductie en achtergrond.
- B. Vragenlijst.
- C. Afsluiting.

De respondent is met zorg geselecteerd en voldoet aan de volgende vooraf opgestelde selectiecriteria:

- Significant persoon in de 'wereld' van CE en Circulair bouwen.
- Publiceert, spreekt op congressen en is publiek herkenbaar.
- Veel ervaring met de onderwerpen Circulaire Economie, Circulair Bouwen en Circulaire bedrijfsmodellen.
- Academische achtergrond.
- Is betrokken geweest bij meerdere circulaire bouwprojecten binnen Nederland en elders in Europa.

Hierdoor is sprake van een relevante selectie van een expert die actief is op het gebied van Circulair Bouwen en die jarenlange ervaring heeft binnen de bouw- en vastgoedsector. De volgende significante persoon is geïnterviewd:

- Ir. Michael Moradiellos del Molino, hij is Head of C2C Real Estate Benelux & France bij EPEA. Hij spreekt op congressen over CE, CBM en Circulaire Bouwen en is daarnaast betrokken bij meerdere circulaire bouwprojecten in Nederland en elders in Europa. EPEA is opgericht door Dr. Michael Braungart, grondlegger van het Cradle to Cradle concept. Wereldwijd werken zij aan de Circulaire (bouw)economie en helpen zij bedrijven om de overstap te maken naar circulaire bedrijfsmodellen. Het Engelstalige interview heeft 84 minuten geduurd en heeft plaatsgevonden op 15-09-2020 via MS-teams.

Met de respondent is vooraf telefonisch contact geweest om de beschikbaarheid voor een interview te peilen. De voorkeur was om de respondent persoonlijk te interviewen. In verband met de huidige COVID-19 pandemie en de richtlijnen vanuit het RIVM was dit niet mogelijk en heeft het interview via MS-teams plaatsgevonden. Middels de voorbereiding, interviewgids en benaderingswijze is getracht te voldoen aan de criteria van een goed interview zoals Van der Velde et al. (2018) deze omschrijven. Het gesprek is met toestemming van de respondent opgenomen ten behoeve van het transcriberen van het interview. Het transcript is toegevoegd als bijlage E.

### 5.2 Resultaten en veronderstellingen

Om het interview te kunnen analyseren en de betrouwbaarheid van de uitkomsten te kunnen waarborgen is het interview woordelijk uitgewerkt en gecodeerd, zie bijlage E. (Van der Velde et al., 2018). De analyse is manueel uitgevoerd in plaats van met software. Aan de hand van de uitkomst van het diepte-interview zijn er meerdere onderwerpen en thema's geïdentificeerd die van invloed zijn op

een meer waarschijnlijke of minder waarschijnlijke transitie naar een Nederlandse Circulaire Bouweconomie. Deze onderwerpen en thema's staan hieronder toegelicht:

	Thema/onderwerp	Toelichting
0	<b>Circulaire ontwerpprincipes</b>	Zoals ontwerpen in (bouw)lagen, ontwerpen vanuit afval, ontwerp voor aanpassingsvermogen, ontwerp voor demontage en hergebruik en selecteren van circulaire materialen.
1	<b>Samenwerking</b>	Circulair denken vraagt om een andere samenwerking in de waardeketen. Hierbij veranderen rollen en is het van belang dat partijen transparanter naar elkaar zijn. Daarbij zullen leveranciers en fabrikanten eerder worden betrokken in het ontwerpproces.
2	<b>Manier van denken en leiderschap</b>	Het top-level management moet laten zien dat zij geloven in een Circulaire Bouweconomie en dit zowel intern als extern laten zien (value governance / stewardship). Andere manier van denken en nieuw leiderschap.
3	<b>Klanten en klanttevredenheid</b>	Organisaties en klanten ontwikkelen langdurige klantrelaties. Hierbij staat de klant centraal. Daarbij is de verwachting dat klanten prestaties gaan kopen in plaats van producten.
4	<b>Industrieel- en modulair bouwen</b>	Industrieel-, modulair en gestandaardiseerd bouwen wordt gezien als oplossing om op korte termijn meer circulaire gebouwen te maken die eenvoudig gedemonteerd en hergebruikt kunnen worden op termijn.
5	<b>Talent en skills</b>	Nieuw talent is nodig voor een Circulaire Bouweconomie. Het gaat hierbij om talent met verstand van de Bol, Mol en Eol.
6	<b>Eenduidige manier van meten</b>	Er is geen eenduidige manier om circulariteit te meten. Er zijn verschillende initiatieven maar er is geen algemeen geaccepteerde manier om circulariteit te meten.
7	<b>Benutten circulaire potentie</b>	Noodzaak en voordelen van een CE en de daarmee samenhangende maximale positieve impact op mensen, milieu en winst. Houdt hierbij materialen zolang mogelijk in gebruik. Smart input (waarde creatie) en smart output (waarde levering).
8	<b>Gebouwspaspoort</b>	Het registreren van de materialen die bij de bouw zijn gebruikt en hoe deze zijn verwerkt in een materiaalpaspoort / gebouwspaspoort.
9	<b>Managen van materialen- en informatiestromen</b>	Retourlogistiek en materiaalstromen. Hierbij gaan gebruikte materialen retour naar de oorspronkelijke leverancier. Deze doet door middel van industrieel recycelen het materiaal upcyclen zodat het hergebruikt kan worden. Blockchain kan een versneller zijn voor circulair bouwen. Managen van materiaal- en informatiestromen.
10	<b>Teveel barrières</b>	Geen gevestigde markt, kwaliteit en kwantiteit van materialen en componenten, sorteren en transporteren, gebrek aan wet- en regelgeving, cultuur en geloof in een CE, minder investeringen door Covid-19.
11	<b>Haalbaarheid CBE in 2050</b>	Een 100% Circulaire Bouweconomie is haalbaar.
12	<b>Paris Proof Commitment</b>	Het initiatief van de DGBC m.b.t. het ondertekenen van het het Klimaatakkoord door marktpartijen zal ertoe lijden dat duurzaamheid en circulariteit onderdeel wordt van de bedrijfsmodellen en kan ertoe lijden dat er een CBE komt.

TABEL 10: OVERZICHT RELEVANTE ONDERWERPEN EN THEMA'S VANUIT EXPLORATIEF ONDERZOEK I

Vervolgens zijn deze onderwerpen en thema's vertaald in onderstaande veronderstellingen (hypothesen):

### Veronderstelling 1: Samenwerking

H0: Een Circulaire Bouweconomie komt niet tot stand als de gehele waardeketen gaat samenwerken aan de circulaire doelen die vooraf zijn gesteld.

H1: Een Circulaire Bouweconomie komt hoogstwaarschijnlijk tot stand als de gehele waardeketen gaat samenwerken aan de circulaire doelen die vooraf zijn gesteld.

### Veronderstelling 2: Manier van denken en leiderschap

H0: Een Circulaire Bouweconomie vraagt niet om een andere manier van denken en leiderschap. De toon van het management speelt hierin geen rol.

H1: Een Circulaire Bouweconomie vraagt om een andere manier van denken en leiderschap. De toon van het management speelt hierin eerder wel dan niet een rol.

### Veronderstelling 3: Klanten en klanttevredenheid

H0: In een Circulaire Bouweconomie focussen organisaties zich niet op klanten en klanttevredenheid. Organisaties en klanten ontwikkelen geen langdurige klantrelaties.

H1: In een Circulaire Bouweconomie focussen organisaties zich op klanten en klanttevredenheid. Organisaties en klanten ontwikkelen langdurige klantrelaties, waarbij klanten meer waarschijnlijk prestaties kopen in plaats van producten.

#### **Veronderstelling 4: Industrieel- en modulair bouwen**

- H0: Een Circulaire Bouweconomie komt niet tot stand als het mogelijk is om op grote schaal, gestandaardiseerde maar aanpasbare gebouwen te maken. Industrieel- en modulair bouwen spelen hierin geen rol.
- H1: Een Circulaire Bouweconomie komt met grotere waarschijnlijkheid tot stand als het mogelijk is om op grote schaal, gestandaardiseerde maar aanpasbare gebouwen te maken. Industrieel- en modulair bouwen spelen hierin een rol.

#### **Veronderstelling 5: Talent en skills**

- H0: Wanneer je op dit moment talent acquireert met grote kennis en skills van circulair bouwen zal dit niet lijden tot een Circulaire Bouweconomie in 2050.
- H1: Wanneer je op dit moment talent acquireert met grote kennis en skills van circulair bouwen zal dit waarschijnlijk lijden tot een Circulaire Bouweconomie in 2050.

#### **Veronderstelling 6: Eenduidige manier van meten**

- H0: Een Circulaire Bouweconomie komt tot stand ook als er geen eenduidige manier is om de circulariteit van een gebouw te meten.
- H1: Een Circulaire Bouweconomie komt waarschijnlijk niet tot stand zolang er geen eenduidige manier is om de circulariteit van een gebouw te meten.

#### **Veronderstelling 7: Benutten circulaire potentie**

- H0: Een Circulaire Bouweconomie komt niet tot stand als de gebouweigenaar verplicht wordt om de circulaire potentie van het gebouw te benutten.
- H1: Een Circulaire Bouweconomie komt waarschijnlijker tot stand als de gebouweigenaar verplicht wordt om de circulaire potentie van het gebouw te benutten.

#### **Veronderstelling 8: Gebouwpaspoort**

- H0: Voor elk nieuwbouwproject hoeft het niet verplicht zijn om vanuit verplichte wet- en regelgeving, alle gebruikte materialen te registreren in een gebouwpaspoort.
- H1: Voor elk nieuwbouwproject moet het verplicht zijn, vanuit verplichte wet- en regelgeving, om alle gebruikte materialen te registreren in een gebouwpaspoort.

#### **Veronderstelling 9: Managen van materialen- en informatiestromen**

- H0: Een Circulaire Bouweconomie komt ook tot stand als het managen van materialen- en informatiestromen niet transparant gebeurt.
- H1: Een Circulaire Bouweconomie komt waarschijnlijk niet tot stand als het managen van materialen- en informatiestromen niet transparant gebeurt.

#### **Veronderstelling 10: Teveel barrières**

- H0: Er zijn barrières, maar deze kunnen worden weggenomen om hoogstwaarschijnlijk in 2050 een Circulaire Bouweconomie te realiseren.
- H1: Er zijn nog teveel barrières die het minder waarschijnlijk maken om in 2050 een Circulaire Bouweconomie te realiseren.

### **Veronderstelling 11: Haalbaarheid Circulaire Bouweconomie 2050**

H0: Een volledige Circulaire Bouweconomie in 2050 is hoogstwaarschijnlijk niet haalbaar.

H1: Een volledige Circulaire Bouweconomie in 2050 is hoogstwaarschijnlijk haalbaar.

### **Veronderstelling 12: Paris Proof Commitment**

H0: Er is geen verband tussen het ondertekenen van het Paris Proof Commitment door een organisatie en de mogelijke totstandkoming van een Circulaire Bouweconomie

H1: Het ondertekenen van het Paris Proof Commitment door een organisatie heeft een positief effect op de mogelijke totstandkoming van een Circulaire Bouweconomie.

In exploratief onderzoek II zal worden onderzocht in hoeverre de markt het hiermee eens of oneens is. Daarnaast worden de veronderstellingen statistisch getoetst en wordt gekeken of de nulhypothese kan worden verworpen door de alternatieve hypothese aan te nemen of dat de nulhypothese moet worden gehandhaafd.

## 6. Exploratief onderzoek II: Kwantitatieve analyse

### 6.1 Respondenten

Op basis van het literatuuronderzoek en exploratief onderzoek I van deze scriptie is een enquête opgesteld. De enquête bestaat uit 25 open en meerkeuzevragen. De enquête begint met een aantal algemene vragen aan de respondenten, daarna volgen er veronderstellingen waarvan aan de respondenten wordt gevraagd in hoeverre zij het hiermee eens of oneens zijn. De antwoordschaal is gebaseerd op een 5-punts Likert schaal. Tot slot eindigt de enquête met een paar algemene vragen. De respondenten voor het kwantitatieve onderzoek zijn met zorg geselecteerd en voldoen aan de volgende selectiecriteria:

- Werkzaam bij één van de stakeholders binnen de waardeketen. Geen shareholders of influencers.
- Werkzaam binnen de Nederlandse bouwsector en actief binnen de techno-cyclus.
- Minimaal 5 jaar werkervaring binnen de bouw- en vastgoedsector.
- Bekend met de thema's van een Circulaire Economie en Circulair Bouwen.
- Bij voorkeur betrokken bij één of meerdere circulaire bouwprojecten.

De enquête is digitaal afgenomen via de online tool: SurveyMonkey. De gegenereerde data zijn middels de software STATA geanalyseerd.

### 6.2 Beschrijvende en verklarende statistiek enquête

In deze paragraaf worden de resultaten van de enquête besproken. De vragenlijst en de antwoorden zijn terug te vinden in bijlage F. De enquête is selectief naar 78 potentiële deelnemers verstuurd. Op 24 oktober 2020 zijn de eindresultaten opgehaald van de enquête via het enquêteplatform SurveyMonkey. In totaal hebben 63 respondenten de enquête ingevuld en voltooid. Het voltooiingspercentage bedroeg ca. 81%. De enquête was opgebouwd uit twee delen waarvan de gemiddelde invulduur voor deel 1: was 4 minuten en 13 seconden en deel 2: 9 minuten en 31 seconden. Via SurveyMonkey konden de resultaten op verschillende wijzen worden gedownload. Voor het onderzoek is ervoor gekozen om geaggregeerde resultaten te downloaden als Excel bestand om deze vervolgens te kunnen uploaden in STATA.

Zoals reeds eerder beschreven hadden de eerste vragen van de enquête betrekking op het algemene profiel van de respondenten. Er is o.a. gevraagd hoe lang zij werkzaam zijn in de bouw- en vastgoedsector, of zij kennis hebben van CE en Circulair Bouwen, voor welke type organisatie zij werken, of zij al wel/niet het 'Paris Proof Commitment' van de DGBC hebben ondertekend en of zij bekend zijn met circulaire ontwerpprincipes en zo ja, welke. Het grootste deel van de respondenten (55,6%) heeft meer dan 15 jaar werkervaring in de bouw- en vastgoedsector en werkte als adviseur of architect toen zij te maken hadden met CE en Circulair Bouwen. Qua ervaring met Circulair Bouwen gaven de meeste respondenten (38,1%) aan dat zij weinig (<1 jaar) ervaring hebben, gevolgd door gemiddeld (2-3 jaar) en zeer veel (5+ jaar), beide 25,4%. Het overgrote deel van de respondenten (65,1%) gaf aan dat zij het 'Paris Proof Commitment' van de DGBC niet hebben of zullen ondertekenen. Voor 73% van de respondenten geldt dat de principes van een CE niet zijn verwerkt in het bedrijfsmodel. Ruim 61,9% geeft wel aan dat zij op de hoogte zijn van de huidige ontwikkelingen op het gebied van circulair bouwen. Alle respondenten geven aan dat zij bekend zijn met één of meer circulair ontwerpprincipes. Ontwerp voor demontage- en hergebruik (DfD) wordt het vaakst (42,86%) toegepast, gevolgd door ontwerpen in (bouw)lagen (22,22%) en het selecteren van circulaire materialen (20,63%).

Het tweede deel van de enquête bestaat uit veronderstellingen waarbij de respondenten kunnen aangeven in hoeverre zij het eens zijn met een bepaalde veronderstelling. De antwoorden zijn gemeten op een ordinaal meetniveau, gebaseerd op een 5-punts Likert schaal. Bij antwoorden op een ordinaal meetniveau is er wel sprake van meer of minder, maar het verschil tussen de categorieën is niet in een getal uit te drukken (Baarda & Dijkum, 2019). Daarbij gaat het om een onafhankelijke niet-gekoppelde steekproef. Bij de vraag of een gevonden verschil wel of niet berust op toeval gebruik je statistische toetsen. Die gaan meestal uit van de veronderstelling dat de verdeling van een kenmerk in de populatie een normaalverdeling is. Dat hoeft niet altijd het geval te zijn. Dat geldt zeker voor kleine steekproeven of zeer scheve frequentieverdelingen. Er is dan vaak geen wetmatigheid te vinden in de frequentieverdeling. Er zijn dan moeilijk maten (parameters) te bedenken die de verdeling kunnen beschrijven. Dan kunnen er geen toetsen gedaan worden die met parameters werken en worden niet-parametrische toetsen gedaan. Niet-parametrische toetsen zijn daarom zeer geschikt voor steekproeven die gemeten zijn op ordinaal niveau (Baarda & Dijkum, 2019). Doordat er per veronderstelling is gebruik gemaakt van een antwoordenschaal tussen de 1 en de 5 is het mogelijk om verschillende niet-parametrische toetsen uit te voeren in STATA, zoals:

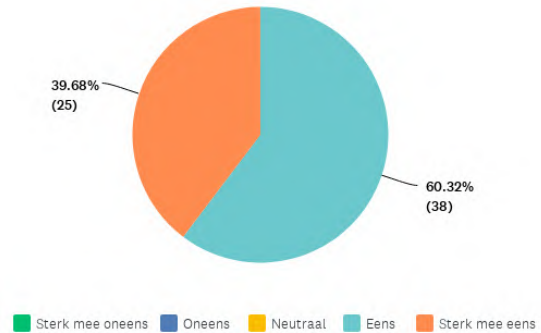
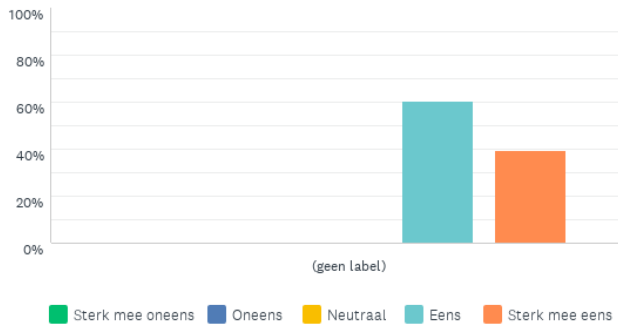
- **Wilcoxon signed-rank toets.** De Wilcoxon signed rank toets is een niet-parametrische toets voor het vergelijken van een (semi-)continue variabele tussen twee gepaarde groepen. De Wilcoxon signed rank toets wordt vaak gebruikt als alternatief voor de gepaarde t-toets, omdat de Wilcoxon signed rank toets geen normaal verdeelde data veronderstelt (Baarda & Dijkum, 2019).
- **Chi-kwadraattoets.** Een chi-kwadraattoets is een toets om na te gaan of twee of meer verdelingen van elkaar verschillen. Het kan daarbij gaan om een bekende verdeling en een onbekende waaraan waarnemingen zijn gedaan of om twee onbekende verdelingen waaraan waarnemingen zijn gedaan. Voorwaarden die gelden voor de chi-kwadraattoets zijn:
  1. Random steekproef en onafhankelijke waarnemingen
  2. Van de verwachte frequenties moet 80% groter zijn dan 5 en geen enkele verwachte frequentie mag kleiner zijn dan 1 (Baarda & Dijkum, 2019).
- **Spearman's rangcorrelatiecoëfficiënt.** Met behulp van de rangcorrelatie van Spearman kan een verband tussen twee variabelen van ordinaal meetniveau getoetst worden (Baarda & Dijkum, 2019).
- **Kruskal Wallis toets.** De Kruskal Wallis toets of de medianen van twee of meer onafhankelijke groepen gelijk zijn. De Kruskal Wallis toets is gelijk aan een One-way ANOVA, waarbij de data vervangen zijn door hun rangpositie (Baarda & Dijkum, 2019).

Hierna volgt per veronderstelling de ingevulde reacties van de respondenten en de uitkomst, als deze noemenswaardig is, van de uitgevoerde niet-parametrische toetsen. Qua betrouwbaarheidsinterval is 95% aangehouden (significantiewaarde  $< .05$ ). Een uitsluiting van alle uitgevoerde niet-parametrische toetsen is terug te vinden in bijlage G.

### Veronderstelling 1: Samenwerking

H0: Een Circulaire Bouweconomie komt niet tot stand als de gehele waardeketen gaat samenwerken aan de circulaire doelen die vooraf zijn gesteld.

H1: Een Circulaire Bouweconomie komt hoogstwaarschijnlijk tot stand als de gehele waardeketen gaat samenwerken aan de circulaire doelen die vooraf zijn gesteld.



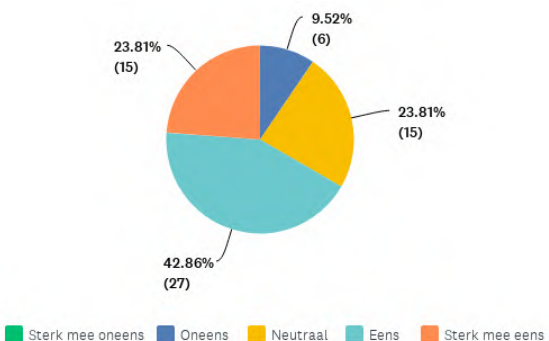
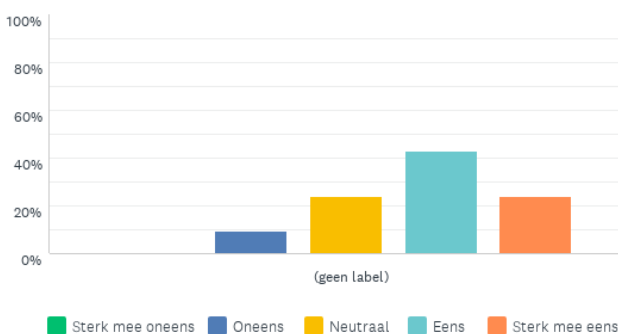
De respondenten zijn het of eens (60,32%) of sterk mee eens (39,68%) dat een Circulaire Bouweconomie hoogstwaarschijnlijk tot stand komt als de gehele waardeketen gaat samenwerken aan de circulaire doelen die vooraf zijn gesteld. Daarnaast zijn 41 respondenten bereid om transparanter te zijn over hun verdienmodel en zijn 39 respondenten bereid om met minder inkomsten genoeg te nemen om een project circulair te maken. De verwachting is dat de reactie van respondenten zich verdeelt rondom de mediaan van 4. Voor de alternatieve hypothese is uitgegaan van een mediane score van 4 en een gemiddelde wat hoger ligt dan de mediaan. De uitkomst van de enquête is een mediane score van 4 en het gemiddelde lag hierbij op 4,40 met een standaardafwijking van 0,49. De uitkomst van de Wilcoxon signed-rank test is  $Z = 7,151$ ;  $p = 0,000$ . De chi-kwadraattoets geeft geen noemenswaardige bijzonderheden.

Uit de reacties van de respondenten komt duidelijk naar voren dat samenwerking in de transitie naar een Circulaire Bouweconomie als belangrijk wordt geacht door de gehele waardeketen. Dit is ook te zien als de gegeven antwoorden (4= eens, 5= sterk mee eens) worden afgezet tegen het type stakeholder. Te zien is als dat alle stakeholders het minimaal hiermee eens zijn. In het licht van de waarnemingsresultaten kan de nulhypothese worden verworpen en wordt de alternatieve hypothese aangenomen.

## Veronderstelling 2: Manier van denken en leiderschap

H0: Een Circulaire Bouweconomie vraagt niet om een andere manier van denken en leiderschap. De toon van het management speelt hierin geen rol.

H1: Een Circulaire Bouweconomie vraagt om een andere manier van denken en leiderschap. De toon van het management speelt hierin eerder wel dan niet een rol.



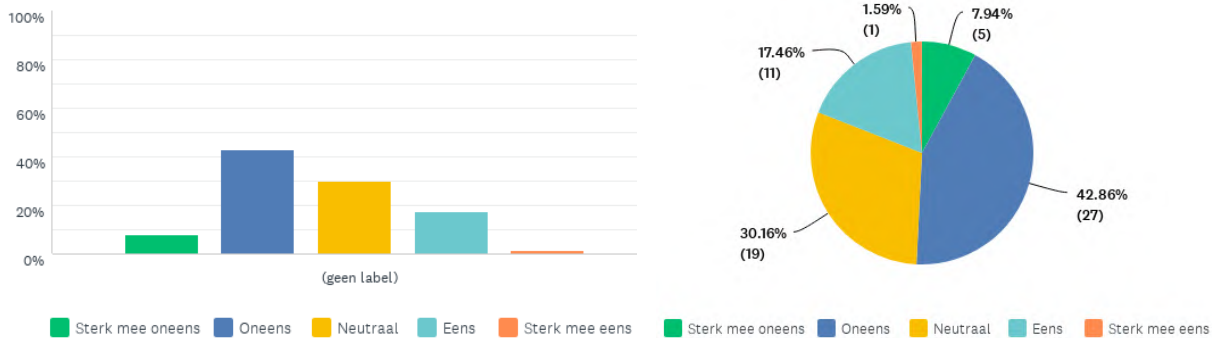
De meeste respondenten (42,86%) zijn het hiermee eens of sterk mee eens (23,81%). Er is ook een grote groep die neutraal over deze veronderstelling denkt (23,81%). Geen van de respondenten was het hiermee sterk oneens. Voor de alternatieve hypothese is uitgegaan van een mediane score van 4 en een gemiddelde wat hoger ligt dan de mediaan. De uitkomst van de enquête is een mediane score van 4 maar het gemiddelde lag hierbij op 3,81 met een standaardafwijking van 0,91. De uitkomst van

de Wilcoxon signed-rank test is:  $Z = 5,318$ ;  $p = 0,000$ . De uitgevoerde chi-kwadraattoets laat wel grote verschillen zien tussen de geobserveerde waarden en de verwachte waarden. In het licht van de waarnemingsresultaten kan de nulhypothese niet worden verworpen en blijft deze dus gehandhaafd.

### Veronderstelling 3: Klanten en klanttevredenheid

H0: In een Circulaire Bouweconomie focussen organisaties zich niet op klanten en klanttevredenheid. Organisaties en klanten ontwikkelen geen langdurige klantrelaties.

H1: In een Circulaire Bouweconomie focussen organisaties zich op klanten en klanttevredenheid. Organisaties en klanten ontwikkelen langdurige klantrelaties, waarbij klanten meer waarschijnlijk prestaties kopen in plaats van producten.

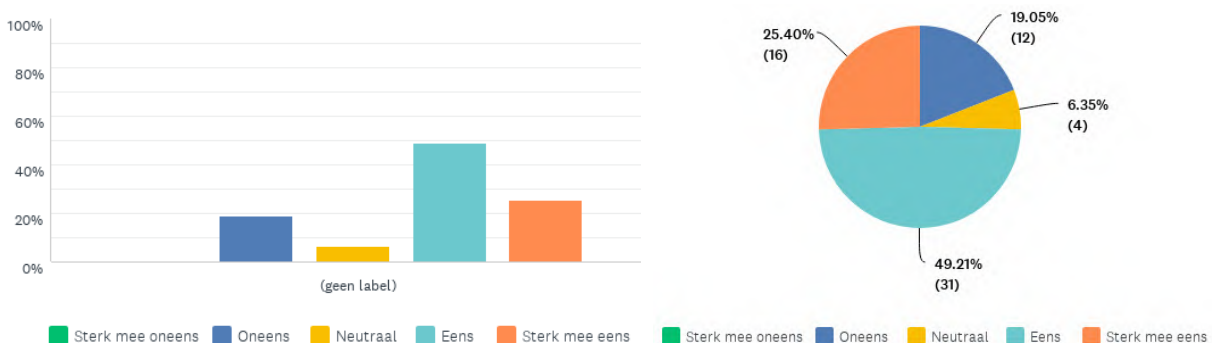


De meeste respondenten zijn het hiermee oneens (42,86%), gevolgd door neutraal (30,16%). Voor de alternatieve hypothese is uitgegaan van een mediane score van 4 en een gemiddelde wat hoger ligt dan de mediaan. De uitkomst van de enquête is een mediane score van 2 en het gemiddelde lag hierbij op 2,62 met een standaardafwijking van 0,92. De uitkomst van de Wilcoxon signed-rank test is:  $Z = -3,066$ ;  $p = 0,002$ . De uitgevoerde chi-kwadraattoets geeft geen noemenswaardige bijzonderheden. In het licht van de waarnemingsresultaten kan de nulhypothese niet worden verworpen en blijft deze dus gehandhaafd.

### Veronderstelling 4: Industrieel- en modulair bouwen

H0: Een Circulaire Bouweconomie komt niet tot stand als het mogelijk is om op grote schaal, gestandaardiseerde maar aanpasbare gebouwen te maken. Industrieel- en modulair bouwen spelen hierin geen rol.

H1: Een Circulaire Bouweconomie komt met grotere waarschijnlijkheid tot stand als het mogelijk is om op grote schaal, gestandaardiseerde maar aanpasbare gebouwen te maken. Industrieel- en modulair bouwen spelen hierin een rol.



De meeste respondenten zijn het hiermee eens (49,21%) of sterk mee eens (25,40%). Geen van de respondenten was het hiermee sterk oneens. Voor de alternatieve hypothese is uitgegaan van een

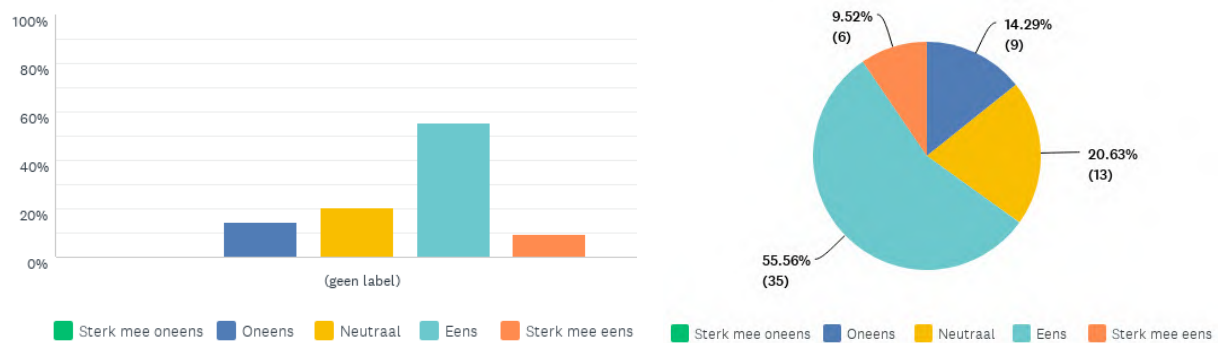


mediane score van 4 en een gemiddelde wat hoger ligt dan de mediaan. De uitkomst van de enquête is een mediane score van 4 en het gemiddelde lag hierbij iets lager op 3,81 met een standaardafwijking van 1,02. De uitkomst van de Wilcoxon signed-rank test is:  $Z = 4,927$ ;  $p = 0,000$ . De uitgevoerde chi-kwadraattoets geeft geen noemenswaardige bijzonderheden. In het licht van de waarnemingsresultaten kan de nulhypothese niet worden verworpen en blijft deze dus gehandhaafd.

### Veronderstelling 5: Talent en skills

H0: Wanneer je op dit moment talent acquireert met grote kennis en skills van circulair bouwen zal dit niet lijden tot een Circulaire Bouweconomie in 2050.

H1: Wanneer je op dit moment talent acquireert met grote kennis en skills van circulair bouwen zal dit waarschijnlijk lijden tot een Circulaire Bouweconomie in 2050.

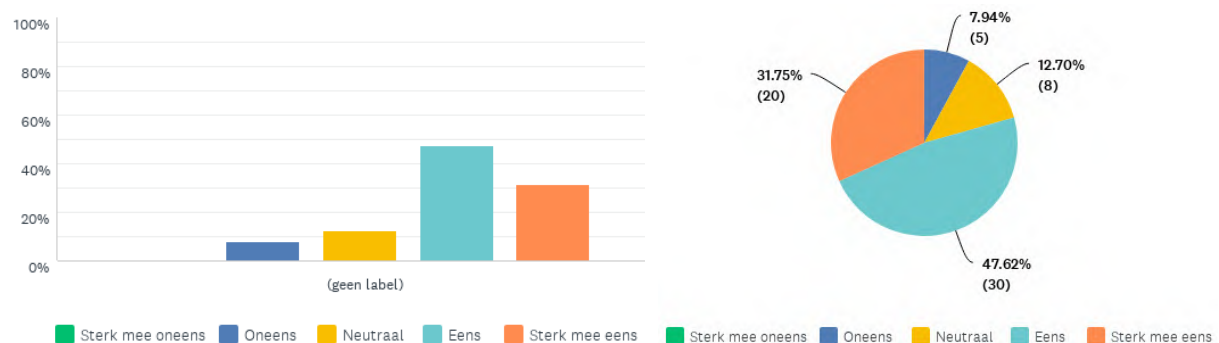


De meeste respondenten zijn het hiermee eens (55,56%). Geen van de respondenten was het hiermee sterk oneens. Voor de alternatieve hypothese is uitgegaan van een mediane score van 4 en een gemiddelde wat hoger ligt dan de mediaan. De uitkomst van de enquête is een mediane score van 4 en het gemiddelde lag hierbij iets lager op 3,60 met een standaardafwijking van 0,85. De uitkomst van de Wilcoxon signed-rank test is:  $Z = 4,622$ ;  $p = 0,000$ . De uitgevoerde chi-kwadraattoets geeft geen noemenswaardige bijzonderheden. In het licht van de waarnemingsresultaten kan de nulhypothese niet worden verworpen en blijft deze dus gehandhaafd.

### Veronderstelling 6: Eenduidige manier van meten

H0: Een Circulaire Bouweconomie komt tot stand ook als er geen eenduidige manier is om de circulariteit van een gebouw te meten.

H1: Een Circulaire Bouweconomie komt waarschijnlijk niet tot stand zolang er geen eenduidige manier is om de circulariteit van een gebouw te meten.



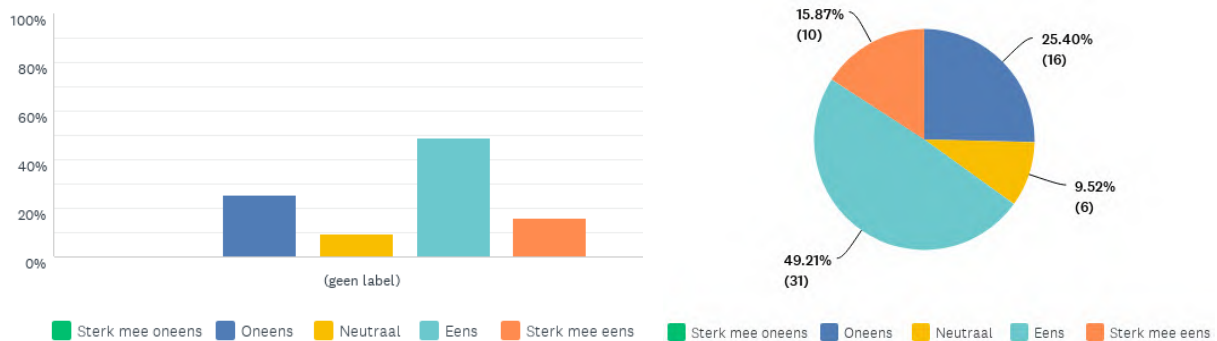
De meeste respondenten zijn het hiermee eens (47,62%) of sterk mee eens (31,75%). Geen van de respondenten was het hiermee sterk oneens. Voor de alternatieve hypothese is uitgegaan van een mediane score van 4 en een gemiddelde wat hoger ligt dan de mediaan. De uitkomst van de enquête

is een mediane score van 4 en het gemiddelde lag hierbij iets hoger op 4,03 met een standaardafwijking van 0,87. De uitkomst van de Wilcoxon signed-rank test is:  $Z = 6,047$ ;  $p = 0,000$ . De uitgevoerde chi-kwadraattoets geeft geen noemenswaardige bijzonderheden. In het licht van de waarnemingsresultaten kan de nulhypothese worden verworpen en wordt de alternatieve hypothese aangenomen.

### Veronderstelling 7: Benutten circulaire potentie

H0: Een Circulaire Bouweconomie komt niet tot stand als de gebouweigenaar verplicht wordt om de circulaire potentie van het gebouw te benutten.

H1: Een Circulaire Bouweconomie komt waarschijnlijker tot stand als de gebouweigenaar verplicht wordt om de circulaire potentie van het gebouw te benutten.

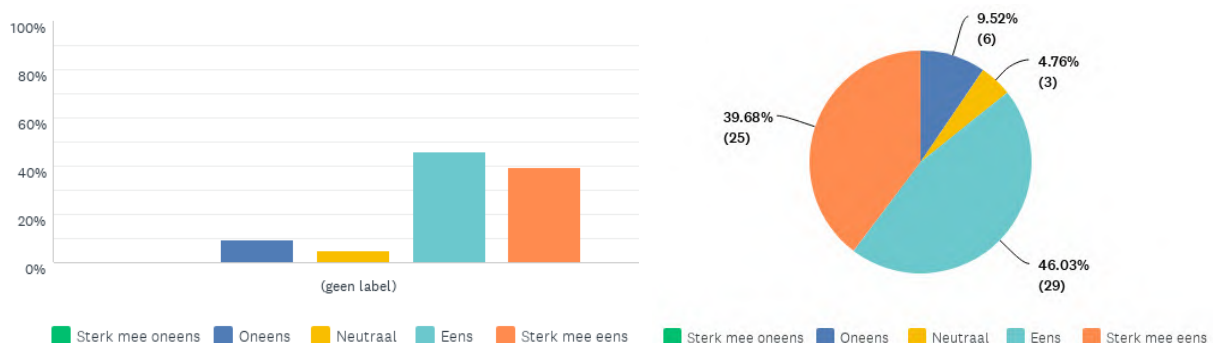


De meeste respondenten zijn het hiermee eens (49,21%) of sterk mee eens (15,87%). Er is ook een grote groep (25,40%) die het oneens zijn met deze veronderstelling. Geen van de respondenten was het hiermee sterk oneens. Voor de alternatieve hypothese is uitgegaan van een mediane score van 4 en een gemiddelde wat hoger ligt dan de mediaan. De uitkomst van de enquête is een mediane score van 4 en het gemiddelde lag hierbij iets lager op 3,56 met een standaardafwijking van 1,04. De uitkomst van de Wilcoxon signed-rank test is:  $Z = 3,742$ ;  $p = 0,000$ . De uitgevoerde chi-kwadraattoets geeft geen noemenswaardige bijzonderheden. In het licht van de waarnemingsresultaten kan de nulhypothese niet worden verworpen en blijft deze dus gehandhaafd.

### Veronderstelling 8: Gebouwpaspoort

H0: Voor elk nieuwbouwproject hoeft het niet verplicht zijn om vanuit verplichte wet- en regelgeving, alle gebruikte materialen te registreren in een gebouwpaspoort.

H1: Voor elk nieuwbouwproject moet het verplicht zijn, vanuit verplichte wet- en regelgeving, om alle gebruikte materialen te registreren in een gebouwpaspoort.



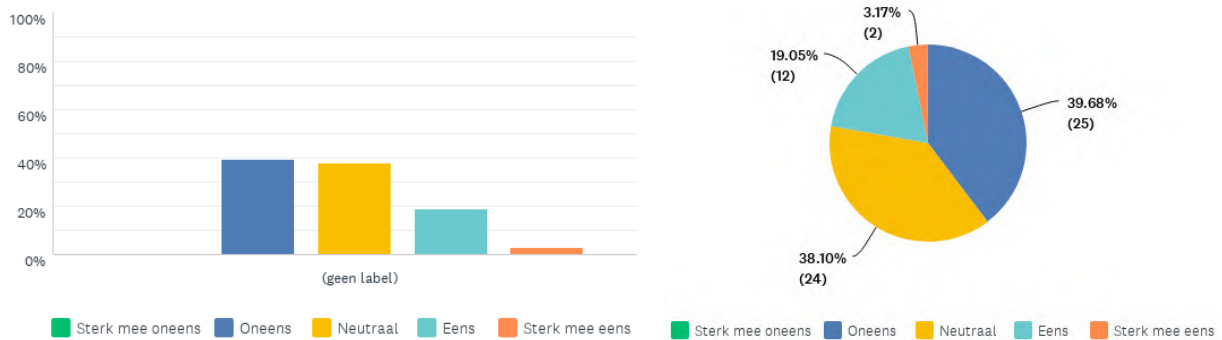
De meeste respondenten zijn het hiermee eens (46,03%) of sterk mee eens (39,68%). Geen van de respondenten was het hiermee sterk oneens. Voor de alternatieve hypothese is uitgegaan van een

mediane score van 4 en een gemiddelde wat hoger ligt dan de mediaan. De uitkomst van de enquête is een mediane score van 4 en het gemiddelde lag hierbij iets hoger op 4,16 met een standaardafwijking van 0,89. De uitkomst van de Wilcoxon signed-rank test is:  $Z = 6,198$ ;  $p = 0,000$ . De uitgevoerde chi-kwadraattoets geeft geen noemenswaardige bijzonderheden. In het licht van de waarnemingsresultaten kan de nulhypothese worden verworpen en wordt de alternatieve hypothese aangenomen.

### Veronderstelling 9: Managen van materialen- en informatiestromen

H0: Een Circulaire Bouweconomie komt ook tot stand als het managen van materialen- en informatiestromen niet transparant gebeurt.

H1: Een Circulaire Bouweconomie komt waarschijnlijk niet tot stand als het managen van materialen- en informatiestromen niet transparant gebeurt.

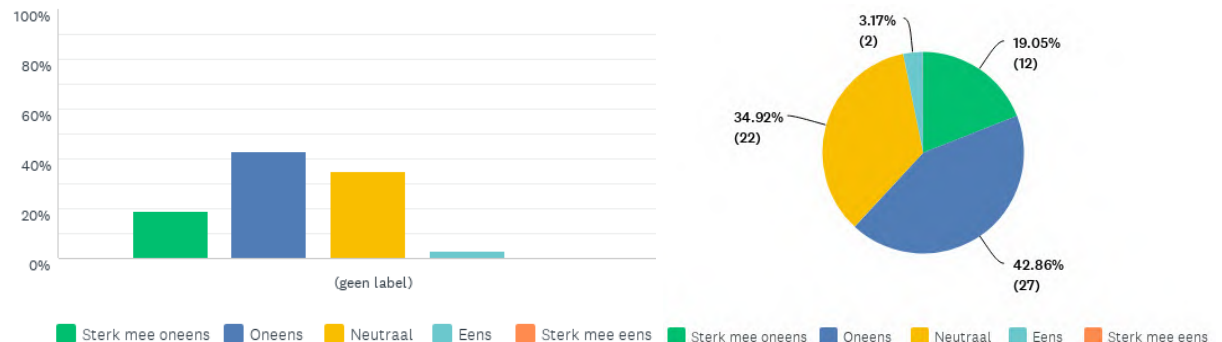


De meeste respondenten zijn het hiermee oneens (39,68%) of hebben neutraal geantwoord (38,10%). Geen van de respondenten was het hiermee sterk oneens. Voor de alternatieve hypothese is uitgegaan van een mediane score van 3 en het gemiddelde wat hoger ligt dan de mediaan. De uitkomst van de enquête is een mediane score van 3 en het gemiddelde lag hierbij iets lager op 2,86 met een standaardafwijking van 0,83. De uitkomst van de Wilcoxon signed-rank test is:  $Z = -1,572$ ;  $p = 0,116$ . De uitgevoerde chi-kwadraattoets laat wel grote verschillen zien tussen de geobserveerde waarden en de verwachte waarden. In het licht van de waarnemingsresultaten kan de nulhypothese niet worden verworpen en blijft deze dus gehandhaafd.

### Veronderstelling 10: Teveel barrières

H0: Er zijn barrières, maar deze kunnen worden weggenomen om hoogstwaarschijnlijk in 2050 een Circulaire Bouweconomie te realiseren.

H1: Er zijn nog teveel barrières die het minder waarschijnlijk maken om in 2050 een Circulaire Bouweconomie te realiseren.

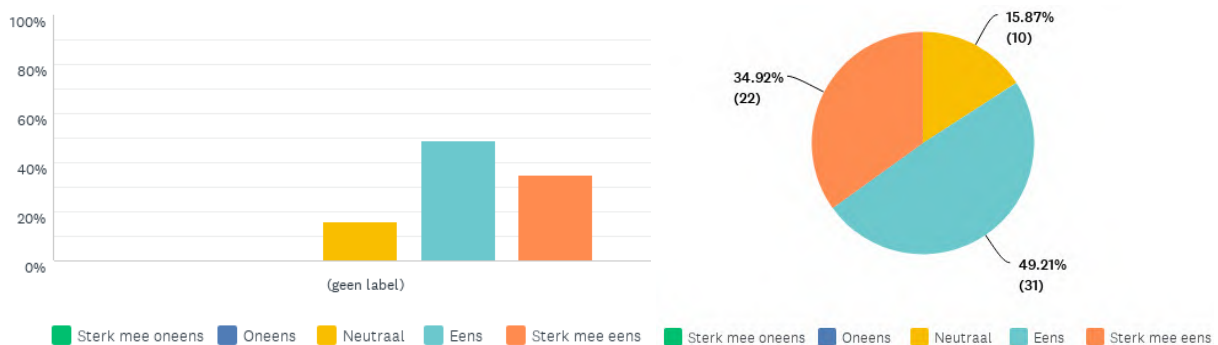


De meeste respondenten zijn het hiermee oneens (42,86%) of hebben neutraal geantwoord (34,92%). Geen van de respondenten was het hiermee sterk oneens. Voor de alternatieve hypothese is uitgegaan van een mediane score van 4 en een gemiddelde wat hoger ligt dan de mediaan. De uitkomst van de enquête is een mediane score van 2 en het gemiddelde lag hierbij iets hoger op 2,22 met een standaardafwijking van 0,79. De uitkomst van de Wilcoxon signed-rank test is:  $Z = -5,732$ ;  $p = 0,000$ . De uitgevoerde chi-kwadraattoets laat wel grote verschillen zien tussen de geobserveerde waarden en de verwachte waarden. In het licht van de waarnemingsresultaten kan de nulhypothese niet worden verworpen en blijft deze dus gehandhaafd.

### Veronderstelling 11: Haalbaarheid Circulaire Bouweconomie 2050

H0: Een volledige Circulaire Bouweconomie in 2050 is hoogstwaarschijnlijk niet haalbaar.

H1: Een volledige Circulaire Bouweconomie in 2050 is hoogstwaarschijnlijk haalbaar.



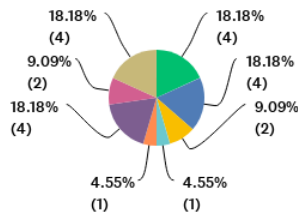
De meeste respondenten zijn het hiermee eens (49,21%) of sterk mee eens (34,92%). Geen van de respondenten was het hiermee oneens of sterk oneens. Er waren wel 10 respondenten die neutraal hadden ingevuld. Voor de alternatieve hypothese is uitgegaan van een mediane score van 4 en een gemiddelde wat hoger ligt dan de mediaan. De uitkomst van de enquête is een mediane score van 4 en het gemiddelde lag hierbij iets hoger op 4,19 met een standaardafwijking van 0,69. De uitkomst van de Wilcoxon signed-rank test is:  $Z = 6,865$ ;  $p = 0,000$ . De uitgevoerde chi-kwadraattoets geeft geen noemenswaardige bijzonderheden. In het licht van de waarnemingsresultaten kan de nulhypothese worden verworpen en wordt de alternatieve hypothese aangenomen.

### Veronderstelling 12: Paris Proof Commitment

H0: Er is geen verband tussen het ondertekenen van het Paris Proof Commitment door een organisatie en de mogelijke totstandkoming van een Circulaire Bouweconomie

H1: Het ondertekenen van het Paris Proof Commitment door een organisatie heeft een positief effect op de mogelijke totstandkoming van een Circulaire Bouweconomie.

Hiervoor zijn meerdere testen uitgevoerd in STATA en is verder ingezoomd tot het niveau van stakeholders. Van de 63 respondenten gaven in totaal 22 respondenten aan dat de organisatie waarvoor zij werkzaam zijn het Paris Proof Commitment van de DGBC gaat ondertekenen of heeft ondertekend. Het overgrote deel (59,09%) heeft ook de principes van een CE verwerkt in het eigen bedrijfsmodel en zijn op de hoogte (72,73%) van de huidige ontwikkelingen omtrent circulair bouwen. Het ondertekenen van het Paris Proof Commitment wordt breed gedragen in de gehele waardeketen

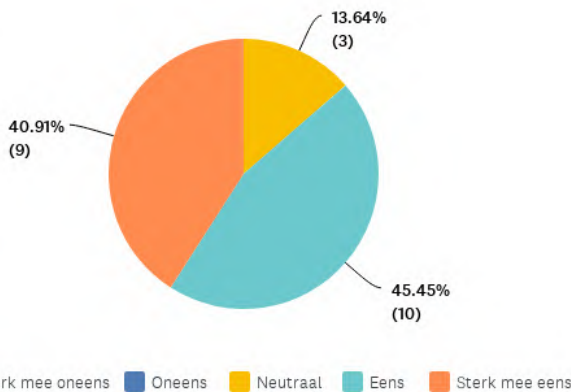


- Vastgoedontwikkelaar / Opdrachtgever / Projectontwikkelaar
- Adviseur / Architect / CE specialist    ■ Bouwonderneming / Aannemer
- Leverancier / Fabrikant / Toeleverancier
- Herstelspecialist/Sloop- en demontageonderneming    ■ Vastgoedbelegger / vastgoedfinancier
- Overheid    ■ Onderzoek- en kennisinstituut

Type stakeholder	Paris Proof Commitment		Total
	1	2	
1	4	10	14
2	4	14	18
3	2	5	7
4	1	2	3
5	1	2	3
6	4	3	7
7	2	1	3
8	4	3	7
9	0	1	1
Total	22	41	63

Pearson chi2(8) = 6.5654 Pr = 0.584  
 likelihood-ratio chi2(8) = 6.7408 Pr = 0.565  
 Cramér's V = 0.3228  
 gamma = -0.3055 ASE = 0.171  
 Kendall's tau-b = -0.1926 ASE = 0.111  
 Fisher's exact = 0.557

Als we dan kijken naar hoe deze 22 respondenten hebben geantwoord op de vraag of zij een Circulaire Bouweconomie in 2050 haalbaar achten dan is het merendeel (19 respondenten) het hiermee eens. Slecht 3 respondenten (13,64%) is hierover neutraal en geen van de respondenten is het hiermee oneens of sterk mee oneens.



Wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	63	2016	1008
negative	0	0	1008
zero	0	0	0
all	63	2016	2016

unadjusted variance 21336.00  
 adjustment for ties -1656.38  
 adjustment for zeros 0.00  
 adjusted variance 19679.63

Ho: ParisProofCommitment = 0  
 z = 7.185  
 Prob > |z| = 0.0000

Dit beeld wordt ook bevestigd door de uitkomst van de uitgevoerde Wilcoxon signed-rank test: Z = 7,185; p = 0,000. De kritische kanttekening hierbij is dat 2050 nog "ver" weg is en doordat er nog veel tijd is kan het zo zijn dat een aantal respondenten dit meegenomen hebben in hun overweging voor het beantwoorden van deze vraag.

Een Spearman's rangcorrelatie test was uitgevoerd tussen het wel/niet ondertekenen van het Paris Proof Commitment en denken dat een Circulaire Bouweconomie haalbaar is onder de respondenten. Er was een zwakke negatieve correlatie, welke niet statistisch significant was,  $r_s = -.0902$ ,  $p = .4820$ .

Ook is er een Kruskal-Wallis test uitgevoerd. De Kruskal Wallis is gebaseerd op hetzelfde principe als de Mann-Whitney U-toets, maar kan de verschillen tussen meer dan twee onafhankelijke steekproeven toetsen. Het toetst of de medianen van twee of meer onafhankelijke groepen gelijk zijn. De Kruskal Wallis is gelijk aan een One-way ANOVA-toets, waarbij de data vervangen zijn door hun rangpositie. Uitkomst: Kruskal-Wallis toets  $\chi^2 = 0.504$ ;  $df = 1$ ;  $p = .4776$ . Dus niet statistisch significant.

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

ParisP~t	Obs	Rank Sum
1	22	749.00
2	41	1267.00

chi-squared = 0.421 with 1 d.f.  
 probability = 0.5165

chi-squared with ties = 0.504 with 1 d.f.  
 probability = 0.4776

In het licht van de waarnemingsresultaten kan de nulhypothese niet worden verworpen en blijft deze dus gehandhaafd.

### 6.3 Samenvatting resultaten

In deze paragraaf worden de onderzoeksresultaten kort samengevat. Het onderzoek is gestart met een literatuuronderzoek en vervolgens een kwalitatief onderzoek. De uitkomsten hiervan zijn gebruikt bij het opstellen van een enquête (surveyonderzoek) bestaande uit 25 vragen. In totaal zijn 78 significante personen binnen de wereld van CE en circulair bouwen benaderd om de enquête in te vullen. In totaal hebben 63 respondenten de enquête ingevuld en voltooid. De uitkomst van de enquête is geanalyseerd middels STATA. In totaal zijn er 12 veronderstellingen (hypothesen) getoetst middels niet-parametrische toetsen zoals de Wilcoxon signed-rank toets, Chi-kwadraattoets, Spearman's rangcorrelatie en de Kruskal Wallis toets. In het licht van de waarnemingsresultaten moesten 8 nulhypotesen (H0) worden gehandhaafd. Onderstaande alternatieve hypothesen (H1) konden worden aangenomen:

- Een Circulaire Bouweconomie komt hoogstwaarschijnlijk tot stand als de gehele waardeketen gaat samenwerken aan de circulaire doelen die vooraf zijn gesteld.
- Een Circulaire Bouweconomie komt waarschijnlijk niet tot stand zolang er geen eenduidige manier is om de circulariteit van een gebouw te meten.
- Voor elk nieuwbouwproject moet het verplicht zijn, vanuit verplichte wet- en regelgeving, om alle gebruikte materialen te registreren in een bouwspaspoort.
- Een volledige Circulaire Bouweconomie in 2050 is hoogstwaarschijnlijk haalbaar.

#	Thema	H0	Mediaan	Gemiddelde	Z-waarde	Prob >[z]
1	Samenwerking	4	4	4,4	7,151	0,000
2	Manier van denken en leiderschap	4	4	3,81	5,318	0,000
3	Klanten en klanttevredenheid	4	2	2,62	-3,066	0,002
4	Industrieel- en modulair bouwen	4	4	3,81	4,937	0,000
5	Talent en skills	4	4	3,6	4,622	0,000
6	Eenduidige manier van meten	4	4	4,03	6,047	0,000
7	Benutten circulaire potentie	4	4	3,56	3,742	0,000
8	Gebouwspaspoort	4	4	4,16	6,198	0,000
9	Managen van materialen- en informatiestromen	4	3	2,86	-1,572	0,116
10	Teveel barrières	4	2	2,22	-5,732	0,000
11	Haalbaarheid Circulaire Bouweconomie in 2050	4	4	4,19	6,865	0,000
12	Paris Proof Commitment	4	geen	geen	7,185	0,000

*Ordinaal meetnivo, gebaseerd op een 5-punts Likert schaal*

TABEL 11: UITSLAG WILCOXON SIGNED-RANK TEST, GERANGSCHIJKT OP BASIS VAN HOOGSTE Z-WAARDE (EIGEN BEWERKING)

Gezien de omstandigheid dat de toets is uitgevoerd op basis van een zeer beperkte steekproef levert dit daarom onvoldoende bewijs op om daadwerkelijk een uitspraak te kunnen doen over de hele populatie en of een Nederlandse Circulaire Bouweconomie überhaupt haalbaar is. Wel kan worden geconcludeerd dat de respondenten positief zijn en denken dat een Circulaire Bouweconomie haalbaar is. Daarbij wordt aangegeven dat de onderwerpen: samenwerking, bouwspaspoort en eenduidige manier van het meten van circulariteit als belangrijk worden geacht om tot een Nederlandse Circulaire Bouweconomie te komen. Daarnaast is er geen verband tussen het ondertekenen van het Paris Proof Commitment van de DGBC door een organisatie en de mogelijke totstandkoming van een Circulaire Bouweconomie. Aan de ene kant is dit vreemd omdat als bedrijven zich hieraan committeren dan verbinden zich aan de ambitieuze doelstelling om het energieverbruik in de gebouwde omgeving met

twee derde te verlagen. En daarmee ook de daar bijhorende CO<sub>2</sub>-emissies terug te brengen. Dit is veelal een resultante van Circulair Bouwen.

## 7. Conclusie, aanbevelingen en reflectie

### 7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een afrondende conclusie gegeven met betrekking tot de onderzoeksresultaten en vindt er een terugkoppeling plaats naar de hoofdvraag en bijbehorende (deel)onderzoeksvragen uit paragraaf 1.4. Vervolgens worden er aanbevelingen gedaan met suggesties voor vervolgonderzoek en dit hoofdstuk sluit af met een persoonlijke en methodologische reflectie.

### 7.2 Conclusies

Het doel van dit onderzoek was om op basis van literatuur- en exploratief onderzoek inzicht te verkrijgen en te bieden in wat (smart input/waardecreatie) en hoe (smart output/waarde levering) de Nederlandse gebouwde omgeving voor 2050 volledig circulair gemaakt kan worden en wat hiervoor noodzakelijk geacht wordt door betrokken stakeholders. De hoofdvraag die hierbij centraal stond was:

“Hoe maken we de Nederlandse gebouwde omgeving volledig circulair voor 2050?”

Alvorens antwoord te geven op de hoofdvraag worden eerst de onderzoeksvragen uit paragraaf 1.4 samenvattend beantwoord. Aan het eind van deze paragraaf wordt de hoofdvraag beantwoord.

#### **Wat is een circulaire economie (CE) en op welke principes is deze gebaseerd?**

Een circulaire economie (CE) is een economisch systeem van gesloten (materiaal)kringlopen waarin grondstoffen, producten en materialen hun waarde zo min mogelijk verliezen. Hernieuwbare energiebronnen worden gebruikt en systeemdenken staat centraal. Dit is destijds vertaald door de EMF (2013) in de drie basisprincipes van een CE:

1. Ontwerp vanuit afval en vervuiling.
2. Houd producten en materialen in gebruik.
3. Regeneer natuurlijke systemen.

In wetenschappelijke literatuur zijn er tientallen verschillende definities van een CE in omloop doordat het concept wordt toegepast in uiteenlopende sectoren. Deze definities richten zich vaak op het grondstofgebruik of op de systeemverandering. Definities die zich richten op grondstofgebruik volgen vaak in de basis de 3R-aanpak:

- Reduce: het minimaliseren van grondstofgebruik.
- Reuse: het maximaal hergebruiken van producten en onderdelen.
- Recycle: het hoogwaardig hergebruiken van grondstoffen (upcycling).

Definities die zich richten op systeemverandering benadrukken vaak drie elementen: gesloten kringlopen, hernieuwbare energie en systeemdenken.

#### **Hoe kunnen de principes van een CE worden toegepast in de bouw en hoe maak je, op grote schaal, circulaire gebouwen?**

Gebouwen hebben een lange technische levensduur en bestaan uit vele honderden componenten die dynamisch in ruimte en tijd in elkaar inwerken. Dit maakt het complexer in vergelijking met consumentengoederen om de principes van een CE op gebouwen toe te passen. Om tot een circulair gebouw te komen moeten de basisprincipes van een CE worden gevolgd. Deze kunnen vertaald worden naar de volgende vijf CE-ontwerpprincipes voor gebouwen:

1. Ontwerpen in (bouw)lagen, conform het ‘shearing layers’ model van Brand (1994).
2. Ontwerpen vanuit afval.



3. Ontwerp voor aanpassingsvermogen, zowel een flexibel gebouw als een aanpasbaar gebouw.
4. Ontwerp voor demontage en hergebruik (DfD), hierdoor kunnen hele gebouwen hergebruikt worden.
5. Gebruik van circulaire materialen.

In totaal zijn er 16 overkoepelende ontwerp- en constructie strategieën voor een CE in de gebouwde omgeving. Het ontwerp voor demontage en hergebruik komt het vaakst voor. Dit wordt gebruikt om het gebouw, componenten of materialen zo te ontwerpen dat ze gemakkelijk kunnen worden gemonteerd / gedemonteerd om bijvoorbeeld direct hergebruik of recycling mogelijk te maken, gemakkelijk onderhoud en dat het gebouw gemakkelijk aangepast kan worden en daarmee flexibel is. Een belangrijke voorwaarde is dat er geen permanente verbindingen worden toegepast. Het bouwsysteem wat de meeste (materiaal)kringlopen verkleint, vertraagd en sluit is het modulaire, massa-aanpasbare, cyclische bouwsysteem zoals gedefinieerd door Van Stijn & Gruijs (2019b).

Het is belangrijk om in een vroeg stadium van het ontwikkelingsproces na te denken over 'hoe' het circulaire gebouw in gestandaardiseerde elementen wordt opgebouwd en op den duur weer wordt gedemonteerd of geremonteerd. Dit wordt ook wel modulair bouwen genoemd. Modulair bouwen is een gestandaardiseerde manier om klantspecifiek en flexibel te produceren. Een gebouw bestaat dan uit gemakkelijke demonteerbare componenten en materialen waardoor vervanging, hergebruik of recycling aanzienlijk eenvoudiger en goedkoper wordt. Door activiteiten van de bouwplaats te verplaatsen naar een fabrieksomgeving neemt de efficiëntie enorm toe. Hedendaagse state-of-the-art industrieel bouwen vertegenwoordigt een geavanceerde manier om gebouwen te produceren, gebruikmakend van verschillende materialen, geïntegreerd in transporteerbare componenten door Robotica. Met robots is het mogelijk om computergestuurd te fabriceren. Het is dan mogelijk om complexe vormen te genereren waarvan het ene component net iets verschilt ten opzichte van het andere. Hierdoor is het mogelijk om op grote schaal producten en componenten te produceren welke toch onderling kunnen verschillen en aangepast kunnen worden aan de wensen en behoeften van de klant. Naast dat de efficiëntie toeneemt zorgt dit er ook voor dat het bouw- en sloopafval vermindert en zou dit het deconstructieproces kunnen verbeteren, waardoor het bereiken van een gesloten (materiaal)kringloop mogelijk wordt. Industrieel bouwen is dus een efficiënte manier om massaproductie te realiseren.

### **Hoe kunnen gevestigde bedrijven in de bouw- en vastgoedsector de principes van een CE toepassen in hun bedrijfsmodellen en hoe ziet de implementatie en transformatie van een lineair naar een circulair bedrijfsmodel (CBM) eruit?**

In een CBM worden de basisprincipes van een CE toegepast. Met de kennis van nu zou ik een CBM zelf als volgt definiëren: "Een circulair bedrijfsmodel is de grondgedachte van hoe een organisatie waarde creëert (smart input), levert (smart output) en behoudt. Hierbij wordt er gefocust op klanttevredenheid. Wordt het juiste talent aangetrokken en neemt de organisatie zijn verantwoordelijkheid in de gehele circulaire waardeketen om zodoende (materiaal)kringlopen te vertragen, te verkleinen en te sluiten".

Deze CBM zijn van nature genetwerkt en vereisen samenwerking, communicatie en coördinatie binnen complexe netwerken van onderling afhankelijke maar onafhankelijke stakeholders. Een CBM wordt dan ook gedefinieerd als een BM met een focus op: circulair ontwerp, optimaal gebruik, waarde behoud en netwerkorganisatie of een combinatie van één van deze categorieën. Een CBM wat gefocust is op circulair ontwerp richt zich op de ontwerpfase van een product met als doel om producten en materialen te ontwikkelen die zo lang mogelijk hun waarde behouden. Een CBM wat gefocust is op optimaal gebruik richt zich met name op de gebruiksfase van een product met als doel het

optimaliseren van het gebruik zodat dat dit langdurig kan worden gebruikt dan wel een optimale productiviteit van het product. Een CBM wat zich focust op waarde behoud richt zich op de output en toegevoegde waarde van een product na de gebruiksfase. Deze CBM genereren omzet door gebruikte producten te hergebruiken om nieuwe producten of componenten te maken. De ontwikkeling van retourlogistiek is essentieel voor dit CBM. Retourlogistiek omvat het ophalen van goederen, transport naar een bepaalde locatie en sorteren voorafgaand aan herfabricage, opknappen, hergebruik of recycling of, als dat niet lukt, verwijderen. Retourlogistiek speelt een belangrijke rol in het proces van bedrijven die de transitie willen maken naar een CE. Dit vereist regelingen voor retourlogistiek en een transactiemodel waarmee de (her)fabrikanten in de loop van de tijd economische controle over hun product kunnen behouden. Onderdeel van het CBM is het verdienmodel. In totaal zijn er 8 soorten verdienmodellen die toegepast kunnen worden in de bouwsector. Het verschil tussen de modellen is waar het eigendom zit: bij de gebouweigenaar, de financier (lease) of bij de producent.

De transformatie van een LBM naar een CBM is vaak een fundamenteel ontdekkings-gestuurd proces wat gekenmerkt wordt door iteratie, experimenteren, vallen en opstaan. Over hoe het transformatieproces naar een CBM eruitziet en welke stappen of fases moeten worden doorlopen zijn de meningen verdeeld. In hoofdstuk 4 staan deze stappen of fases uitgelegd. In de transformatie naar een CBM zijn er door verschillende auteurs suggesties gedaan met betrekking tot de rol van HR Dit varieert van algemene aanbevelingen voor het maken van teams, doelen, motivatie, positief denken, het onderhouden van banden met de interne organisatie en leiderschap. Hierbij worden diverse eigenschappen van succesvolle circulaire leiders voornamelijk met betrekking tot de waardering van de nieuwe strategische richting, het nemen van verantwoordelijkheid, het begrijpen van de voordelen en risico's ervan en het vermogen om begrip in het bedrijf tot stand te brengen gedefinieerd. De toon of the top en een buy-in van de top worden als belangrijk beschouwd voor het implementeren van de CE-principes in het proces, de eigen organisatie en de waardeketen. Zelf ben ik van mening dat de 'toon aan de top' als cruciaal moet worden beschouwd voor het implementeren van de CE-principes. De zichtbare bereidheid van het topmanagement om de principes van een CE te implementeren en te laten zien waar men voor staat acht ik als essentieel. Zeker in de kwadranten: "wat" (smart input/waardecreeatie) en "hoe" (smart output/waarde levering). Leiderschap en mindset spelen dus een belangrijke rol bij het doorlopen van de verschillende stappen of fases van het transformatieproces.

### **Zijn gevestigde bedrijven in de bouw- en vastgoedsector bezig met een Circulaire Bouweconomie (CBE) en zijn zij bekend met de circulaire ontwerpprincipes?**

Uit het exploratief onderzoek komt duidelijk naar voren dat de respondenten bekend zijn met de circulaire ontwerpprincipes waarbij zij hebben aangegeven dat zij het meest te maken hebben met de circulaire ontwerpprincipes: ontwerp voor demontage en hergebruik en ontwerpen in (bouw)lagen. Daarnaast zijn de meeste respondenten op de hoogte (61,9%) van de huidige ontwikkelingen op het gebied van circulair bouwen. De principes van een CE zijn daarentegen niet verwerkt in het bedrijfsmodel van de organisaties waarbij zij werkzaam zijn alsook dat de meeste organisaties het Paris Proof Commitment van de DGBC niet gaan ondertekenen. Geconcludeerd kan worden dat gevestigde bedrijven wel bezig zijn met circulair bouwen en hoe je dat het "beste" kan doen. Het werken aan CBE is beperkt aanwezig. Mogelijk dat de urgentie hiervoor op dit moment nog ontbreekt.

## **Welke thema's zijn van belang om te komen tot een CBE en denkt de markt dat het doel van 2050 haalbaar is?**

In het licht van de waarnemingsresultaten uit het exploratief onderzoek kan geconcludeerd worden dat een CBE hoogstwaarschijnlijk tot stand komt als de gehele waardeketen gaat samenwerken aan de circulaire doelen die vooraf zijn gesteld. Dit sluit enigszins aan op eerder onderzoek van Venselaar et al. (2019) en Leising et al. (2018) waarbij zij stellen dat er eerst een visie moet worden gecreëerd in plaats van een programma van eisen. Deze visie helpt om een beeld te geven van een mogelijke toekomst, maar biedt ook coördinatie en houvast tussen de verschillende betrokken partijen. Daarnaast blijkt uit het exploratief onderzoek dat het noodzakelijk is om de circulariteit van een gebouw op een eenduidige manier te meten. Nu zijn er verschillende manieren om dit te doen, maar om te komen tot een CBE moet er een algemeen geaccepteerde en eenduidige manier worden ontwikkeld en geïmplementeerd. Ook gaven de respondenten aan dat het noodzakelijk is voor elk nieuwbouwproject om vanuit verplichte wet- en regelgeving alle gebruikte materialen te registreren in een gebouwspaspoort. Ook in omliggende landen is dit nog niet verplicht, maar wordt hiernaar wel onderzoek gedaan. Uit het interview kwam naar voren dat in omliggende landen het verplicht is voordat het bestaande gebouw gesloopt wordt om eerst aan te tonen dat er geen andere optie is dan 'slopen'. Als blijkt dat er geen andere optie is dan wordt het verplicht om componenten van het bestaande gebouw te gaan hergebruiken in het nieuw te bouwen gebouw. Zodoende krijgt elke nieuw gebouw een circulaire component. De kritische kanttekening die ik hierbij heb is dat er geen bepaalde hoeveelheid of percentage vooraf wordt vastgesteld waardoor de circulaire toevoeging beperkt kan zijn om tot een circulair gebouw te komen.

De andere onderzochte thema's zoals: 'manier van denken en leiderschap', 'klanten en klanttevredenheid', 'industriële- en modulair bouwen', 'talent en skills', 'benutten circulaire potentie', 'managen van materialen- en informatiestromen', 'teveel barrières' werden door de respondenten als minder van belang geacht. De markt (deelnemende respondenten aan het exploratief onderzoek) denkt dat een volledige circulair bouweconomie in 2050 hoogstwaarschijnlijk haalbaar is.

## **Welke aanbevelingen kunnen worden gedaan om de transitie naar een CBE te versnellen en te verbeteren?**

Dit kunnen zowel praktische aanbevelingen zijn of aanbevelingen voor eventueel vervolgonderzoek. In paragraaf 7.3 zijn deze aanbevelingen terug te lezen.

## **Hoe maken we de Nederlandse gebouwde omgeving volledig circulair voor 2050?**

Om te komen tot een Nederlandse CBE voor 2050 is het van belang dat er een transitie gaat plaatsvinden van lineair naar circulair. Deze transitie begint met circulair denken en doen en vraagt om een andere manier van ontwerpen en gebouwen te herdefiniëren als (tijdelijke) materiaalbanken. Dit betekent dat bouwlagen van elkaar los gehouden moeten worden zodat het terugwinnen van materialen aan het einde van de levensduur mogelijk wordt gemaakt. Om tot een volledige CBE te komen moeten er (nieuwe) circulaire gebouwen worden gemaakt. Om tot een circulair gebouw te komen moet circulariteit dus worden meegenomen in het gehele vastgoedontwikkelingsproces. Dit kan bereikt worden door een combinatie van circulair materiaalgebruik en circulair ontwerp. Circulair materiaalgebruik is bedoeld om materiaaldegradatie te voorkomen en mogelijkheden te bieden voor materiaalregeneratie om zodoende de materiaalwaarde te beschermen en te behouden. In tegenstelling tot een traditioneel gebouw is een circulair gebouw niet het resultaat van een bouwproces maar van een logistiek (assemblage) proces. Dit houdt in dat er in een vroeg stadium van het vastgoedontwikkelingsproces nagedacht wordt over 'hoe' het circulaire gebouw in

gestandaardiseerde elementen wordt opgebouwd en op den duur weer wordt gedemonteerd of geremonteerd. Doordat een circulair gebouw uit vele honderden producten, materialen en componenten bestaat is het nodig om deze allemaal te registreren zodat deze producten, materialen en componenten een identiteit krijgen. Met behulp van het materialenpaspoort krijgen materialen een identiteit en wordt het terugwinnen van materialen bij de sloop of demontage veel eenvoudiger en daardoor kunnen deze producten, materialen en componenten worden hergebruikt in andere vastgoedprojecten. Dit betekent voor producten die modulair, op grote schaal aanpasbaar en cyclisch zijn dat er een ondersteunend CBM nodig is dat het verkleinen, vertragen en sluiten van de (materiaal)kringlopen stimuleert. Circulaire bedrijfsmodelinnovatie (CBMI) wordt gezien als potentiële driver voor de transitie naar een CE. Door te heroverwegen hoe een bedrijf waarde creëert, levert en vastlegt, kan innovatie van BM een holistische benadering zijn om de logica van waardecreatie van een bedrijf in overeenstemming te brengen met de principes van een CE. Uit het exploratief onderzoek is gekomen dat de markt (respondenten van het onderzoek) van mening zijn dat de thema's: 'samenwerking', 'eenduidige manier van meten' en 'gebouwpaspoort' als belangrijk worden geacht om te komen tot een Nederlandse CBE in 2050. Om te komen tot een volledig Nederlandse CBE is het nodig om de hedendaagse lineaire manier van bouwen te heroverwegen (Rethink), te herdefiniëren (Redefine) en gebouwen zodanig te herontwerpen (Redesign).

## 7.3 Aanbevelingen

### Onderzoeksbeperingen

Hoewel deze scriptie verschillende inzichten heeft geleverd, moeten de bevindingen ervan met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd, rekening houdend met de beperkingen van het onderzoek. Het onderzoeksgebied is relatief nieuw en experts op dit gebied hebben vaak niet meer dan <5 jaar ervaring. Mede hierom is gekozen voor het kwalitatieve gedeelte van dit onderzoek om maar één significante expert te interviewen. Deze persoon moest dan wel voldoen aan de nodige voorwaarden zoals benoemd in paragraaf 5.1. Het doel van het interview was om het onderzoeksgebied verder te exploreren en mogelijk tot nieuwe inzichten te komen welke gebruikt konden worden voor het kwantitatieve gedeelte van dit onderzoek. Ondanks dat ik tevreden ben met de uitkomst en de informatie die dit diepte-interview heeft opgeleverd is het aantal van één interview aan de lage kant en is het mogelijk dat, als er meer mensen waren geïnterviewd, dit tot meer nieuwe inzichten had geleid.

De grootste beperking van het kwantitatieve gedeelte van dit onderzoek was dat er geen geverifieerde dataset beschikbaar was. Om toch tot een kwantitatieve analyse te komen is een 'eigen' dataset gecreëerd met de reacties van verschillende stakeholders. Echter waren de verschillende stakeholders onevenredig verdeeld. Zo was het aantal respondenten wat werkzaam was bij de overheid, vastgoedbeleggers en onderzoek- en kennisinstituten laag vergeleken met het aantal adviseurs, architecten en vastgoedontwikkelaars dat meedeed aan de enquête. Het aantal van in totaal 63 respondenten was hoger dan verwacht.

### Praktische aanbevelingen

Op basis van het verrichte onderzoek, rekening houdend met de onderzoeksbeperingen, zijn de volgende praktische aanbevelingen geformuleerd:

1. Een materialenpaspoort van een gebouw maakt inzichtelijk welke materialen bij de bouw zijn gebruikt en hoe deze zijn verwerkt. Hierdoor krijgen deze materialen een identiteit. In de toekomst maakt dit het hergebruiken en terugwinnen van materialen bij de sloop of demontage eenvoudiger. Het verdient de aanbeveling aan de overheid om te onderzoeken of

het materialenpaspoort voor nieuwbouw verplicht gesteld moet worden. Mogelijk kan dit in combinatie met het verplicht stellen dat gebouwen demontabel moeten zijn.

2. Door de lange technische levensduur van gebouwen betekent dit voor de bouwsector dat er een versnelling (Pivot) nodig is om het circulaire doel (CBE in 2050) te behalen. Zonder deze versnelling (welke bestaat uit het wat, hoe, wie en waarom waarbij de klant de snelheid uiteindelijk bepaald) zal er weinig veranderen. In de praktijk betekent dit dat circulariteit moet worden meegenomen in bedrijfsmodellen, op grote schaal in de planvorming van nieuwe (circulaire) gebouwen en dat de bestaande vastgoedvoorraad circulair moet worden gerenoveerd dan wel verbouwd. Aan de verschillende stakeholders die actief zijn in de bouw- en vastgoedsector is het aan te bevelen om nu echt met circulariteit aan de gang te gaan. Aan klanten en afnemers is het aan te bevelen om ook te vragen om circulaire gebouwen en dit dus mee te nemen in de uitvraag aan de “markt”.
3. Het meten van circulariteit is belangrijk om gewogen keuzes te maken tussen processen, en producten. Er zijn verschillende meetmethoden en instrumenten om circulariteit van gebouwen te meten. Er is echter nog geen algemeen geaccepteerde methodiek voor. Wel bestaan er een groot aantal tools die circulariteit kwalitatief of kwantitatief in kaart brengen. Dit zijn veelal private initiatieven zoals bijvoorbeeld de Circularity Indicator van Madaster of de Building Circularity Index van Alba Concepts. Waar het echter aan ontbreekt en waar volgens het exploratief onderzoek behoefte aan is, is een eenduidige algemeen geaccepteerde manier. Het verdient de aanbeveling aan de overheid om dit verder te onderzoeken en dit te implementeren op basis van open standaarden zodat data uitwisselbaar zijn.
4. Bij sloop-nieuwbouw projecten is aan te bevelen om te verplichten aan initiatiefnemers (zoals vastgoedontwikkelaars) dat zij de circulaire potentie van het te slopen gebouw onderzoeken zodat, als dit mogelijk is, dit meegenomen kan worden in de verdere planontwikkeling. Aan te bevelen is om te onderzoeken of hier draagvlak voor is onder de vastgoedontwikkelaars.
5. Een circulaire waardeketen heeft zijn invloed op de rollen van de betrokken stakeholders. Deze zullen in sommige gevallen veranderen en dit geldt ook voor de manier en wijze waarop stakeholders met elkaar zullen gaan samenwerken. Uit het exploratief onderzoek komt duidelijk naar voren dat samenwerking tussen stakeholders in de gehele waardeketen als belangrijk wordt geacht. Dit vraagt om nieuwe samenwerkingsmodellen, verdienmodellen en onderliggende innovatieve contracten. Het verdient de aanbeveling aan marktpartijen om dit verder met elkaar te onderzoeken en te starten met pilotprojecten.

### Aanbevelingen voor eventueel vervolgonderzoek

Onderzoek op dit gebied bevindt zich in een vroeg stadium en er zijn nog veel onbeantwoorde vragen. Uit dit onderzoek zijn er meerdere bevindingen gekomen die een vervolgonderzoek waard zijn. De vijf belangrijkste hiervan worden hieronder behandeld.

1. De thema's: 'samenwerking' en 'eenduidige manier van meten' worden door de respondenten als belangrijk geacht om te komen tot een CBE. Het verdient in het bijzonder de aanbeveling om op deze twee gebieden nader onderzoek te verrichten.
2. Een aanbeveling die gekenmerkt kan worden als 'een open deur', is om dieper, wetenschappelijk onderzoek te verrichten naar de andere onderzochte thema's zoals: 'manier van denken en leiderschap', 'klanten en klanttevredenheid', 'industriële- en modulair bouwen', 'talent en skills', 'benutten circulaire potentie', 'managen van materialen- en informatiestromen', 'teveel barrières'. Deze thema's werden door de respondenten als minder van belang geacht maar kwamen uit het literatuur en kwalitatief onderzoek als zijnde belangrijk naar voren. Doordat de toets is uitgevoerd op basis van een zeer beperkte

steekproef is het ook niet te stellen dat deze thema's niet relevant zijn om te komen tot een Nederlandse Circulaire Bouweconomie. Daarbij is mogelijk dat er onderlinge verbanden zijn tussen de verschillende thema's die op dit moment nog onvoldoende zijn belicht en onderzocht in dit onderzoek. Een voorbeeld hiervan zou kunnen zijn de relatie tussen het thema samenwerking en de manier van denken en leiderschap. Om de principes van een CE te implementeren is een andere manier van denken over de toekomst nodig in een 'Board'. Dit vraagt om andere leiderschap skills. Hierdoor kan het zijn dat het individu dit niet voor elkaar krijgt maar dat hij/zij hiervoor moet gaan samenwerken met anderen binnen de gehele waardeketen. Het verdient daarom de aanbeveling om deze gebieden (separaat) nader te onderzoeken.

3. Blockchain zou een belangrijk rol kunnen vervullen om de transitie naar een CBE te bevorderen. Het verdient in het bijzonder de aanbeveling om dit nader te onderzoeken.
4. Een CE heeft invloed op het bedrijfsmodel van de stakeholders. Het is echter onzeker hoe dit bedrijfsmodel moet worden gestructureerd, zeker als het eigendom verschuift naar gebruik en daarmee de restwaarde van het vastgoedobject voor de vastgoedfinancier niet 100% duidelijk is. Het vraagstuk omtrent fiscaliteit en financiering i.c.m. het juridische eigendom zou onderzocht kunnen worden zodat binnen het fiscaal en economisch recht onderzocht kan worden hoe de transitie naar een CBE bevorderd kan worden.
5. Deze studie focust zich volledig op de techno-cyclus, maar het belang van de bio-cyclus moet in de toekomst niet onderschat worden. De reden hiervan is dat giftige, vervuilde of besmette materialen niet thuishoren in een Circulaire Bouweconomie. Het is aan te bevelen om te onderzoeken wat de kansen zijn voor de bio-cyclus en hoe het gebruik van toxische materialen kan worden voorkomen.

## 7.4 Reflectie

### Methodologische reflectie

Dit onderzoek is gestart met een literatuuronderzoek wat heeft geleid tot het theoretisch kader. Het theoretisch kader van dit onderzoek bleek goed geschikt om te bepalen wat een CE is en wat dit concept inhoudt en hoe je circulariteit kan toepassen in de gebouwde omgeving en in bedrijfsmodellen. Terugkijkend op dit deel van het onderzoek was de grootste uitdaging om de juiste selectie te maken uit alle beschikbare wetenschappelijke literatuur. In de wetenschappelijke literatuur zijn er tientallen verschillende definities van een CE in omloop omdat het concept wordt toegepast door verschillende groepen onderzoekers en professionals in uiteenlopende sectoren. Een eenduidige en algemeen geaccepteerde definitie van de term CE is er nog niet en door de aandacht die het concept op dit moment krijgt wordt het door veel onderzoekers onderzocht en verschijnen er wekelijks nieuwe wetenschappelijk publicaties. Tijdens het literatuuronderzoek heb ik gesproken met een aantal mensen van het Circular Built Environment lab van de TU Delft. Dit was erg nuttig en heeft ertoe geleid dat hoofdstuk 1 verder is aangescherpt en dat ik toegang had tot meer recentere (publicatiejaar 2020) wetenschappelijke literatuur wat ik kon gebruiken voor het literatuuronderzoek. Terugkijkend hierop hadden deze gesprekken eerder in het afstudeerproces moeten plaatsvinden omdat op basis van deze gesprekken er een duidelijke onderzoeksrichting naar voren kwam en had dit uiteindelijk veel toegevoegde waarde voor het theoretisch kader.

Het kwalitatieve gedeelte van het exploratief onderzoek bestond uit één expertinterview met een significant persoon binnen de wereld van CE, circulair bouwen en CBM. Het doel van het interview was om het onderzoeksgebied verder te exploreren en mogelijk tot nieuwe inzichten te komen welke gebruikt konden worden voor het kwantitatieve gedeelte van dit onderzoek. Reflecterend op het interview heeft dit ertoe geleid dat de meeste onderwerpen en thema's, zoals deze ook naar voren

kwamen in het literatuuronderzoek, werden bevestigd maar het interview heeft ook geleid tot nieuwe inzichten zoals de mogelijke rol van blockchain in een CE en het ontbreken van een eenduidige manier om de circulariteit van een gebouw te meten. Achteraf blijkt dat het ontbreken van deze eenduidige manier van meten ook door de respondenten van de enquête als belangrijk wordt gezien. Om de betrouwbaarheid van het onderzoek te vergroten zouden er meer significante personen geïnterviewd kunnen worden. Het kan namelijk zijn dat deze persoon een bepaalde bias of geloofsovertuiging heeft wat zijn invloed heeft gehad op dit onderzoek. Bij het interviewen van meerdere personen zouden dan de verschillen naar voren zijn gekomen. Echter in de zoektocht naar een geschikt persoon, welke voldeed aan de vooraf opgestelde selectiecriteria, bleek dat het 'aanbod' erg beperkt was.

De grootste beperking van het kwantitatieve gedeelte in dit onderzoek was dat er geen geverifieerde dataset beschikbaar was. Om toch tot een kwantitatieve analyse te komen is een 'eigen' dataset gecreëerd, waarbij een aantal significante personen in de wereld van circulair bouwen zijn bevestigd. Reflecterend hierop was dit gedeelte van het onderzoek het lastigst. Het benaderen van personen die voldeden aan de vooraf opgestelde criteria was erg tijdrovend, maar leverde wel een hogere respons op dan was verwacht. Daarnaast werkten de deelnemers goed mee en was het bijna niet nodig om hen eraan te herinneren om de vragenlijst in te vullen. Reflecterend hierop zijn de respondenten door mij doelgericht benaderd op basis van vooraf opgestelde selectiecriteria. Hierdoor was de sample niet willekeurig. Als de sample wel willekeurig was zou dit mogelijk tot een andere uitkomst kunnen lijden. Echter vanwege de benodigde ervaring en kennis van het onderzoeksonderwerp ben ik van mening dat het nodig was om de respondenten doelgericht te benaderen. In mijn optiek is er dan ook geen sprake van een selectie bias. Er zou wel sprake kunnen zijn van een bepaalde geloofsovertuiging bij de respondenten in de totstandkoming van een Nederlandse Circulaire Bouweconomie aangezien bijna alle respondenten hierop positief hebben geantwoord. Zelf vond ik het ook lastig om een 'goede' vragenlijst op te stellen en had ik moeite met het formuleren van de hypothesen. De gemiddelde invulduur van de gehele enquête was 13 minuten en 44 seconden. Dit kan als relatief kort worden beschouwd. Daarnaast leent het onderzoeksonderwerp, de uitkomst van het literatuuronderzoek en het expertinterview om de breedte op te zoeken. In totaal zijn er 25 vragen gesteld aan de respondenten en uiteindelijk zijn er 12 veronderstellingen onderzocht middels niet-parametrische toetsen. Deze veronderstellingen zouden ook de basis kunnen zijn voor een diepgaander vervolgonderzoek. Met het huidige onderzoek is slechts een eerste 'verkenning' gedaan. Op basis hiervan kan nooit gepretendeerd worden dat de resultaten van dit onderzoek een zekere waarheid zijn. Het blijft immers mogelijk dat de bevindingen worden weerlegd door toekomstig nieuwe onderzoeken.

### Persoonlijke reflectie

Ik heb lang nagedacht over mijn scriptieonderwerp. In eerste instantie wilde ik een onderzoek doen naar iets wat meer in het verlengde lag van mijn dagelijkse werkzaamheden, maar uiteindelijk heb ik ervoor gekozen om een onderwerp te kiezen wat meer in mijn interessegebied (duurzaamheid & vastgoed) zou liggen en waar ik nog niet zoveel vanaf wist zodat ik mijzelf nog eenmaal aan het eind van de MRE-studie kon uitdagen. Het schrijven van deze afstudeerscriptie over een Nederlandse Circulaire Bouweconomie was leerzaam, vaak leuk, maar achteraf gezien ook heel veel werk. Vanuit mijn dagelijkse werkzaamheden als projectmanager had ik wel eens over een CE gehoord en wist dat er een aantal vastgoedpartijen over aan het nadenken waren. Maar eenmaal begonnen kwam ik er al gauw achter dat het onderwerp actueler was dan gedacht en dat er in de wetenschappelijke literatuur al veel over was geschreven. Hierdoor was ik de eerste paar maanden nog enigszins zoekende. De fout die ik achteraf gezien maakte was dat ik mijn scriptie begon te schrijven vanaf 2013, met de definitie van een CE door de EMF en niet goed genoeg op de hoogte was van de meest recente wetenschappelijke literatuur. Na een tweetal gesprekken op de TU Delft kreeg ik toegang tot de

repository van de TU Delft en TU Eindhoven en begon het theoretisch kader steeds meer vorm te krijgen met recente wetenschappelijke publicaties.

Ik heb veel plezier gehad aan het uitvoeren van het exploratief onderzoek. Het interview was erg leuk om te doen en tijdens het interview merkte ik dat ik goed op de hoogte was van het onderwerp en de actualiteit hieromtrent. Het opstellen van de enquête was vooral een proces van keuzes maken. De vragenlijst mocht niet te lang zijn omdat anders de kans bestond dat de respondenten deze niet volledig zouden invullen, maar je wilt wel een zo compleet mogelijk beeld krijgen. Het zoeken naar de juiste respondenten met kennis en ervaring van het onderwerp was lastiger en tijdrovender dan vooraf ingeschat. Uiteindelijk hebben ruim 63 respondenten van verschillende organisaties de enquête ingevuld en kreeg ik van het merendeel positieve feedback terug en sommigen spreek ik nog steeds. Het werken aan de STATA-analyses vond ik erg leerzaam en niet eens heel vervelend om te doen. De uitdaging lag voor mij op den duur om mij weer te beperken tot de kern van deze scriptie en niet teveel de 'breedte' op te zoeken.

Terugkijkend op het gehele afstudeerproces was het erg leerzaam en ben ik blij dat ik voor dit actuele onderwerp heb gekozen, daarnaast kijk ik met heel veel plezier terug op de twee jaar MRE-studie. En ik kijk dan ook uit om het volgend jaar in New York (of elders) op een gepaste wijze af te sluiten met de groep 2018-2020.



## Bibliografie

Acharya, D., Boyd, R., & Finch, O. (2018). *First steps towards a circular built environment*. Cowes: Ellen MacArthur Foundation.

Achterberg, E., Hinfelaar, J. en Bocken N. (2016) *Master circular business with the value hill*. Amsterdam: Circle Economy.

Adams, K., Osmani, M., Thorpe, T., & Thornback, J. (2017). *Circular economy in construction: current awareness, challenges and enablers*. Proceedings Of The Institution Of Civil Engineers - Waste And Resource Management, 170(1), 15-24.

Amory, J. (2019) *A guiding tool for circular building design*. Delft: TU Delft

Antikainen, M. and Valkokari, K., (2016). *A Framework for Sustainable Circular Business Model Innovation*. Technology Innovation Management Review, 6(7), pp.5-12.

ARUP (2016). *The Circular Economy in the built environment*. London: ARUP.

Azcarate Aguerre, J., Klein, T., den Heijer, A., Vrijhoef, R., Ploeger, H., & Prins, M. (2018). *Façade Leasing: Drivers and barriers to the delivery of integrated Façades-as-a-Service*. Real Estate Research Quarterly, 17(3), 11-22.

Baarda, B., & de Goede, M. P. M. (2006). *Basisboek Methoden en Technieken*. Groningen: Noordhoff Uitgevers BV.

Baarda, B., & Dijkum, C. (2019). *Basisboek statistiek met SPSS*. Groningen: Noordhoff Uitgevers BV.

Bakker, C., den Hollander, M., Peck, D., & Balkenende, R. (2019). *Circular Product Design: Addressing Critical Materials through Design*. In E. Offerman (Ed.), *Critical Materials: Underlying Causes and Sustainable Mitigation Strategies* (pp. 179-192). London, UK: World Scientific.

Bartuska, T. J. (2007). *Definition and Scope. The built environment: A collaborative inquiry into design and planning*, 3.

Bianchini, Rossi, & Pellegrini. (2019). *Overcoming the Main Barriers of Circular Economy Implementation through a New Visualization Tool for Circular Business Models*. Sustainability, 11(23), 6614.

Bocken, N., Short, S., Rana P & Evans, S. (2014). *A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes*. Journal of Cleaner Production, 65, 42–56.

Bocken, N., & Short, S. (2016a). *Towards a sufficiency-driven business model: Experiences and opportunities*. Environmental Innovation And Societal Transitions, 18, 41-61.

Bocken, N.M.P., de Pauw, I., Bakker, C., van der Grinten, B. (2016b). *Product design and business model strategies for a circular economy*. Journal of Industrial and Production Engineering 33, 308-320.

Bocken, N.M.P.; Schuit, C.S.C.; Kraaijenhagen, C. (2018). *Experimenting with a circular business model: Lessons from eight cases*. Environ. Innov. Soc. Transit., 28, 79–95.

Bocken, N., Strupeit, L., Whalen, K., & Nußholz, J. (2019). *A review and evaluation of circular business model innovation tools*. Sustainability (Switzerland), 11(8).

Brand, S. (1994). *What Happens After They're Built*. New York: Viking.

Cheshire, D. (2019). *Building Revolutions: Applying the Circular Economy to the Built Environment*. London: RIBA Publishing.

Circle Economy (2020) The circularity gap report in the Netherlands. Geraadpleegd op 20-06-2020, van: <https://www.circularity-gap.world/netherlands>

Cruz Rios, F. & Grau, D. (2019). *Circular Economy in the Built Environment: Designing, Deconstructing, and Leasing Reusable Products*. DOI: 10.1016/B978-0-12-803581-8.11494-8.

Eberhardt, L., Birkved, M., & Birgisdottir, H. (2020). *Building design and construction strategies for a circular economy*. *Architectural Engineering And Design Management*, 1-21.

EEA (2016). *Circular economy in Europe. Developing the knowledge base*. EEA Report: No 2/2016

Ellen MacArthur Foundation. (2012). *Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition (Report)*. Cowes: Ellen MacArthur Foundation.

Ellen MacArthur Foundation (2013). *Towards the Circular Economy*. Ellen MacArthur Foundation, 1, 1–96.

Ellen MacArthur Foundation (2014). *Accelerating the scale-up across global supply chains (Report)*. Cowes: Ellen MacArthur Foundation.

Ellen MacArthur Foundation (2015). *Delivering the Circular Economy a Toolkit for Policymakers*. Ellen MacArthur Foundation: Cowes, UK, 2015.

Ellen MacArthur Foundation (2015b). *Towards a Circular Economy: Business rationale for an accelerated transition*. Ellen MacArthur Foundation: Cowes, UK, 2015.

Ellen MacArthur Foundation (2017). *Circular economy business models in the Built Environment*. Ellen MacArthur Foundation: Cowes, UK, 2017.

Elkington, J. (1994), *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Capstone.

Erlanson, D.A., Harris, E.L., Skipper, B.L. & Allen, S.D. (1993). *Doing naturalistic inquiry: A guide to methods*. Newbury Park, CA: Sage.

Fischer, A. (2019). *Circle Economy Building Value – A pathway to circular construction finance*. Amsterdam: Circle Economy.

Frishammar, J. en Parida, V., 2018. *Circular Business Model Transformation: A Roadmap for Incumbent Firms*. *California Management Review*, 61(2), pp.5-29.

Geissdoerfer, M., Morioka, S. N., de Carvalho, M. M., & Evans, S. (2018). *Business models and supply chains for the circular economy*. *Journal of cleaner production*, 190, 712-721

Geldermans, R.J. (2016). *“Design for change and circularity: accommodating circular material & product flows in construction”*, *Energy Procedia*, Vol. 96, pp. 301-311.

Geldermans, B., Bellstedt, C., Formato, E., Varju, V., Grünhut, Z., Cerreta, M., ... Wandl, A. (2017). *REPAiR: REsource Management in Peri-urban AREas: Going Beyond Urban Metabolism: D3.1 Introduction to methodology for integrated spatial, material flow and social analyses*. Delft University of Technology.

Geldermans, B. (2020). *Securing Healthy Circular Material Flows In The Built Environment: The Case Of Indoor Partitioning*. A+BE | Architecture and the Built Environment.

- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). *A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems*. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32.
- Ghisellini, P., Ripa, M., & Ulgiati, S. (2018). *Exploring environmental and economic costs and benefits of a circular economy approach to the construction and demolition sector. A literature review*. *Journal of Cleaner Production*, 178(2018), 618-643.
- Gorgolewski, M. (2019). *The architecture of reuse*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 225(1), 1-8.
- Hart, J.; Adams, K.; Giesekam, J.; Tingley, D.D.; Pomponi, F. (2019) *Barriers and drivers in a circular economy: the case of the built environment*. *Procedia CIRP* 2019, 80, 619–624.
- Heesbeen, C., & Prieto Hoces, A. (2020). *Archetypical CBMs in Construction and a Translation to Industrialized Manufacture*. *Sustainability*, 12(4), [1572].
- Holgado M., Aminoff A. (2019) *Closed-Loop Supply Chains in Circular Economy Business Models*. In: Ball P., Huaccho Huatuco L., Howlett R., Setchi R. (eds) *Sustainable Design and Manufacturing 2019. KES-SDM 2019. Smart Innovation, Systems and Technologies*, vol 155. Springer, Singapore
- Jackson, M., Lederwasch, A. and Giurco, D., 2014. *Transitions in Theory and Practice: Managing Metals in the Circular Economy*. *Resources*, 3(3), pp.516-543.
- Joyce, A.; Paquin, R.L. (2016) *The triple layered business model canvas: A tool to design more sustainable business models*. *J. Clean. Prod.*, 135, 1474–1486.
- Kapoor, R. (2018) *Ecosystems: broadening the locus of value creation*. *J. Organ. Des.* 7, 1–16.
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). *Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions*. *Resources, Conservation and Recycling*, 127(April), 221–232.
- Kjaer, L., Pigosso, D., Niero, M., Bech, N., & McAloone, T. (2018). *Product/Service-Systems for a Circular Economy: The Route to Decoupling Economic Growth from Resource Consumption?* *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 22-35.
- Konietzko, J., Bocken, N., & Hultink, E. J. (2020). *A tool to analyze, ideate and develop circular innovation ecosystems*. *Sustainability (Switzerland)*, 12(1), [417].
- Korhonen, J., Nuur, C., Feldmann, A. and Birkie, S., (2018). *Circular economy as an essentially contested concept*. *Journal of Cleaner Production*, 175, pp.544-552.
- Kozminska, U. (2019). *Circular design: reused materials and the future reuse of building elements in architecture. Process, challenges and case studies*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 225(1), 1-8.
- Lacy P., Long J., Spindler W. (2020) *The Circular Business Models*. In: *The Circular Economy Handbook*. London: Palgrave Macmillan.
- Lieder, M. en Rashid, A., 2016. *Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry*. *Journal of Cleaner Production*, 115, pp.36-51.
- Leising, E., Quist, J., & Bocken, N. (2018). *Circular Economy in the building sector: Three cases and a collaboration tool*. *Journal of Cleaner Production*, 176, 976–989.

- Laline, R.J. (2019). *Strategisch Management, MRE-opleiding jaargang 2018-2020*. Amsterdam; Amsterdam School of Real Estate.
- Meijers, L.L. (2020) *Projectmanagement in circular buildings: developing a framework supporting the re-use of components*. Delft: TU Delft
- McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle - Remaking the way we make things*. VS: North Point Press.
- Mignacca, B., Locatelli, G., & Velenturf, A. (2020). *Modularisation as enabler of circular economy in energy infrastructure*. *Energy Policy*, 139, 111371.
- Milwicz, R., & Paślowski, J. (2018). *Adaptability in buildings–housing context–literature review*. In MATEC Web of Conferences (Vol. 222, p. 01011). EDP Sciences.
- Munaro, M., Tavares, S., & Bragança, L. (2020). *Towards circular and more sustainable buildings: A systematic literature review on the circular economy in the built environment*. *Journal Of Cleaner Production*, 260, 121134.
- Ness, D.A. & Xing K. (2017) *Toward a resource-efficient built environment: A literature review and conceptual model*. *Journal of Industrial Ecology*, 21, 572–92
- Nelissen, E., et al. (2018) *Transitieagenda Circulaire Bouweconomie*. Den Haag: Rijksoverheid
- Nelissen, E., et al. (2019) *Het uitvoeringsprogramma voor 2020 van de Circulaire Bouweconomie*. Den Haag: Rijksoverheid
- Niero, M., & Rivera, X. C. S. (2018). *The role of life cycle sustainability assessment in the implementation of circular economy principles in organizations*. *Procedia CIRP*, 69, 793-798.
- Nußholz, J. L. (2017). *Circular business models: Defining a concept and framing an emerging research field*. *Sustainability*, 9(10), 1810.
- Pavel, S. (2018), *Circular Economy: The Beauty of Circularity in ValueChain*. In: *Journal of Economics and Business*, Vol.1, No.4, 584-598.
- Pieroni, M., Blomsma, F., McAloone, T. C., & Pigosso, D. C. (2018). *Enabling circular strategies with different types of product/service-systems*. *Procedia CIRP*, 73, 179-184.
- Peters, M., Ribeiro, A., Oseyran, J., & Wang, K. (2017). *Buildings as material banks and the need for innovative business models*. Internal BAMB report.
- Pomponi, F., & Moncaster, A. (2017). *Circular economy for the built environment: A research framework*. *Journal of Cleaner Production*, 143, 710–718.
- Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E., & Hanemaaijer, A. (2017). *Circular Economy: Measuring innovation in the product chain - Policy report*. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, (2544), 42.
- Rakhshan, K., Morel, J.C., Alaka, H. & Charef, R. (2020). *Components reuse in the building sector – A systematic review*. *Waste Management and Research*, 38(4), 347-370.
- Reike, D., Vermeulen, W. J. V, & Witjes, S. (2018). *The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? – Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options*. *Resources, Conservation And Recycling*, 135, 246-264.

Rijksoverheid (2016) *Nederland circulair in 2050*. Geraadpleegd op 25 maart 2020, van <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/nederland-circulair-in-2050>

Ritala, P., Huotari, P., Bocken, N., Albareda, L., & Puumalainen, K. (2018). *Sustainable business model adoption among S&P 500 firms: A longitudinal content analysis study*. *Journal of Cleaner Production*, 170, 216-226.

Rood, T. en Hanemaaijer, A (2017). *Waarom een circulaire economie?* Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Sihvonen, S., & Ritola, T. (2015). *Conceptualizing ReX for Aggregating End-of-life Strategies in Product Development*. *Procedia CIRP*, 29, 639-644.

Schmidt, R. & Austin, S. (2016). *Adaptable Architecture: Theory and Practice*. UK: Routledge

Schroeder, P., Anggraeni, K., & Weber, U. (2018). *The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals*. *Journal Of Industrial Ecology*, 23(1), 77-95.

Smeets, R.D. (2019). *Circular revenue models in the civil and non-residential building sector*. Utrecht: Universiteit Utrecht.

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

Stahel, W.R. (2013). *The business angle of a circular economy; Higher competitiveness, higher resource security and material efficiency*. Stockholm: EMF Volume 15.05.12.

Stahel W.R., Clift R. (2016) *Stocks and Flows in the Performance Economy*. In: Clift R., Druckman A. (eds) *Taking Stock of Industrial Ecology*. Springer, Cham

Takacs, F., Stechow, R. & Frankenberger, K. (2020). *Circular Ecosystems: Business Model Innovation for the Circular Economy*. White Paper of the Institute of Management & Strategy, University of St. Gallen.

Talmar, M.; Walrave, B.; Podoyntsyna, K.S.; Holmström, J.; Romme, A.G.L. (2018) *Mapping, analyzing and designing innovation ecosystems: The Ecosystem Pie Model*. Long Range Plan.

Ten Wolde, A., (2016). *Circular Business Models*. UK: Epsom.

Van Buren, N., et al., (2016). *Towards a circular economy: the role of dutch logistics industries and governments*. Sustainability 647. Via: <http://www.mdpi.com/2071-1050/8/7/647>

Van den Berg, M. C. (2019). *Managing circular building projects*. Via: doi:10.3990/1.9789036547703

Van der Velde, E. G., Jansen, P., & Dijkers, J. S. E. (2018). *Praktijkgericht onderzoek: Opzetten, uitvoeren, analyseren en rapporteren*. (3e ed.) Hilversum: Concept Uitgeefgroep.

Van Stijn, A., & Gruis, V. (2019). *Towards a circular built environment: An integral design tool for circular building components*. Smart and Sustainable Built Environment.

Van Stijn, A., & Gruis, V. H. (2019b). *Circular Housing Retrofit Strategies and Solutions: Towards Modular, Mass-Customised and 'Cyclable' Retrofit Products*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 290(1), [012035].

Van Oppen, C., Polet, M., Smeets, R. & van Aspert, S. (2020) *Circulaire Verdienmodellen in de bouw: op zoek naar de kansen en barrières*. Amsterdam: Copper8.

Venselaar, M., Heintz, J. & Lousberg, L., (2019). *Managing circular building projects*. Conference paper for the Project Management Conference in Delft, April 2019.

Versteeg Conlledo, A.T. (2019) *Managing circular construction projects*. Delft: TU Delft

Verhoeven, N. (2018) *Wat is onderzoek?* Amsterdam: Boom uitgevers.

Vermunt, D. A., Negro, S. O., Verweij, P. A., Kuppens, D. V., & Hekkert, M. P. (2019). *Exploring barriers to implementing different circular business models*. *Journal of Cleaner Production*, 222, 891-902.

Wirtz, B.W.; Pistoia, A.; Ullrich, S.; Göttel, V. (2016) *Business Models: Origin, Development and Future Research Perspectives*. *Long Range Plan*, 49, 36–54.

World Green Building Council. (2019). *Global Status Report 2019*. London: WGBC.

# BIJLAGEN

## ‘Rethink-Redefine-Redesign’

Een exploratief onderzoek naar de Nederlandse Circulaire Bouweconomie voor 2050



**Amsterdam School of Real Estate**

Auteur : Daniël (D.Q.) Spiessens

Studie : Master of Real Estate (MRE), jaargang 2018-2020

## BIJLAGEN

Bijlage A: Leiderschap kwadranten model (LQM)

Bijlage B: CBM-karakteristieken

Bijlage C: Circulaire materiaalstromen

Bijlage D: Materialenpaspoort

Bijlage E: Interview

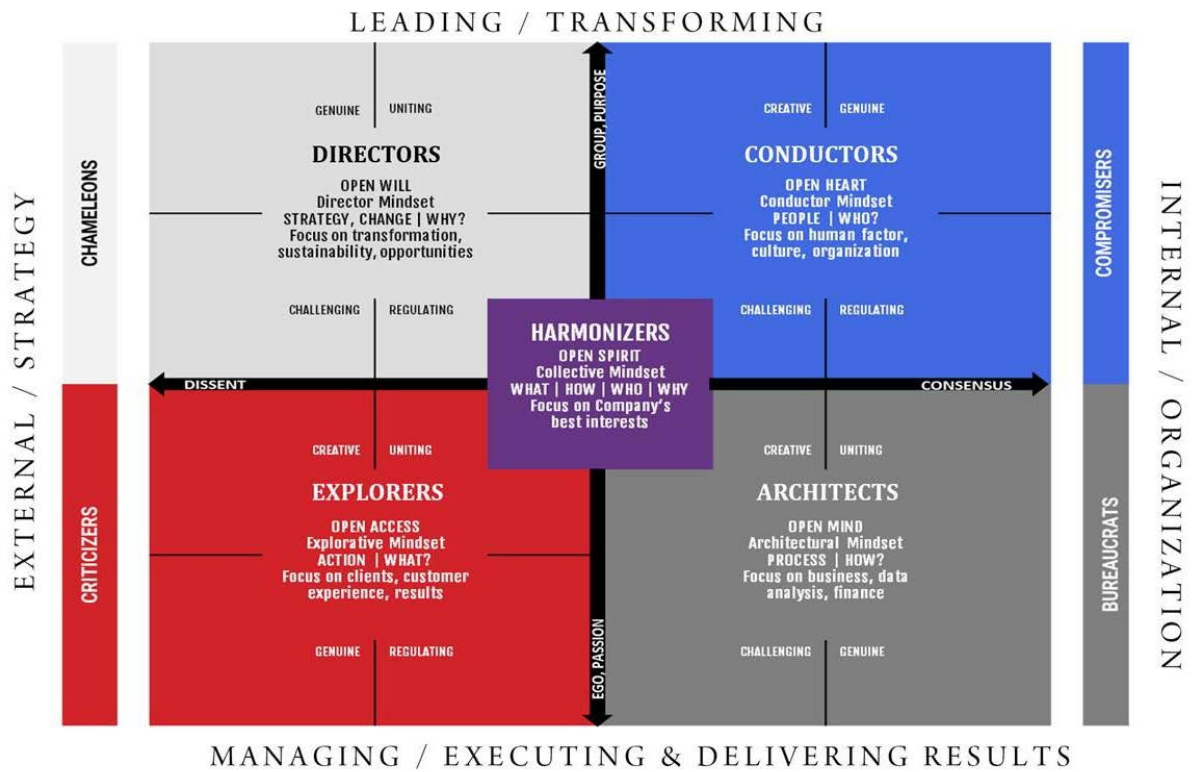
Bijlage F: Vragenlijst enquête

Bijlage G: Kwantitatieve onderzoeksresultaten



# Bijlage A: Leiderschap kwadranten model (LQM)

Bron: Laline (2019), via [www.intrabond.com](http://www.intrabond.com).



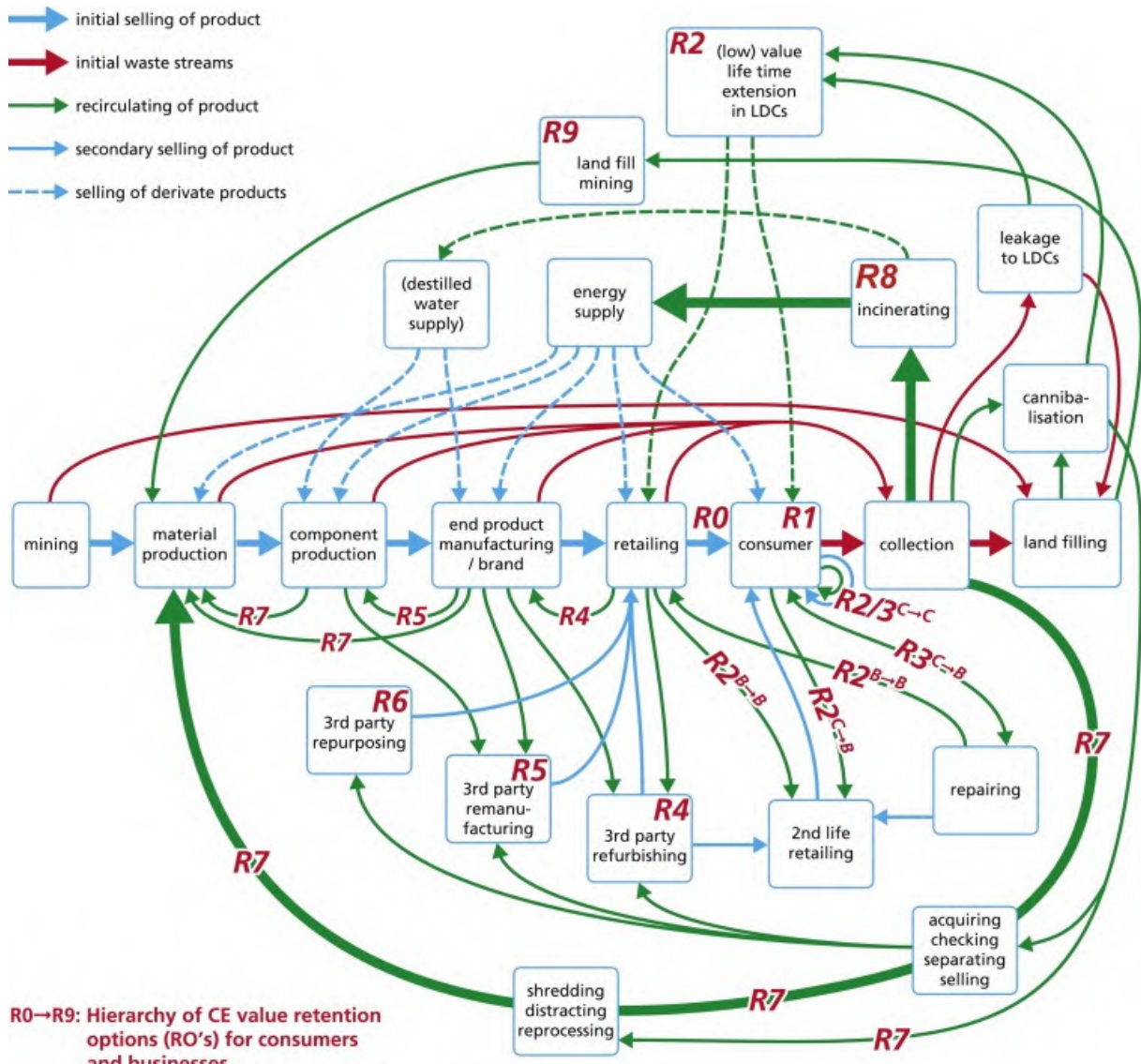
## Bijlage B: CBM-karakteristieken

Bron: Heesbeen (2020)

<p><b>Key Activities</b></p> <p><i>The construction industry is a problem-solving industry, though the end-product is physical. This is due to the high degree of customization.</i></p>	<p><b>Value Propositions</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Design out waste and pollution</li> <li>- Keep products and materials in use</li> <li>- Regenerate natural systems</li> </ul>	<p><b>Customer Relationships</b></p> <p><i>Co-creation with customer or user</i></p>
<p><b>Key Resources</b></p> <p><i>Traditionally a combination of physical, human and intellectual resources. Whether a financial service is offered, depends on the revenue delay and is visible in the free characteristic Revenue stream</i></p>	<p>The value proposition is the heart of the Business Model Canvas, it defines the reason, why customers turn to a solution. The CE principles defined by the Ellen MacArthur foundation, were used to describe the dominant value within the proposition.</p> <p><b>Value occurrence</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- BoL</li> <li>- MoL</li> <li>- EoL</li> </ul> <p>Value is not always directly available after purchase, as in traditional models. Potential value that has been introduced during production can be during use, as in adaptable buildings, or at EoL, as residual value for instance.</p>	<p><b>Channels</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Direct</li> <li>- Indirect</li> </ul> <p>Customers can be reached through direct and indirect channels. In construction these are typically represented by an in-company salesforce or through partners that are involved in offering the value proposition to the customer. Indirect channels introduce a dependency and possibly smaller margins to the benefit of partners. However, it also implies that the organization can benefit from a wider reach and other partner strengths.</p>
<p><b>Key Partnerships</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Supplier-only</li> <li>- Partnership</li> <li>+ Co-opetition</li> <li>+ Joint Venture</li> <li>+ Strategic cooperation</li> </ul> <p>Organizations create partnerships with other organizations to optimize their value proposition and delivery. This could lead smaller margins for the individual organizations, though benefits include reduced risks, an expanded market, resource stability.</p>	<p><b>Customer Segments</b></p> <p><i>Niche: every built solution is customized to a specific customer need</i></p>	
<p><b>Cost Structure</b></p> <p><i>The construction industry is characterized by a (quality) prescriptive commission and therefore by nature cost-driven.</i></p>	<p><b>Revenue Streams</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- One-time payment</li> <li>- Reoccurring payment</li> </ul> <p>Organizations demand a revenue to compensate for the delivered value. Typically, this is done right after purchase at BoL. Occasionally post-purchase customer support generates a reoccurring payment. Service business models have offerings that generate a frequently or infrequent reoccurring revenue.</p>	

# Bijlage C: Circulaire materiaalstromen

Bron: Reike et al. (2018)

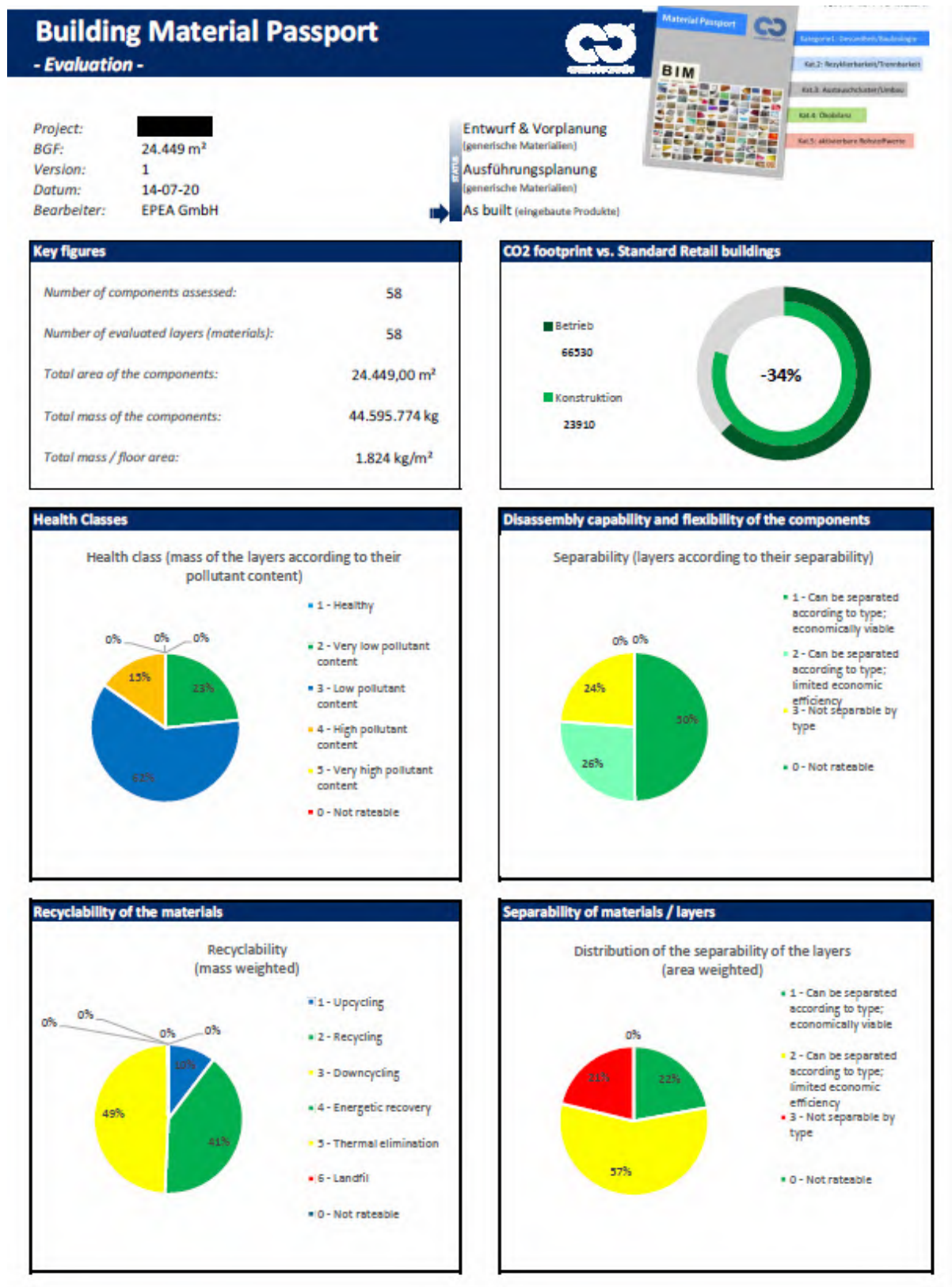


R0→R9: Hierarchy of CE value retention options (RO's) for consumers and businesses

- R0 = Refuse
  - R1 = Reduce
  - R2 = Resell, reuse
  - R3 = Repair
  - R4 = Refurbish
  - R5 = Remanufacture
  - R6 = Re-purpose
  - R7 = Recycle materials
  - R8 = Recover energy
  - R9 = Re-mine
- (C = consumer)  
(B = business)

# Bijlage D: Materialenpaspoort

Bron: EPEA (2020)



## Bijlage E: Interview

Op de volgende pagina is het geanalyseerde transcript weergegeven van het interview wat gehouden is op 15-09-2020.

Geïnterviewde : Michael Moradiellos del Molino,

Interviewer : Daniel Spiessens

Datum : 15 september 2020 om 11.00 uur

---

Daniel: Michael, first of all, thank you for participating. My graduation research is about moving towards a circular built environment and the shift in roles and business models for stakeholders active in the sector. However, it looks like different barriers are slowing down the transition. My central question in the research is, how do we make the Dutch built environment fully circular by 2050. It's a long way to go, but we must take some necessary steps to come get to the target. First question is, can you introduce yourself briefly?

Michael: Yes. My name is Michael Moradiellos del Molino. I'm an architect by training, also with a Master in urbanism and I've been trained in the architectural school in Brussels. After my diploma, I went to Spain because I have the feeling that we were doing more interesting architectural and innovation in Spain than in Belgium. I spent nine years fine practice with some focus in sustainability and innovation and new business models for architects and architect's practice. I came back to Belgium to open a company providing circular engineering services consultancies with another architect. We did that almost eight years together with different projects in Belgium, different countries and cities in Africa, China and Mexico. Moving from clients who are willing to implement those Circular and Cradle to Cradle principles by 2011.

Michael: We we're able also to convince somehow a region like Brussels to go for circular economy during different services. This is why we were approached by EPEA in 2015 to try to join the company with our practice. After long discussion, I decide to join. My partner decided to stay with the company, and I was hired with to lead C2C in Real Estate in BeNelux & France since 2017, which I'm doing now with helps of new colleagues from EPEA. That was really a good step also for my perspective, the knowledge, the Cradle to Cradle, the experts, the scientists under reference. Now, we can say that EPEA is one of the leading companies that have implemented the circular economy in many aspects of the society from products to business models, corporates, cities, regions, even some countries and that belong track records in providing solutions with really expert scientists way of approaching the circular economy.

Daniel: Yeah, that sounds really good. Michael, what is in your opinion in circular economy and specially for the built environment?

Michael: Well, that's a very large question. I mean, that's the term of a regenerative system is a key principle. We want to use less that we can produce, and this is why we always talk about Cradle to Cradle with circular economy with positive impact. The best image from Cradle to Cradle is to show it why it is providing more biomass, more qualities and more service than what is made for. Providing clean air, water, food and also for birds and insects, animals. So, it's really an ecosystem which is producing more than what we can

**Met opmerkingen [SD1]:** Regeneereer natuurlijke systemen

**Met opmerkingen [SD2]:** Positieve impact

consume and to keep products as long as possible in use. This is now related with climate change and our knowledge about resources on the planet, so it's getting more on the producing, reproducing and taking back resources to the planet and integrating the human consumption and production system within that system. It's part of the system and needs to contribute positively to the system.

**Met opmerkingen [SD3]:** Houd producten zo lang als mogelijk in gebruik

**Met opmerkingen [SD4]:** Regeneereer natuurlijke systemen, Voordeel CE

Daniel: And because of that positive contribution, do you think it's necessary to go to a circular built environment?

Michael: It's central. I mean yes, the economy, the society and then the ecology. That's the way it should go. Without ecology, there is nothing. We can see that now, how we are affected already by the climate change. Circular economy is not the only solution, but on the early resource management confines, that's really a key towards survival as with society, as the groups of human society and by implementing circular economy and having this approach also for the nature, the natural resources, we are contributing for the energy and the carbon problems that we have. That's all together. This is how we need see circular economy contribution.

**Met opmerkingen [SD5]:** Noodzaak CE

**Met opmerkingen [SD6]:** Voordeel CE

Daniel: Yeah. Let's talk about circular real estate. Why we have to make a building circular instead of the just the linear principle like we do nowadays.

Michael: Today, we can operate a building, a very good building with nice energy saving solutions. We can produce energy, we can limit, reduce the consumption of water energy, heating, almost passive buildings, this is very good and I think, we are for example in Belgium, it's navigation to the passive to all buildings now, so that's something we can do. But, on the embodied carbon problem and the resources topic, when we do released it today, we demolish as much as possible because of the quality of materials, because of the quality of the space, the layout, the geometry of the building because of course we want to do something different than it is now, so we create a lot of waste and that resources needs to find a better use for a circular economy perspective.

**Met opmerkingen [SD7]:** Energiepositieve gebouwen

**Met opmerkingen [SD8]:** CO2 uitstoot

**Met opmerkingen [SD9]:** Noodzaak CE

Michael: If we implement on the quality of materials and maximizing the positive impact on people, planet and profit and build for disassembly solution for construction, we will allow in the future to take back those elements or those products or those materials and reincorporate into production lines and to produce new building products or could be also other industry that will use those resources, I mean, you always have lost of materials. But if this loss is coming back to the nature then it's not a loss because it's creating an ecosystem and other type of resources. The other part of the materials needs to go back to industry and to be available for other purpose than just waste.

**Met opmerkingen [SD10]:** Maximale positieve impact

**Met opmerkingen [SD11]:** Ontwerpprincipe, DfD

**Met opmerkingen [SD12]:** Materialen circuleren

Daniel: Yeah. In order to get those materials back, buildings should be made of or designed with the circular design principles. You already named one, like design for disassembly and deconstruction. Do you know other ones?

Michael: First of all, it's about composition. We need to know information, we need to have information about the content, the composition to avoid any kind of toxic composition that will generate that in this product will be a waste in the future. It's about knowing

**Met opmerkingen [SD13]:** Ontwerpprincipe, Ontwerpen in (bouw)lagen

**Met opmerkingen [SD14]:** Materiaalpaspoort

what's inside the product, how it was made and be sure so that it's properly produced with recycled contents or renewable contents with the story of the manufacturer. That's one of the principles, knowing what you have and be sure that it's safe for the environment. We discussed before the construction, the information management with the material passport that will support the building to be renovate and to have the information accessible for the product.

**Met opmerkingen [SD15]:** Ontwerpprincipe, Ontwerpen vanuit afval

**Met opmerkingen [SD16]:** Materiaalpaspoort, Resource information model

Michael: Design for adaptability, it's a good one because then you want to increase the life span of the building by just moving or doing some renovation within the building and when you want, when you need to deconstruct by implementing some leasing contracts or agreements with manufacturer then you will be able to deconstruct it properly by elements and by products then find a better destination. Of course, you don't know today what would be the demands within the sector, but if you apply the first one which is the composition, knowing all the details and then the way assemble those products also of each other's, and increase the capacity to reuse or to recycle those products in the future.

**Met opmerkingen [SD17]:** Ontwerpprincipes, Ontwerp voor aanpasbaarheid

**Met opmerkingen [SD18]:** Ontwerp in (bouw)lagen

Daniel: Yes. If you look at, how do you say this, sector at this moment and the companies that are involved, like the stakeholders and their roles in the whole building process, important in a circular economy is to close the material loops, so you start with registrations and then you have to follow all the materials, the product, the components. Do you think there are new roles coming for those companies? Like new stakeholders, is there a shift or what's the role of the architect?

Michael: Yeah. For example, from a manufacturer perspective, in the façade for example, when you contact your supplier or build a façade contractor and they need to provide the product and discuss with the manufacturer. But, the glass manufacturer, they are totally disconnected with the final client which is the owner of the building. They are willing to come back in contact in touched with the owner and by taking back, organizing programs take back materials directly from the demolition site. They can offer also new products and convince the owner about the circular projects. So, they are offering new services, new contracts with the clients and also doing closer take back schemes to be sure that they provide the right quality and they receive the right product when its deconstructed.

**Met opmerkingen [SD19]:** Façade-as-a-service

**Met opmerkingen [SD20]:** Andere samenwerking

**Met opmerkingen [SD21]:** Retourlogistiek

**Met opmerkingen [SD22]:** Nieuwe producten en diensten

**Met opmerkingen [SD23]:** Retourlogistiek

Michael: That's one way to see the opportunities, also to reduce the complexity of some logistic in place, decisions on the materials and then if new consulting service like EPEA is providing, you have many engineering firms or environmental firms who are providing also circular services and of course, how you collect those products and you organize the reverse logistic is really something that needs to be improved and it's taking into serious consideration in cities because we know how to bring material on site, we know how to provide everything on time to the contractor, but then we have extra products from construction, they don't take back that today. It needs to be organized, the new products to come back to the manufacturer to have another purpose. Of course, the demolition or renovation, how to make use of take back schemes and sorting materials on site and at least on the city site somewhere and then integrating the manufacturer to source better quality of materials because what they need is very pure composition of materials. If it's too much mixed or contaminated by other materials, the value is going to zero.

**Met opmerkingen [SD24]:** Materiaalstromen en retourlogistiek

**Met opmerkingen [SD25]:** Retourlogistiek

**Met opmerkingen [SD26]:** Circulaire materiaalstromen



Daniel: What kind of tools do you think are necessary to make that happen? You already mentioned the material passport, but do you know other tools that can help the transition?

Michael: I mean, we are all looking for, let's say design for these assembly tools. That's something that could be very helpful, but it's more a question of engineering architect's knowledge and also involving the manufacturer. So, let's say it's more collective intelligence where you can bring like we do a lean management meeting we bring everyone on the table, on workshops and then we can define how it will be disassembly or so. Taking into account the product, the constitutional phase and the maintenance of course. We cannot provide before the disassembly building during the maintenance operation that you have many problems. You need to create a balance between the resource and materials and of course the usability of the building.

**Met opmerkingen [SD27]:** Veranderende rollen in de waardeketen

**Met opmerkingen [SD28]:** Samenwerking

**Met opmerkingen [SD29]:** Circulariteit in een vroeg ontwerp stadium borgen

Michael: But, for that it's all about information and how you collect information, how you use that information and how you can take that information for facility management and of course for demolition. I will say that data management from material passport been modeling circularity the passport, which is like another view of the results. That's really key, you can have the same approach for an existing building to be demolished and what we call urban mining. You have another tool which is called resource information modeling and it's a very great been model based site review and calculation. It's all about managing the information of the materials, the resource, to see how the expertise, how they can be designed for disassembly and what other companies are willing to pay for these resources.

**Met opmerkingen [SD30]:** Materiaalpaspoort

**Met opmerkingen [SD31]:** Circulariteitspaspoort

**Met opmerkingen [SD32]:** Resource information modellering

**Met opmerkingen [SD33]:** Managen van materialen- en informatiestromen

Michael: Of course, that's the tools. Then we need standards because you have many consultant firms that may have different reserves or approach about the contents of the destination of the market. Some standards will be helpful for.

Daniel: Is there a standard to measure circularity? Like that all countries and the Netherlands are using?

Michael: Not today. We have interesting tools, like Madaster. The Madaster circularity index is based on previous work of the Ellen MacArthur Foundation. But it was organized around a product circularity index. Like cellphones, for example. Industry. Going to the building sector, you need to collect all the information from all the products and you have the final texture and what we see is that it may happens that the Madaster index will be the standard, but it's still private initiative. There are public initiatives that are very different and we still waiting for a common approach. Some of the initiatives are a few years ago, there is more than 150 different definitions of what is a circular economy. How to measure that, it's still very complicated.

**Met opmerkingen [SD34]:** Meten van circulariteit

**Met opmerkingen [SD35]:** Geen eenduidige manier van meten

Daniel: Do you think it's necessary to have a standard to move on with the transition? Do you think it's one of the first steps?

Michael: I think, that the market is moving without standards. Problem is that, we don't have a filter between what we may call green washing or circular washing and the companies

who are really doing circular economy. I mean, nobody can make the difference today and this is really a barrier for the clients. As soon as there is a standard, then we can say this is okay or this not okay. That's a problem to really go for full circular economy with the Cradle to Cradle framework, I mean, there is a very good base for circular economy. But, again, that's a private initiative even if it's now well known in the whole world, but this is still private initiative and you cannot make a standard with that. You need to know the specifications or targets, you need to know what an achievable goal is. To come back to the real estate, what will be a good circular building for that function or program or scale and what you don't accept and what will be very high standards or reserved for a building. We don't have that information or feedback. So far, the clients, they don't know if they are on the right track or not.

**Met opmerkingen [SD36]:** Barrier klant: geen eenduidige manier van meten

**Met opmerkingen [SD37]:** C2C raamwerk

**Met opmerkingen [SD38]:** Barrier klant: geen eenduidige manier van meten

Daniel: Yup. I think, if you look at the future, I think, this one is actually necessary especially for investors. Nowadays, they are asking for example for a Breeam certificate and that should be something like that for circular buildings.

Michael: I'm not sure because what we are seeing, the market is that existing labels, green building certification, they are integrating circular economy. As another topic or maybe it will be the main topic in the future, but that's another topic, so you have something that the investor knows very well and then we can improve the existing system with circular economy. If you have another circular economy label or index, that will be very confusing for the markets and that's how we see the connection today. Even with local labels as the one we have seen like 'GRO' from the Flemish government. Sustainable labels including circular economy as a driver. But, by the end if it provides, I mean, you need to provide sustainable guidance as a whole to the investor and then with different parts of including circular economy. Otherwise, you lose the job that was already done for them to understand and to use that tool.

**Met opmerkingen [SD39]:** Duurzaamheidslabels

**Met opmerkingen [SD40]:** Driver: duurzaamheidslabels

Daniel: You already mentioned a little bit before, but for circular buildings, you can't take new components or new materials, but the end goal of it is to reuse all materials of buildings before. What kind of barriers do you see in those? and do you also see those in your projects?

Michael: There is lack of information from those products and we come back to standards. What's the qualification of products in that specific situation, construction time line, manufacturer, what's the quality of those materials, what can you do with those materials. Then it's small fractions of materials. Today, you are not able to build a new project with reclaimed or used materials. We are limited by what we have on the market and it will be limited in the market until the time you will be able to fully disassembly a building and build again after 20 to 30 years to another configuration and function. That's from the new buildings, the future will be and that's the aim and to your answer to question number 2050, all the buildings today, 2020, needs to be fully built for disassembly, so 2050, you will be able to disassembly them and to reconfigure into new buildings. Because the existing blocks is already built, the fabric was already built, that from existing building today, what we recommend is to what we call industrial recycling. Which means that you involve the manufacturer to take back portions of product materials.

**Met opmerkingen [SD41]:** Barrier: gebrek aan informatie over de producten

**Met opmerkingen [SD42]:** Barrier: geen eenduidige manier van meten

**Met opmerkingen [SD43]:** Barrier: kwaliteit en kwantiteit van materialen en producten

**Met opmerkingen [SD44]:** Barrier: geen gevestigde markt van gebruikte materialen en componenten

**Met opmerkingen [SD45]:** Industrieel hergebruiken

Michael: You go back to the factory and then they integrate that into new products as recycled contents because you are not able as an architect, as a contractor to use it today for the performance of the building. The quality check and all the insurance you need to provide the best quality of materials. It's always limited to small fractions of building that you can provide for used materials, like floors, the entrance, some partition walls. On the proportion of all the materials that you are using in the building is less than one to two percent of all the resource you need to mobilize to have a building.

**Met opmerkingen [SD46]:** Barrier: sorteren, transporteren en herstellen

Daniel: So the solution could be to bring it back to the factory, where it came from. To make it a new component or new material so that they can use it again?

Michael: Yes. That's what we call in France the **manufacturer responsibility** and you have the same with the bottles. You pay and then it comes back to the manufacturer of the bottles. The glass bottles or the tetra pack packaging. That's what the state, the country of France is implementing to have a next life for products. At the end, it will cost more for circular material at least on the beginning. You pay for the close loop to happen, so the industry can organize themselves, collect the materials. But, again, put it back again in the industry. Which is not the best way to do it, but it's like what we have seen with the recycling companies and it works in the past, so that's a way to organize it.

**Met opmerkingen [SD47]:** Value governance/stewardship

Daniel: If you look at, how do you say, the new buildings and how we can scale it up. You see in the Netherlands you see a lot of initiatives from big building companies. They are making their new buildings in small parts and they're doing it in the fabrics. I would say it looks a lot like Lego, but they call it standardization and modularization.

Michael: Yes.

Daniel: Do you think it's the solution to scale it up?

Michael: Indeed, that's a solution. I mean, I'm an architect by training. Well, when you trained as architect, every building should be different. Because of the look and feel. That's how we discuss that in the training. But, the construction process, the materials will need to be industrialized even with many options, but if we don't find modular construction and standardization of the construction process, just for the construction but also for the layout and the reconfiguration of building, we always will have problems to take building parts somewhere and take it elsewhere. That's a huge challenge, which of course in a very dark vision of the future can lead to all same buildings, with the same modules and all same quality of spaces and materials. Sometimes, only one corporation providing modules of buildings or products. Of course, we need to trust the diversity of humanity to find different solutions, but that's needs to be one part of the solution.

**Met opmerkingen [SD48]:** Industrieel-, modulair- en gestandaardiseerd bouwen

Michael: We have been working with companies providing modular construction and it's all about the system than they can provide any kind of architectural and it looks like their old building. There are many solutions for diversity and for optimization of buildings. But, indeed, we need to go for more efficient and smart construction.

**Met opmerkingen [SD49]:** Smart output

Daniel: Maybe with a little bit of help of robots to improve the architectural quality?

Michael: Yeah. Let's see. I mean, that's very personal discussion, but of course, the construction industry has so many points of improvement using digitalization like the BIM, just to coordinate and to avoid mistakes. 15% and that's Breeam calculation which or target, 15% of all the materials used during the construction are already waste because of problems. Materials you bring to the site, you don't use it and then you need to put it on the waste. That's already a huge quantity of materials that you can save by only using better coordination within all the stakeholders involved in the construction. There are many improvement areas and if you want to disassembly, I will think then that's unique to think about different systems.

**Met opmerkingen [SD50]:** BIM, digitaal bouwen

**Met opmerkingen [SD51]:** Samenwerking

Daniel: You already mentioned it, but the BIM, the Building Information Modeling, maybe with artificial intelligence what is upcoming? Maybe the sky is the limit?

Michael: I'm not sure about artificial intelligence, but if you want to take that part I think, Blockchain is a great technology for that.

**Met opmerkingen [SD52]:** Driver: blockchain

Daniel: Yeah? Why?

Michael: Because it's about information. The technology has been confirmed by peers and that you can trust. When you provide, you send the product, let's say you have a restaurant and you buy some chairs, 10 chairs. You put it on the restaurant, and you have pure code with information about the chairs and that shop sees the ingredients and I'm using it to have some clients in that dinner and I'm opened only in the afternoon. It's four hours by day and that there are some days. You collect all this information and then it's attached to one single item which is each chair that will have these proper information and then you close the restaurant or you want to change the fit out. You send the chair to 10 different people and take one and then you add in information to the one single product because there is what's happening during the lifespan.

**Met opmerkingen [SD53]:** Blockchain, betrouwbare informatie

Michael: At the end, this chair is coming back to the industry and they can tell the trust ability of all information that was attached to that chair. Because some chairs spent 10 years in a room with nobody and another one spent 10 years with a baby with paint, whatever. What is happening to those products, it's as much as important at how it was produced and manufactured. This is also what, if you come back to urban mining the information, we can collect from and existing building is very valuable because you can see the quality and the state of the product and how it was cementing during the 10, 20, 30 years. The Blockchain will allow to attach more and more information into a single item. Not just for 10,000 chairs going out of the factory with the same condition and the same materials and the same packaging. It's easy.

**Met opmerkingen [SD54]:** Blockchain

Michael: They're all the same, but what happened after, that's Blockchain and then when you will need the products, you will need to check whose information and that information needs to be trustable and this is how you use Blockchain technology and we see on some projects that are using QR codes to put on each product, the specific information and then you connect with the building material passport and then you can activate all the data here from the manufacturer and maintenance contract, the paint, or the use of the space because it was with high intensity use, just closed doing two years because of nobody was there. That's better I think, better intelligence, artificial intelligence.

**Met opmerkingen [SD55]:** Blockchain, QR-codes

**Met opmerkingen [SD56]:** Blockchain, koppelen van alle data

Michael: But of course, if you go for configuration, you need to help the designer and if you have a 50-year old buildings, the city will be disassembly in the coming month and you want to reconfigure a new building using some parts, that's where you can use artificial intelligence just to connect with the right components, the right place and then you say, this is for me, I need all those parts. With that I can organize my buildings in the right time with delivery and logistic and I need to add some new products and then I can order it and that's using some software who will be very helpful, of course.

Met opmerkingen [SD57]: AI

Daniel: Okay. Perfect. I never heard about the Blockchain before in case of the circular economy.

Michael: You can find these lessons from that in the food industry. Because you have the producer, the transport, the shop and at each step you can trust information, et cetera for a single item, single products. I know that will really help us to lessen the purchase for new products, but with the reclaimed product, that's really crucial.

Met opmerkingen [SD58]: Lessen uit andere sectoren

Daniel: All right. Perfect. If you look at the real estate market as a total and we want to accelerate the transition to a circular built environment, what do you think is needed and what do you think are at this moment the biggest barriers?

Michael: I think, maybe culture and beliefs. I mean, not for everyone, but I would think today the connection with the climate change you believe it or not, but you know it exists. And you can say, I don't believe it, but it's there. On the cultural level, you need to live with that. But also, regulations it's from an environmental point of view is very difficult because you are talking about waste and waste regulation is very strict for many reasons. If you want to reincorporate products that are considered as waste, that's really a challenge, so it needs to change and the market of course, it's the turning also from the regulation and the demand. It's still today understood as a cost to implement circular economy when it should be a clear benefit. That's now coming, we have a new European Taxonomy interpreted that into a case study for real estate project, but as soon as we will have economic incentive, then everything will be easier and then regulation needs to be adapted or permissive to be ready for a circular economy. You can see that with soil regulation, with waste regulation, with energy regulation. That's how some barriers need to be open.

Met opmerkingen [SD59]: Barrier: cultuur en geloof

Michael: Technology and innovation is I mean, there are so much technology over there that good companies are already proven. Without circular economy rules that they are using any kind of secondary resources from other companies, other industry without obligation. It's a matter of good sense, common sense for industry. I mean, it's regulation and market driver for this to happen because if we need to do it, and we open the market for the economy to be accessible then the rest will follow. It's already there but will be more stronger.

Met opmerkingen [SD61]: Driver: technologie en innovatie

Daniel: Are there any companies are slowing it down? For example, in the Netherlands you have for example the Kadaster. That's a company who registrates the ownership and because a circular building is made, I would say for example, out of lease contracts instead of just one owner, they could be slowing it down. Do you see other parties, other companies that are slowing down the transition?

Michael: I've seen the recycling sector, whereas slowing down and the demolition sector and recycling sector. But they're also moving forward becoming new resource manager and calling themselves as the king of circular economy for the recycling companies. They are also now in a changing phase from the leasing. From my perspective, I mean, leasing is perfect from a circular point of view, but so far, I don't see how to implement that. It's not a Kadaster problem, it's more on ownership from the investor or money question. The flow, the cash flow and balance cash flow from the owner of the building. As soon as the account manager and the tax lawyers that will create a magic formula to say, hey, it doesn't matter if you are the owner of all the materials because you can also make benefit like this, which is the aim of the new European taxonomy including circular economy. That will change the market.

**Met opmerkingen [SD62]:** Veranderende rollen

**Met opmerkingen [SD63]:** Gebruik versus eigendom

Michael: Even today, the manufacturer of new products, of course, they are creating some barriers for the reuse materials. That when you come to the industry of recycling, they are more than happy to take back some materials, guarantee new materials, et cetera, et cetera. It's more about people. The only barrier I can see today and if people don't believe, the solution at the moment is now and they can still wait for the next project. That's for me the, it's more cultural fact on the people. We as human, always waiting at the last moment to other things to happen.

**Met opmerkingen [SD64]:** Barrier: hergebruik van materialen

**Met opmerkingen [SD65]:** Barrier: houding van mensen

Michael: This is what we can see also outside with many aspects. I truly believe that at least every sector, there are people that are really concerned now on circular economy from two years from now. On my LinkedIn account, I have seen so many circular economy advisors in all big companies, smaller companies, architectural companies. I mean, if I'm just looking for circular economy expert, I can find millions today. That's really positive, even if they don't all know what it's about. I mean, all the companies today someone who is looking to that topic and see how they can benefit from that.

**Met opmerkingen [SD66]:** Meer aandacht voor CE

Daniel: Is it important to have the top-level management to have an important role to change to a circular business model or circular built environment or is it like you would say top down or bottom up? Like the people who are working there that are caring.

Michael: Today, I mean, I will say that management of course, so you can bring back down the culture, the change. But in my experience says that they first want to see results, is it working or not? Starting with the project manager within the company, the ones that really believe the concept and wants to demonstrate that is working for the company. It's always a good start, but without losing the connection with the top-level management because it is important that the top management is believing in the concept of a circular economy and you need to be sure that they are looking. I can also orient it, the project to see what others would like to see. But, I mean, any entry, there is no back entry. The only back entry is someone who is not working on the project. You have the project from the project management and then on the company management. Sometimes both, they want to change things and it doesn't happen anyway.

**Met opmerkingen [SD67]:** Cultuurverandering

**Met opmerkingen [SD68]:** Waarde governance/stewardship

Daniel: If you look a little bit further into the circular business models, you got different types. Sometimes they are focused on leasing instead of selling a project, but mostly they are concerning about the relationship with the customer or client as you can see in like the Ellen MacArthur butterfly model.

Michael: Yes.

Michael: The long term relationship is easily bought and this is why when you are working in discretion with a real estate developer, which means that they are doing a design and before realizing the construction, they are already looking for an investor.

Met opmerkingen [SD69]: Klantrelatie, CBM

Daniel: Yeah. They sell it.

Michael: That's really very bad project because they don't see their long-term vision. Sometimes, they are looking for the investor willing to invest in circular building, but it is not the case today. So, they don't have any interest in long term relationship with manufacturer contractor, customer, user citizens. Circular economy is a long-term vision and not a very short profit vision. That's really what is the main point for the circular business models. Leasing, long term, LCC, they really need to understand why they will invest maybe more extra studies or extra discussion, why they need to have the discussion with one manufacturer offering long term relationship guarantees, take back models, replacing models when they cannot go for cheaper manufacturer suppliers. Where it just because they're short profit term and the extra cost of replacing and putting that material waste loops. For me that will be the main barrier for a project. What are the stakeholders in the room are looking for? The long-term relationship with the manufacturer or client, if you want to have that, you need to have a contract with for example an elevator supplier and maintenance and you need to trust them. That may have a problem because if you are not happy with the way they manage the contract then you need to change. From a facility manager point of view, it's not the best case.

Met opmerkingen [SD70]: Lange termijn visie, CBM

Met opmerkingen [SD71]: CBM

Met opmerkingen [SD72]: Klant centraal

Daniel: No, I think, it's not easy to get for example, the elevator to give it back to them. For example, after one year they are not happy, please take it back. Do you think that's even possible?

Michael: If they are guaranteed from the previous manufacturer, yes, it's possible. This is why you cannot have only one solution. You need to have the data from the product, you need to be sure that it's built for disassembly, that it's easy because otherwise it will be too much cost expensive. If you have quality of product and easy to disassembly, I mean, it doesn't care if you have a long term contract with a manufacturer because the value of the product will always be there if the maintenance is correct, you can sell the product items to other companies. We have seen that companies like Rockfon/Rockwool, they take back their product.

Met opmerkingen [SD73]: Gebruik versus eigendom

Daniel: The last few questions. Again, the Dutch government has implemented the Paris Proof commitment and they've made all kind of, what do you say, long-term and short-term goals. The first one is that they say in the year 2023, all real estate requests from our municipalities and governments have to be circular. Do you think the market is ready for it at this moment? Do you think the value and supply chain is ready for that or is there a lot to change after we moving up?

Michael: We have discussion with, thanks to EPEA with the Dutch government and the tools they have to select for circular buildings. Coming back to the standards. Standardization. If you

don't have a clear definition, it's very difficult to. We have the same problem in Brussels. They want to have no demolition in the future, you need to have inventory of the building and you need to be sure that you cannot reuse the building before you demolish everything. But, if you need to demolish everything, then you need to prove that you have a right process for the waste, the resources, et cetera, et cetera. You can have a protocol, but every time you have an existing buildings, I think, it's easier because you say, okay, I will keep the core structure, hence 80%, the weight of the building, then I'm circular because I have already an existing environment and I keep as much as possible.

**Met opmerkingen [SD74]:** Geen eenduidige manier van meten

**Met opmerkingen [SD75]:** Driver: veranderende wet- en regelgeving

Michael:

When you have the new building, so far, we don't have a point or measure point for the future because it's all about what will happen in 30, 40 years. It's good to ask for material passport, it's good to have a strategy. As we mention, it's also good to go for Breeam, but of course, it's also a cost including circular economy then you can prove that you are doing circular economy. I really think and because I've been working in the administration at least in Brussels, is still unclear what are we expecting from a circular building on a new construction. It's still very difficult. It's very good to ask for, but if you are ready for that, I mean, even using at least in Brussels, I think, the Netherlands is going faster producing recycling concretes. We are doing the first one on the structural level on the basement on the landscaping the structure of the building. It has been never done in Belgium, so companies are ready for, but you really need time to uphold the act together and to do it.

**Met opmerkingen [SD76]:** Visie, materiaalpaspoort

**Met opmerkingen [SD77]:** Geen eenduidige manier van meten

Daniel:

Do you think it's even possible to get to 100% circular economy? Like to make, how do you say, 100% circular building? Is that even possible?

Michael:

I think, yes. But we are always limited by potentials circular economy. It's like the value of your building, you start with 100%, this is new building and then depending on the product, the maintenance, what happens to the building, could have a depreciation and if you come back to the evaluation we do for an existing building, you have what you had at the first year of the building and what is looking after 30 years depending on the life the building, the materials, but also the market. Because maybe in 30 years, we don't need concrete anymore. It may be totally forbidden, for example. We are always looking at the potential circularly of the building. If you have consumer goods, you use a bottle for one year, you can say it's one 100% circular, but of course, it could happen that you throw it to the sea. You are not the owner of the actions or the consumer. But, if it come backs to the industry again, recycle to 100% and you can take back all 100% of the material.

**Met opmerkingen [SD78]:** 100% CBE is mogelijk

**Met opmerkingen [SD79]:** Potentie circulair gebouw

Michael:

You can have the same approach for buildings. It's possible. By the end, you have the time and you are not responsible for what will happen in the future and you need to address it again at the moment when you will remove part or completely the building and then you cannot first with the same logic, the same framework, what is circularity at this moment and then again, you go for the market and after demolition is finished, then you may provide the final evaluation of the circularity of that building because now, there is nothing more, everything is demolished. And then, you can really provide the final circularity evaluation.

**Met opmerkingen [SD80]:** Blijven innoveren



Daniel: Do you think in 2050, we are already doing that? We have fully circular economy and a fully circular built environment where everybody who lives in the society at that moment don't throw things away, but reusing everything?

Michael: My answer is no. Because we are a very aggressive population, humans. Our scope is to destroy everything. Not to build a better world. I think, it will never be 100%, but with the market, with the economy, with the regulation and of course, with the existence and need for ourselves because otherwise we will disappear as a society. We put in place capitalist system where we buy a thing that needs to be broken by design after 100 copy. Your print machine, after 100 pages, it's just broken. We are able to put that on the market and this is a consequence what we are living now because everything's broken, we cannot repair it. I believe we can create that kind of society. But, also, it will never be 100% perfect and the right example is that, you cannot rebuild a car with an old car. You always need more materials. You are always losing at least for the human direct consumption. You are always losing materials.

**Met opmerkingen [SD81]:** Geen 100% CE in 2050

**Met opmerkingen [SD82]:** Vraag naar nieuwe materialen zal blijven

Michael: The only thing is that, you need to be able to find a way to very generative way of builder's resources through the planet or through the industry or cross combined together. Otherwise, we are always growing as population and we need more and more resources. That's two factors. Population, consumption, reduce what we need, better use of material resources. Maybe some stage we will find more resources on space. Space mining, I mean, it's already identified some asteroids where we could find a lot of materials. But, of course, if we bring all these materials on planet, I'm not sure it will also be very nice idea for the next generation. I think, we can truly with a lot of effort, like corporation between culture and people and personal objectives that you can reach, but you will never be 100% because simply of the way we use or we will use materials. But, we can not avoid totally waste. That's one of the main concerns on the short term and that's maybe more easier for the recycling. People eliminating waste by any means, that should be possible by 2050. No more waste.

**Met opmerkingen [SD83]:** Regeneratief systeem

**Met opmerkingen [SD84]:** Cultuur en geloof

**Met opmerkingen [SD85]:** Doel 2050: zo min mogelijk afval

Daniel: No more waste. That should be possible. Okay. Do you think at this moment, we have the COVID-19 pandemic. Does this have any impact on this circular transition? What do you think? Maybe on the investment side?

Michael: Yes. Theoretical or philosophical stage, I think, people are more impacted by the mother nature, how we affect our environment and our own environment take back and we have also some fires in California, et cetera, et cetera. We have seen positively we can ever impact on carbon when we stop the economy and it's possible, we can do it. I mean, there are just a lot of negative impacts of course, but I mean, we can organize to stop the machines and that we did it. And then we have calculated the carbon impact of that measure and today it is very low. Too low for the last three months. It is maybe 5%, that's really low. Obviously, we need to do more, which is also positive. It's not just only about reducing, it's a unique change, big change.

Michael: That's I think, where we are now, but what I see from the investment and the decision making, it's really stopped the companies to invest because I mean, from a real estate perspective, they also rely on the retails, paying the rent, on people buying apartments, on just investment funds and we still need some decisions there to say, okay, now only

**Met opmerkingen [SD86]:** Barrier: minder investeringen door Covid-19

circular buildings or nothing. That will really affect the change, but I really see on my day to day, business development it's really stops everything. From February, I was calculating on my board, how many square meters we were doing this year. I think, I was calculating one million square meters of any kind of services with all big projects in the Netherlands, Belgium and some more on France and with really active discussion with offers on the table. At the end of the year, I really see that I'm doing the budget of last year when the conditions, the people they are working for many reasons to buy those services, but those who buying services to other consultants asking less, providing less, doing less, so we are in the transition with circular green washing. Of course, I'm not doing bad things, but are really limited to the minimum and that's not enough for the change we need, the change they need as company or stakeholder and the change we need as humankind society. It's on the investment side, I'm still waiting for reactivation of people saying, we don't mess anymore with the system rehabilitating, now we need to do it. Just try to do it straightaway otherwise we lose something on the short term.

**Met opmerkingen [SD87]:** Barrier: minder investeringen door Covid-19

Daniel: Yeah. Is it for example, do we need do it in the laws and legislation to say, we only accept circular buildings?

Michael: Is it coming? It's coming.

Daniel: I think so.

Michael: For us, it was planned to 2040. Now they reduced it 2030 and now it's 2023. Before, you may be able to demolition a building very quickly. You really need to prove that there is no better option than demolishing. This is really coming, so I guess, if I'm patient, two more years. All new buildings will have a circular component in the Netherlands and Belgium, that's for sure. But, then again, depends on the definition and the targets and you need to start something on a certain level that it's achievable for the majority and then incentive for the good players and then you have the green bonds and the finance, good help to have better projects. To also push the market like what we are doing with the World Trade Center, we are producing a revolution. This is why the market is activating, but the other players are still waiting to the market to be in place. It's a long process, it's a sector which is really slow for many reasons. You need to have many good reasons to go forth.

**Met opmerkingen [SD88]:** Vervroegde wet- en regelgeving

**Met opmerkingen [SD89]:** Circulaire ambitie

**Met opmerkingen [SD90]:** Circulair gebouw

**Met opmerkingen [SD91]:** Circulair project als aanjager van de markt

Daniel: I think that's on the push side, but there's also a pull side, I would say the customer. How we can activate them?

Michael: Well, depends on what type of consumer, you have fund, you have banks, you have a big clients.

Daniel: Yeah. Not like the big clients, but let's say for example, you and me, the individual house owners.

Michael: I think, the individual, I mean, even if it's an apartment that when you buy a house, I don't have a solution now. I mean, there are people who go for a 100% sustainable house and this is very useful, but that's clear. The farming, the water, they use everything they can

and that's beautiful. But if you go for the players where you have many houses all together with a project developer, that's so far I don't see any arguments more than healthy materials and bring backs on the quality of air and nothing to do from a pure circular economy production waste, nothing to do, it's composition, sourcing and waste and quality of air, but it's really about comfort.

**Met opmerkingen [SD92]:** Barrier: geen incentive

Michael: I see no clients buying a house because the sourcing is sustainable because it will be easier to disassembly, to recycle. That's the long-term process related to your personal of looking to your future. Today, as people we look for works, how many times we change our life, so we buy a house today, we have a job, but in 10 years could be very different. Also, marriage, kids, place where we live in the world. It's not a huge factor, it's a good selling point for the client, for differentiation in the market, but it's not something that the customer from housing area asking for.

**Met opmerkingen [SD93]:** Barrier: geen incentive

Daniel: It's more like the pull sides from banks and pension funds. I think, they are following the Dutch government and everything what is decided in Europe.

Michael: Yeah. If you have a better finance, I mean, we are working with Triodos, for example. They offer green incentives for the purchaser for a house in a big development, multiple houses building. Then it will be a criteria.

**Met opmerkingen [SD94]:** Driver: financiële incentive

Daniel: Triodos is a good example. I would say they lead by example. They have their own head office in Driebergen-Zeist. It's fully circular designed by Thomas Rau. I think, that's one of the companies that are giving a good example. Michael, I'm at the end of the questions, so are there any aspects that you have not been addressed that you consider important to realize a fully circular built environment in 2050?

Michael: Maybe the one point also from COVID-19. I'm the kind of person that's from I believe we need some external, how to say that, events to move really hard in the right direction. With COVID-19, we had this problem with transport of goods, supply chain was broken. During the COVID-19, we saw a new supply chain, local production and how to restore back the industry in those countries. But, now we open the economy again and we need to increase that. I really think that we need more catastrophes really to confirm that. That's the pity of our society, I don't think that what we have seen with COVID-19 is enough. I think we have seen people convinced, more and more convinced that we need to invest in local production in a supply chain circular economy and sustainability, that's for sure. To really go for our 2050, maybe in the Netherlands, the first country to go for and there is other incentives which are climate change and rising of water sea level. That's really why Netherlands is going so fast and by being the lead example, they want to prove that it's possible.

**Met opmerkingen [SD95]:** Transport, lokale waarde- en toeleveringsketen

**Met opmerkingen [SD96]:** Transport, lokale- waarde- en toeleveringsketen

Daniel: We need another catastrophe to fully make the transition going?

Michael: Yeah. But, it's already too late. I mean, climate change. The Netherlands can be full of water. I'm sorry to tell you that. That's the reality. Everything we see in 2020 is not just a bad year. It's the first of many. Everyone will be paused. It will be a serious problem that we need to tackle before and the risk is also to have bad not only external but bad events,

**Met opmerkingen [SD97]:** Noodzaak CE

but also fascists, or wars or whatever which we are also seeing in different countries. From my point of view, Trump is not helping with that. That you see there are people in the US, that say, okay, Trump maybe is not the solution to create a new model by the goods. He will not implement the good new model, but he might be the one who totally destroy that model, so you will need to build a new one from scratch. The bad days, that's how looks like and then of course, from company perspective, we are still looking, we have many clients willing to explore that needs to a lot of explanation before they will be ready for actions. We still need to be patient and this is what we really need to have as a consultant, to be patient with people because we may know where we are going, but we also need to know what they need to do.

**Met opmerkingen [SD98]:** Smart input

Daniel: Yeah. Maybe one more last question. If you look at the people side to get this going. The people who are going to lead the change or are working at companies that will lead the change. You look at education and competences and things like that, do we need new talent or other kind of talent that we used to have before?

Michael: The answer is yes. But, as I mentioned before there is already a lot of good experts coming from different industries, coming from new education programs. I've seen more and more circular economy expert in many companies. I think, we are all we need to really implement on a high-level scale of solutions, but we still need to change some behavior in the industry. Which means that we organize a project where you are working for the developer, you provide instruction to the architects and then you go to the contractor. The contractor is providing other IDs with their own consultants and you fight, and you need to take control to be sure that everyone is doing the right thing. Because of some investment cost or quality discretion or even color from the architects or whatever, you need to align everyone on the scope and not just what we see on projects, where you can find an agreement with all the parties and you need to constantly prove, discuss or fight. For sustainability, it should be the basic of every real estate project.

**Met opmerkingen [SD99]:** Nieuw talent, cultuur en geloof

**Met opmerkingen [SD100]:** Gezamenlijk circulair doel

Michael: This is why the relationship with the client is so important and also the target of the client. When it's clear for all the stakeholders that we need to reach 40%, then it's clear. How we get there? That's the discussion, but we don't discuss the target. This is how we try to change the way we organize a project. Also, involving the contractor on an early stage, the architects with the clients and the work mapping, you said this is the target. Now, we have multiple ways to achieve the target, could be modular construction, could be reusing, could be new products, could be something we haven't expect so far, but the target is clear. Everyone is working on that direction and if we need to find innovative solutions, let's do it together. That's where I see possibilities and hope for the real estate sector. If you are in an environment where everyone is fighting each other, forget it, because circular economy needs a different way of organizing projects and defining scope, targets and be happy with the results.

**Met opmerkingen [SD101]:** Klantrelatie

**Met opmerkingen [SD102]:** Veranderende rollen

**Met opmerkingen [SD103]:** Modulair bouwen

**Met opmerkingen [SD104]:** Hergebruik

**Met opmerkingen [SD105]:** Innovatieve oplossingen

**Met opmerkingen [SD106]:** Samenwerken

**Met opmerkingen [SD107]:** Andere manier van samenwerken

Daniel: Perfect. Michael, thank you very much for your input. Do you have anything on your mind that you want to say?

Michael: Yeah. I will be curious about reading myself with you.

Daniel: I will share it with you. It cost me a couple of days, but I will share the output with you and then you can read it again.

Michael: Yeah. It will be very good for me, so I will correct some IDs or sentences. I believe it's to, not for your work, but to see how I explain things so I can improve it.

Daniel: You did really good, actually.

Michael: Oh, good. Thank you.

Daniel: Thank you for your time. I'm putting out the recorder.

## Bijlage F: Vragenlijst enquête

Deze bijlage bestaat uit de vragenlijst van het interview en een uitdraai van SurveyMonkey m.b.t. de beantwoording door de respondenten.

## Spiessens, Daniel

---

**From:** Spiessens, Daniel  
**Sent:** Wednesday, October 14, 2020 7:40 AM  
**To:** VerzendlijstMREscriptie  
**CC:** Spiessens, Daniel  
**Subject:** Uitnodiging invullen vragenlijst MRE-scriptie: Circulaire Bouweconomie

Geachte heer/mevrouw,

Zoals ook in de afgelopen periode met elkaar telefonisch besproken ben ik op dit moment bezig met een onderzoek over een Nederlandse Circulaire Bouweconomie. Voor dit onderzoek ben ik zoek naar uw input over vragen omtrent de onderwerpen: Circulaire Economie, Circulair bouwen en Circulaire bedrijfsmodellen. Via onderstaande link komt u bij de vragenlijst terecht:

<https://nl.surveymonkey.com/r/VZHPM2W>

Het invullen van de vragenlijst duurt maximaal 10 minuten en de vragenlijst zal t/m vrijdag 23-10-2020 online blijven staan. Doordat u bent geselecteerd op basis van een veelvoud aan selectiecriteria wordt uw reactie door mij erg gewaardeerd.

Alvast bedankt voor het invullen van deze vragenlijst!

Met vriendelijke groet,

Daniel Spiessens MSc.  
Sr. projectmanager



Rivium Quadrant 211  
2909 LC Capelle aan den IJssel  
The Netherlands

Phone: +31 (0)10 209 35 35  
Mobile: +31(0)6 502 630 15  
[daniel.spiessens@dreso.com](mailto:daniel.spiessens@dreso.com)  
[www.boag.com](http://www.boag.com)



---

BOAG B.V.: This message is intended only for the personal & confidential use of the designated recipient(s) named above. If you are not that person, you are not authorised to use, view, disseminate, distribute or copy this message or any part of it without our consent and you are requested to return this message to the sender immediately and delete all copies from your systems. Due to the electronic nature of e-mails, there is a risk that the information contained in this message has been modified. Consequently BOAG B.V. can accept no responsibility as to the completeness or accuracy of the information. Registered in The Netherlands 24171334, registered address: Rivium Quadrant 211, 2909 LC Capelle aan den IJssel.

1. Wat is uw naam?

2. Wat is uw bedrijfsnaam?

3. Hoe lang bent u actief in de bouw- en vastgoedsector? Indien u geen werkervaring heeft in de bouw- en vastgoedsector dan is deze enquête niet voor u bedoeld en wordt u verzocht de enquête niet verder in te vullen.

- 1-5 jaar
- 6-10 jaar
- 11-15 jaar
- Meer dan 15 jaar

4. Heeft u ervaring met en kennis van een circulaire economie en circulair bouwen? Indien u geen ervaring heeft dan is deze enquête niet voor u bedoeld en wordt u verzocht de enquête niet verder in te vullen.

- Ja
- Nee

5. Als welke stakeholder bent u met name actief geweest toen u te maken had met een circulaire economie / circulair bouwen?

- Vastgoedontwikkelaar / Opdrachtgever / Projectontwikkelaar
- Vastgoedbelegger / vastgoedfinancier
- Adviseur / Architect / CE specialist
- Overheid
- Bouwonderneming / Aannemer
- Onderzoek- en kennisinstituut
- Leverancier / Fabrikant / Toeleverancier
- Overig
- Herstelspecialist/Sloop- en demontageonderneming

6. Hoeveel ervaring heeft u met circulair bouwen?

- Weinig (<1 jaar)
- Gemiddeld (2-3 jaar)
- Veel (3-5 jaar)
- Zeer veel (5+ jaar)



7. Heeft uw organisatie of gaat uw organisatie het 'Paris Proof Commitment' van de Dutch Green Building Council (DGBC) ondertekenen?

- Ja  
 Nee

8. Heeft uw organisatie de principes van een Circulaire Economie verwerkt in het eigen bedrijfsmodel?

- Ja  
 Nee

9. Bent u op de hoogte van de huidige ontwikkelingen op het gebied van circulair bouwen?

- Ja  
 Nee

10. Bent u bekend met één of meer van de volgende circulaire ontwerpprincipes:

- ontwerpen in (bouw)lagen
- ontwerpen vanuit afval
- ontwerp voor aanpassingsvermogen
- ontwerp voor demontage en hergebruik (DfD)?
- selecteren van circulaire materialen

- Ja  
 Nee

11. Met welk circulair ontwerpprincipe heeft u het meest te maken gehad?

- |  |   |
|--|---|
| <input type="radio"/> Ontwerpen in (bouw)lagen         | <input type="radio"/> Ontwerp voor demontage en hergebruik (DfD)? |
| <input type="radio"/> Ontwerpen vanuit afval           | <input type="radio"/> Selecteren van circulaire materialen        |
| <input type="radio"/> Ontwerp voor aanpassingsvermogen | <input type="radio"/> Geen  |

12. In hoeverre bent u het eens met de volgende veronderstelling:

"Een circulaire bouweconomie komt hoogstwaarschijnlijk tot stand als de gehele waardeketen gaat samenwerken aan de circulaire doelen die vooraf zijn gesteld".

Sterk mee oneens	Oneens	Neutraal	Eens	Sterk mee eens
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. In hoeverre bent u het eens met de volgende veronderstelling:

"Een circulaire bouweconomie vraagt om een andere manier van denken en leiderschap. De toon van het management speelt hierin eerder wel dan niet een rol".

Sterk mee oneens	Oneens	Neutraal	Eens	Sterk mee eens
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. In hoeverre bent u het eens met de volgende veronderstelling:

"In een circulaire bouweconomie focussen organisaties zich op klanten en klanttevredenheid. Organisaties en klanten ontwikkelen langdurige klantrelaties, waarbij klanten meer waarschijnlijk prestaties kopen in plaats van producten".

Sterk mee oneens	Oneens	Neutraal	Eens	Sterk mee eens
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. In hoeverre bent u het eens met de volgende veronderstelling:

"Een circulaire bouweconomie komt met grotere waarschijnlijkheid tot stand als het mogelijk is om op grote schaal, gestandaardiseerde maar aanpasbare gebouwen te maken. Industrieel- en modulair bouwen spelen hierin een rol".

Sterk mee oneens	Oneens	Neutraal	Eens	Sterk mee eens
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. In hoeverre bent u het eens met de volgende veronderstelling:

"Wanneer je op dit moment talent acquireert met grote kennis en skills van circulair bouwen zal dit waarschijnlijk lijden tot een circulaire bouweconomie in 2050".

Sterk mee oneens	Oneens	Neutraal	Eens	Sterk mee eens
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. In hoeverre bent u het eens met de volgende veronderstelling:

"Een circulaire bouweconomie komt waarschijnlijk niet tot stand zolang er geen eenduidige manier is om de circulariteit van een gebouw te meten".

Sterk mee oneens	Oneens	Neutraal	Eens	Sterk mee eens
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. In hoeverre bent u het eens met de volgende veronderstelling:

"Een circulaire bouweconomie komt waarschijnlijker tot stand als de gebouweigenaar verplicht wordt om de circulaire potentie van het gebouw te benutten".

Sterk mee oneens	Oneens	Neutraal	Eens	Sterk mee eens
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19. In hoeverre bent u het eens met de volgende veronderstelling:

"Voor elk nieuwbouwproject moet het verplicht zijn, vanuit verplichte wet- en regelgeving, om alle gebruikte materialen te registreren in een bouwspaspoort".

Sterk mee oneens	Oneens	Neutraal	Eens	Sterk mee eens
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

20. In hoeverre bent u het eens met de volgende veronderstelling:

"Een circulaire bouwconomie komt waarschijnlijk niet tot stand als het managen van materialen- en informatiestromen niet transparant gebeurt".

Sterk mee oneens

Oneens

Neutraal

Eens

Sterk mee eens

21. In hoeverre bent u het eens met de volgende veronderstelling:

"Er zijn nog teveel barrières zoals houding t.o.v. het hergebruik van materialen, geen gevestigde markt, geen passende wet- en regelgeving, etc. Die het minder waarschijnlijk maken om in 2050 een circulaire bouwconomie te realiseren".

Sterk mee oneens

Oneens

Neutraal

Eens

Sterk mee eens

22. In hoeverre bent u het eens met de volgende veronderstelling:

"Een volledige circulaire bouwconomie in 2050 is hoogstwaarschijnlijk haalbaar".

Sterk mee oneens

Oneens

Neutraal

Eens

Sterk mee eens

23. Zou u bereidt zijn om met de andere stakeholders in een project opener en transparanter te zijn in uw verdienenmodel?

Ja

Nee

24. Zou u bereidt zijn om met minder inkomsten (marge/winst/rendement) genoeg te nemen waardoor het mogelijk wordt om het project circulair te maken?

Ja

Nee

25. U bent aan het einde gekomen van de vragenlijst. Wilt u op de hoogte gehouden worden van de resultaten?

Ja

Nee

### V1 Wat is uw naam?

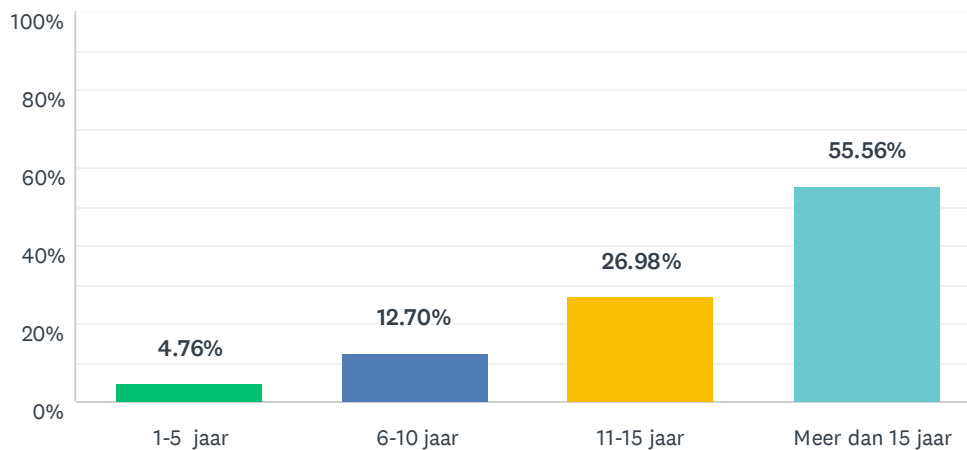
Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0

### V2 Wat is uw bedrijfsnaam?

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0

V3 Hoe lang bent u actief in de bouw- en vastgoedsector? Indien u geen werkervaring heeft in de bouw- en vastgoedsector dan is deze enquête niet voor u bedoeld en wordt u verzocht de enquête niet verder in te vullen.

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0

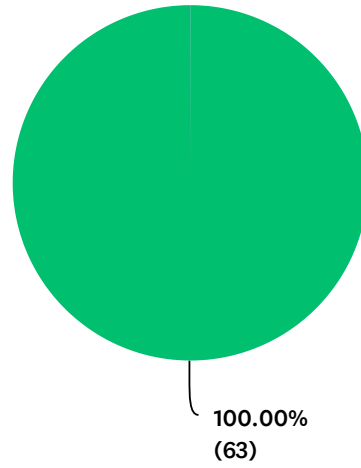


ANTWOORDKEUZEN	REACTIES	
1-5 jaar (1)	4.76%	3
6-10 jaar (2)	12.70%	8
11-15 jaar (3)	26.98%	17
Meer dan 15 jaar (4)	55.56%	35
<b>TOTAAL</b>		<b>63</b>

BASISSTATISTIEKEN				
Minimum	Maximum	Mediaan	Gemiddelde	Standaardafwijking
1.00	4.00	4.00	3.33	0.87

V4 Heeft u ervaring met en kennis van een circulaire economie en circulair bouwen? Indien u geen ervaring heeft dan is deze enquête niet voor u bedoeld en wordt u verzocht de enquête niet verder in te vullen.

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0



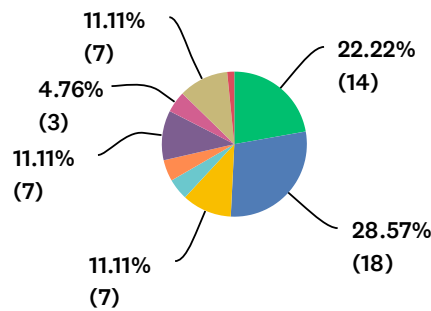
Ja Nee

ANTWOORDKEUZEN	REACTIES	
Ja (1)	100.00%	63
Nee (2)	0.00%	0
TOTAAL		63

BASISSTATISTIEKEN				
Minimum	Maximum	Mediaan	Gemiddelde	Standaardafwijking
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00

### V5 Als welke stakeholder bent u met name actief geweest toen u te maken had met een circulaire economie / circulair bouwen?

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0



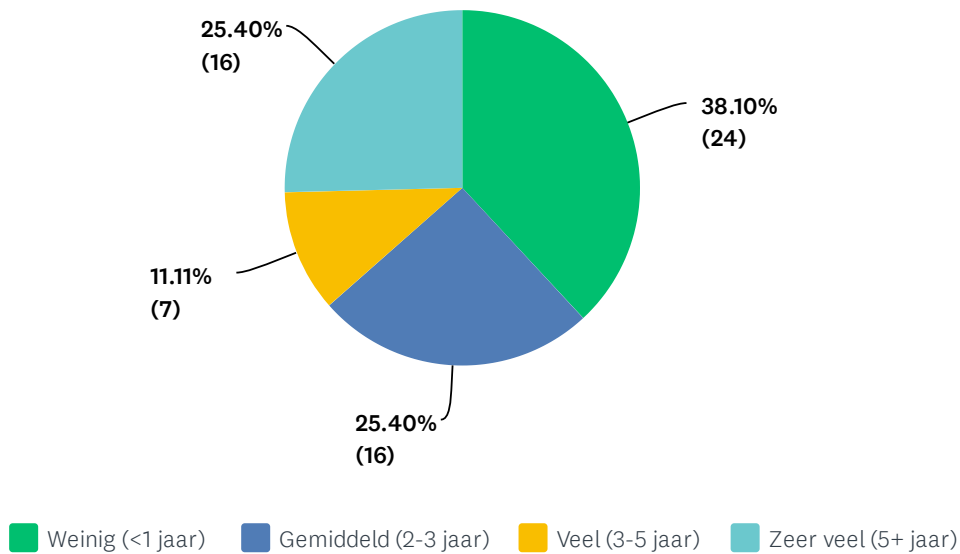
- Vastgoedontwikkelaar / Opdrachtgever / Projectontwikkelaar
- Adviseur / Architect / CE specialist ■ Bouwonderneming / Aannemer
- Leverancier / Fabrikant / Toeleverancier
- Herstelspecialist/Sloop- en demontageonderneming ■ Vastgoedbelegger / vastgoedfinancier
- Overheid ■ Onderzoek- en kennisinstituut ■ Overig

ANTWOORDKEUZEN	REACTIES	
Vastgoedontwikkelaar / Opdrachtgever / Projectontwikkelaar (1)	22.22%	14
Adviseur / Architect / CE specialist (2)	28.57%	18
Bouwonderneming / Aannemer (3)	11.11%	7
Leverancier / Fabrikant / Toeleverancier (4)	4.76%	3
Herstelspecialist/Sloop- en demontageonderneming (5)	4.76%	3
Vastgoedbelegger / vastgoedfinancier (6)	11.11%	7
Overheid (7)	4.76%	3
Onderzoek- en kennisinstituut (8)	11.11%	7
Overig (9)	1.59%	1
<b>TOTAAL</b>		<b>63</b>

BASISSTATISTIEKEN				
Minimum	Maximum	Mediaan	Gemiddelde	Standaardafwijking
1.00	9.00	2.00	3.59	2.49

## V6 Hoeveel ervaring heeft u met circulair bouwen?

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0

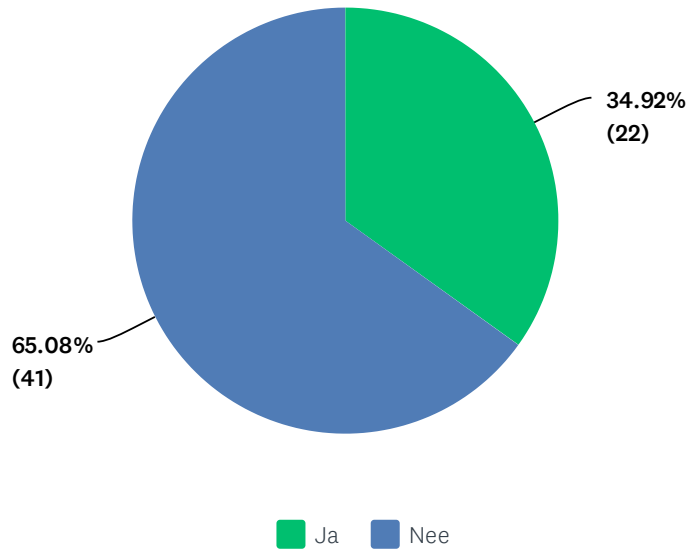


ANTWOORDKEUZEN	REACTIES	
Weinig (<1 jaar) (1)	38.10%	24
Gemiddeld (2-3 jaar) (2)	25.40%	16
Veel (3-5 jaar) (3)	11.11%	7
Zeer veel (5+ jaar) (4)	25.40%	16
<b>TOTAAL</b>		<b>63</b>

BASISSTATISTIEKEN				
Minimum	Maximum	Mediaan	Gemiddelde	Standaardafwijking
1.00	4.00	2.00	2.24	1.20

### V7 Heeft uw organisatie of gaat uw organisatie het 'Paris Proof Commitment' van de Dutch Green Building Council (DGBC) ondertekenen?

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0

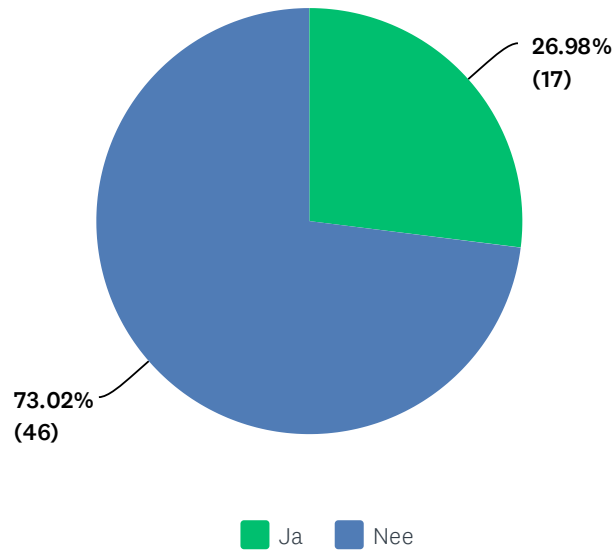


ANTWOORDKEUZEN		REACTIES	
Ja (1)		34.92%	22
Nee (2)		65.08%	41
TOTAAL			63

BASISSTATISTIEKEN				
Minimum	Maximum	Mediaan	Gemiddelde	Standaardafwijking
1.00	2.00	2.00	1.65	0.48

### V8 Heeft uw organisatie de principes van een Circulaire Economie verwerkt in het eigen bedrijfsmodel?

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0

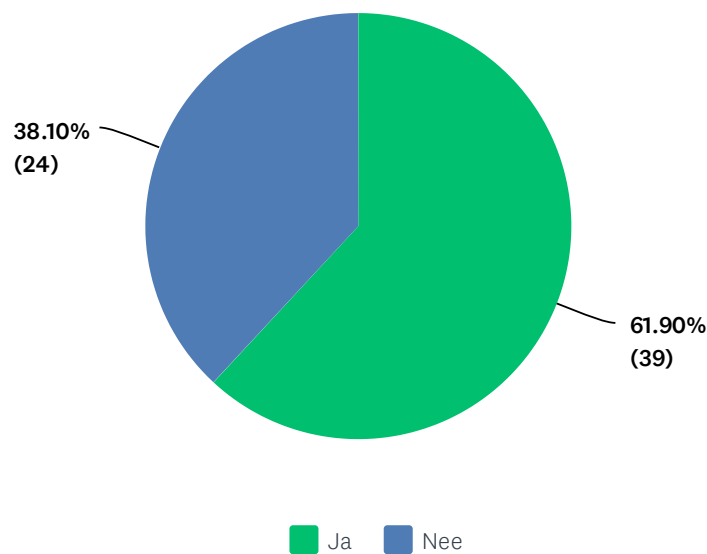


ANTWOORDKEUZEN	REACTIES	
Ja (1)	26.98%	17
Nee (2)	73.02%	46
TOTAAL		63

BASISSTATISTIEKEN				
Minimum	Maximum	Mediaan	Gemiddelde	Standaardafwijking
1.00	2.00	2.00	1.73	0.44

## V9 Bent u op de hoogte van de huidige ontwikkelingen op het gebied van circulair bouwen?

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0



ANTWOORDKEUZEN	REACTIES	
Ja (1)	61.90%	39
Nee (2)	38.10%	24
TOTAAL		63

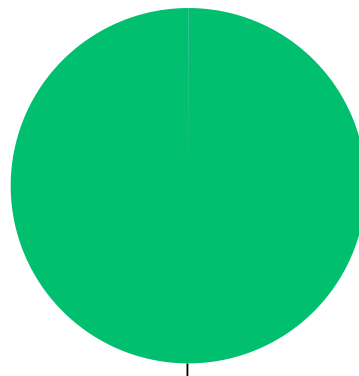


BASISSTATISTIEKEN

Minimum	Maximum	Mediaan	Gemiddelde	Standaardafwijking
1.00	2.00	1.00	1.38	0.49

V10 Bent u bekend met één of meer van de volgende circulaire ontwerpprincipes:- ontwerpen in (bouw)lagen- ontwerpen vanuit afval- ontwerp voor aanpassingsvermogen- ontwerp voor demontage en hergebruik (DfD)?- selecteren van circulaire materialen

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0



100.00%  
(63)

■ Ja ■ Nee

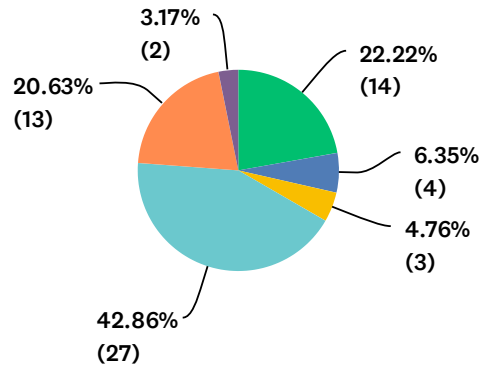
ANTWOORDKEUZEN	REACTIES	
Ja (1)	100.00%	63
Nee (2)	0.00%	0
TOTAAL		63

BASISSTATISTIEKEN

Minimum	Maximum	Mediaan	Gemiddelde	Standaardafwijking
1.00	1.00	1.00	1.00	0.00

V11 Met welk circulair ontwerpprincipe heeft u het meest te maken gehad?

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0



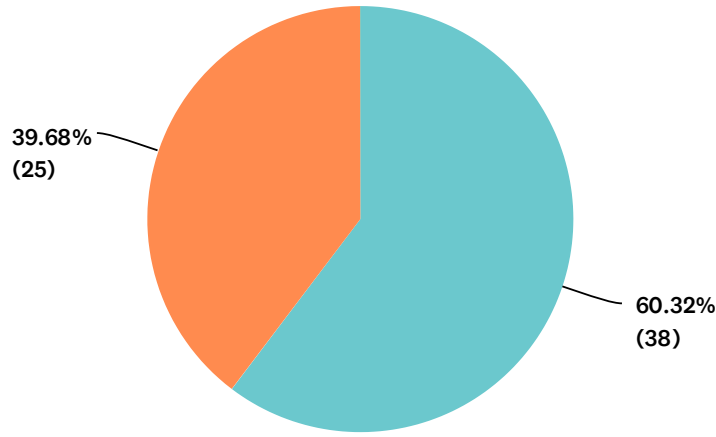
- Ontwerpen in (bouw)lagen
- Ontwerpen vanuit afval
- Ontwerp voor aanpassingsvermogen
- Ontwerp voor demontage en hergebruik (DfD)?
- Selecteren van circulaire materialen
- Geen

ANTWOORDKEUZEN	REACTIES	
Ontwerpen in (bouw)lagen (1)	22.22%	14
Ontwerpen vanuit afval (2)	6.35%	4
Ontwerp voor aanpassingsvermogen (3)	4.76%	3
Ontwerp voor demontage en hergebruik (DfD)? (4)	42.86%	27
Selecteren van circulaire materialen (5)	20.63%	13
Geen (6)	3.17%	2
<b>TOTAAL</b>		<b>63</b>

BASISSTATISTIEKEN				
Minimum	Maximum	Mediaan	Gemiddelde	Standaardafwijking
1.00	6.00	4.00	3.43	1.52

V12 In hoeverre bent u het eens met de volgende veronderstelling: "Een circulaire bouweconomie komt hoogstwaarschijnlijk tot stand als de gehele waardeketen gaat samenwerken aan de circulaire doelen die vooraf zijn gesteld".

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0



■ Sterk mee oneens 
 ■ Oneens 
 ■ Neutraal 
 ■ Eens 
 ■ Sterk mee eens

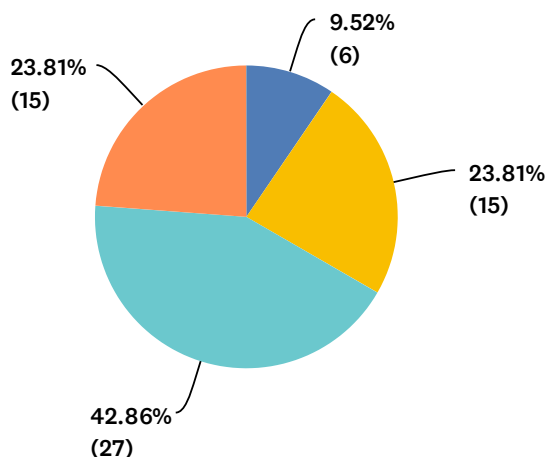
	STERK MEE ONEENS (1)	ONEENS (2)	NEUTRAAL (3)	EENS (4)	STERK MEE EENS (5)	TOTAAL	GEWOGEN GEMIDDELDE
(geen label)	0.00% 0	0.00% 0	0.00% 0	60.32% 38	39.68% 25	63	4.40

**BASISSTATISTIEKEN**

Minimum	Maximum	Mediaan	Gemiddelde	Standaardafwijking
4.00	5.00	4.00	4.40	0.49

V13 In hoeverre bent u het eens met de volgende veronderstelling: "Een circulaire bouweconomie vraagt om een andere manier van denken en leiderschap. De toon van het management speelt hierin eerder wel dan niet een rol".

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0



■ Sterk mee oneens 
 ■ Oneens 
 ■ Neutraal 
 ■ Eens 
 ■ Sterk mee eens

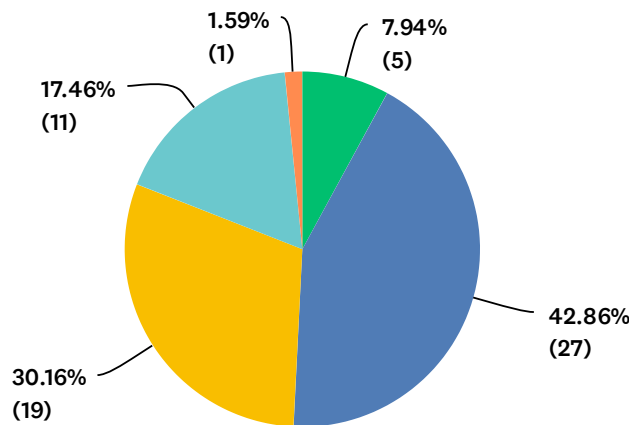
	STERK MEE ONEENS (1)	ONEENS (2)	NEUTRAAL (3)	EENS (4)	STERK MEE EENS (5)	TOTAAL	GEWOGEN GEMIDDELDE
(geen label)	0.00% 0	9.52% 6	23.81% 15	42.86% 27	23.81% 15	63	3.81

BASISSTATISTIEKEN

Minimum	Maximum	Mediaan	Gemiddelde	Standaardafwijking
2.00	5.00	4.00	3.81	0.91

V14 In hoeverre bent u het eens met de volgende veronderstelling: "In een circulaire bouweconomie focussen organisaties zich op klanten en klanttevredenheid. Organisaties en klanten ontwikkelen langdurige klantrelaties, waarbij klanten meer waarschijnlijk prestaties kopen in plaats van producten".

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0



■ Sterk mee oneens 
 ■ Oneens 
 ■ Neutraal 
 ■ Eens 
 ■ Sterk mee eens

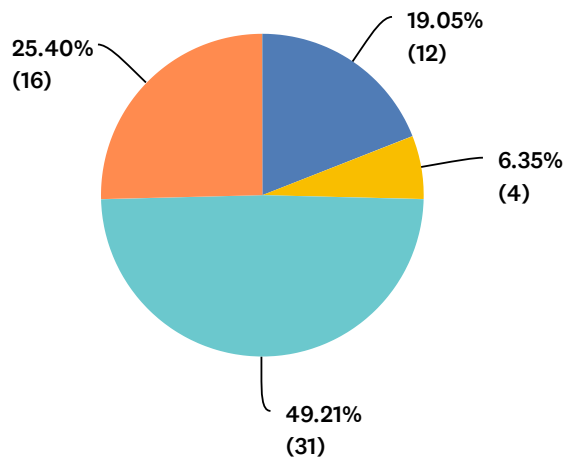
	STERK MEE ONEENS (1)	ONEENS (2)	NEUTRAAL (3)	EENS (4)	STERK MEE EENS (5)	TOTAAL	GEWOGEN GEMIDDELDE
(geen label)	7.94%	42.86%	30.16%	17.46%	1.59%	63	2.62
	5	27	19	11	1		

BASISSTATISTIEKEN

Minimum	Maximum	Mediaan	Gemiddelde	Standaardafwijking
1.00	5.00	2.00	2.62	0.92

V15 In hoeverre bent u het eens met de volgende veronderstelling: "Een circulaire bouweconomie komt met grotere waarschijnlijkheid tot stand als het mogelijk is om op grote schaal, gestandaardiseerde maar aanpasbare gebouwen te maken. Industrieel- en modulair bouwen spelen hierin een rol".

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0



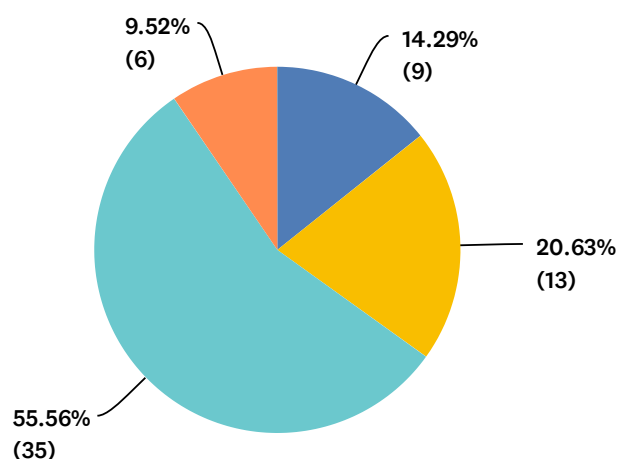
■ Sterk mee oneens 
 ■ Oneens 
 ■ Neutraal 
 ■ Eens 
 ■ Sterk mee eens

	STERK MEE ONEENS (1)	ONEENS (2)	NEUTRAAL (3)	EENS (4)	STERK MEE EENS (5)	TOTAAL	GEWOGEN GEMIDDELDE
(geen label)	0.00% 0	19.05% 12	6.35% 4	49.21% 31	25.40% 16	63	3.81

BASISSTATISTIEKEN				
Minimum	Maximum	Mediaan	Gemiddelde	Standaardafwijking
2.00	5.00	4.00	3.81	1.02

V16 In hoeverre bent u het eens met de volgende veronderstelling: "Wanneer je op dit moment talent acquireert met grote kennis en skills van circulair bouwen zal dit waarschijnlijk lijden tot een circulaire bouweconomie in 2050".

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0



■ Sterk mee oneens 
 ■ Oneens 
 ■ Neutraal 
 ■ Eens 
 ■ Sterk mee eens

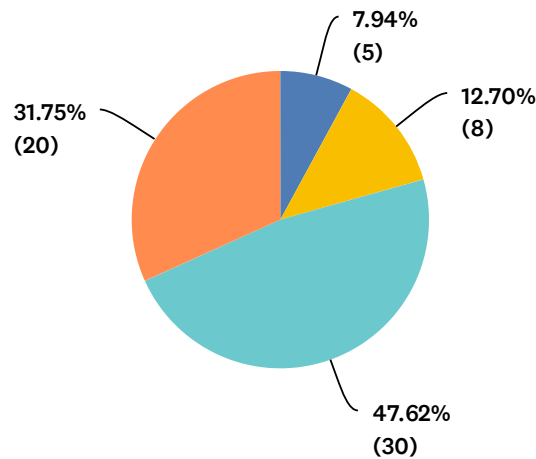
	STERK MEE ONEENS (1)	ONEENS (2)	NEUTRAAL (3)	EENS (4)	STERK MEE EENS (5)	TOTAAL	GEWOGEN GEMIDDELDE
(geen label)	0.00% 0	14.29% 9	20.63% 13	55.56% 35	9.52% 6	63	3.60

BASISSTATISTIEKEN

Minimum	Maximum	Mediaan	Gemiddelde	Standaardafwijking
2.00	5.00	4.00	3.60	0.85

V17 In hoeverre bent u het eens met de volgende veronderstelling: "Een circulaire bouweconomie komt waarschijnlijk niet tot stand zolang er geen eenduidige manier is om de circulariteit van een gebouw te meten".

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0



■ Sterk mee oneens 
 ■ Oneens 
 ■ Neutraal 
 ■ Eens 
 ■ Sterk mee eens

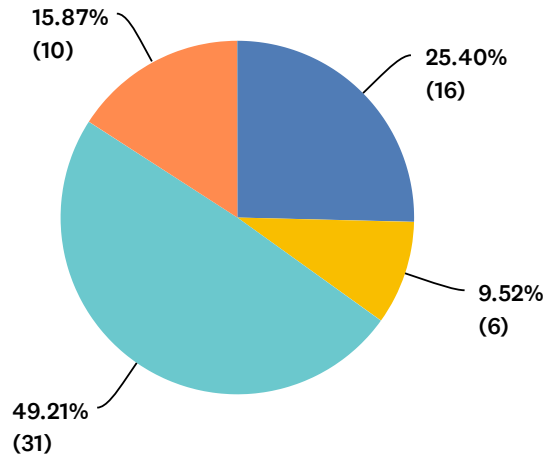
	STERK MEE ONEENS (1)	ONEENS (2)	NEUTRAAL (3)	EENS (4)	STERK MEE EENS (5)	TOTAAL	GEWOGEN GEMIDDELDE
(geen label)	0.00%	7.94%	12.70%	47.62%	31.75%	63	4.03
	0	5	8	30	20		

BASISSTATISTIEKEN

Minimum	Maximum	Mediaan	Gemiddelde	Standaardafwijking
2.00	5.00	4.00	4.03	0.87

V18 In hoeverre bent u het eens met de volgende veronderstelling: "Een circulaire bouweconomie komt waarschijnlijker tot stand als de gebouweigenaar verplicht wordt om de circulaire potentie van het gebouw te benutten".

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0



■ Sterk mee oneens 
 ■ Oneens 
 ■ Neutraal 
 ■ Eens 
 ■ Sterk mee eens

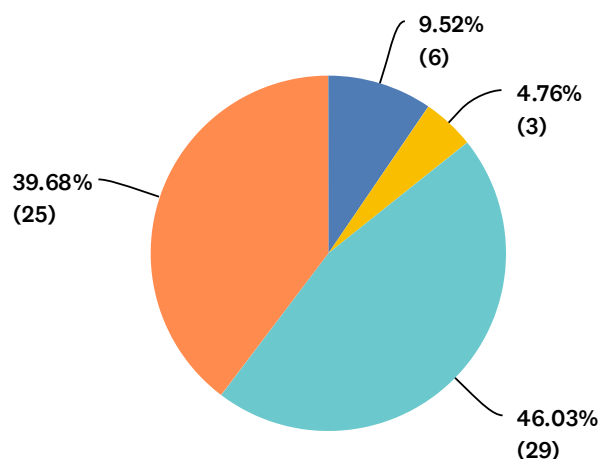
	STERK MEE ONEENS (1)	ONEENS (2)	NEUTRAAL (3)	EENS (4)	STERK MEE EENS (5)	TOTAAL	GEWOGEN GEMIDDELDE
(geen label)	0.00%	25.40%	9.52%	49.21%	15.87%	63	3.56
	0	16	6	31	10		

BASISSTATISTIEKEN

Minimum	Maximum	Mediaan	Gemiddelde	Standaardafwijking
2.00	5.00	4.00	3.56	1.04

V19 In hoeverre bent u het eens met de volgende veronderstelling: "Voor elk nieuwbouwproject moet het verplicht zijn, vanuit verplichte wet- en regelgeving, om alle gebruikte materialen te registreren in een bouwspaspoort".

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0



■ Sterk mee oneens 
 ■ Oneens 
 ■ Neutraal 
 ■ Eens 
 ■ Sterk mee eens

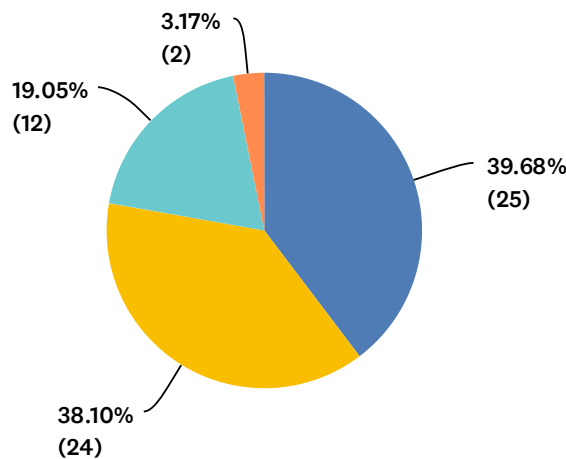
	STERK MEE ONEENS (1)	ONEENS (2)	NEUTRAAL (3)	EENS (4)	STERK MEE EENS (5)	TOTAAL	GEWOGEN GEMIDDELDE
(geen label)	0.00%	9.52%	4.76%	46.03%	39.68%	63	4.16
	0	6	3	29	25		

BASISSTATISTIEKEN

Minimum	Maximum	Mediaan	Gemiddelde	Standaardafwijking
2.00	5.00	4.00	4.16	0.89

V20 In hoeverre bent u het eens met de volgende veronderstelling: "Een circulaire bouweconomie komt waarschijnlijk niet tot stand als het managen van materialen- en informatiestromen niet transparant gebeurt".

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0



■ Sterk mee oneens 
 ■ Oneens 
 ■ Neutraal 
 ■ Eens 
 ■ Sterk mee eens

	STERK MEE ONEENS (1)	ONEENS (2)	NEUTRAAL (3)	EENS (4)	STERK MEE EENS (5)	TOTAAL	GEWOGEN GEMIDDELDE
(geen label)	0.00%	39.68%	38.10%	19.05%	3.17%	63	2.86
	0	25	24	12	2		

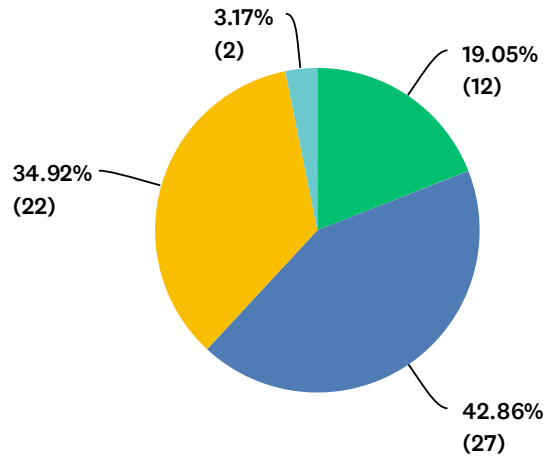
BASISSTATISTIEKEN

Minimum	Maximum	Mediaan	Gemiddelde	Standaardafwijking
2.00	5.00	3.00	2.86	0.83

V21 In hoeverre bent u het eens met de volgende veronderstelling: "Er zijn nog teveel barrières zoals houding t.o.v. het hergebruik van materialen, geen gevestigde markt, geen passende wet- en regelgeving, etc. Die het minder waarschijnlijk maken om in 2050 een circulaire bouweconomie te realiseren".

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0





■ Sterk mee oneens 
 ■ Oneens 
 ■ Neutraal 
 ■ Eens 
 ■ Sterk mee eens

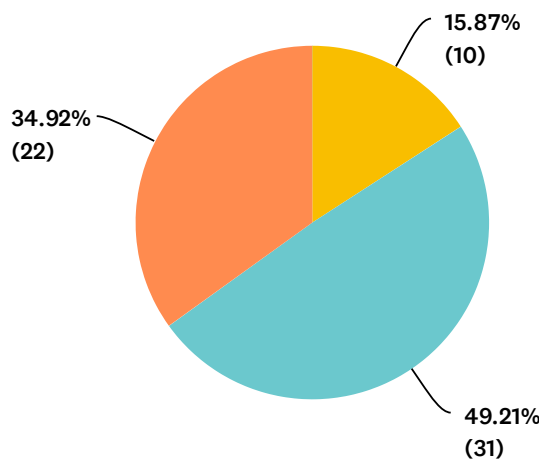
	STERK MEE ONEENS (1)	ONEENS (2)	NEUTRAAL (3)	EENS (4)	STERK MEE EENS (5)	TOTAAL	GEWOGEN GEMIDDELDE
(geen label)	19.05%	42.86%	34.92%	3.17%	0.00%	63	2.22
	12	27	22	2	0		

BASISSTATISTIEKEN

Minimum	Maximum	Mediaan	Gemiddelde	Standaardafwijking
1.00	4.00	2.00	2.22	0.79

V22 In hoeverre bent u het eens met de volgende veronderstelling: "Een volledige circulaire bouweconomie in 2050 is hoogstwaarschijnlijk haalbaar".

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0



■ Sterk mee oneens 
 ■ Oneens 
 ■ Neutraal 
 ■ Eens 
 ■ Sterk mee eens

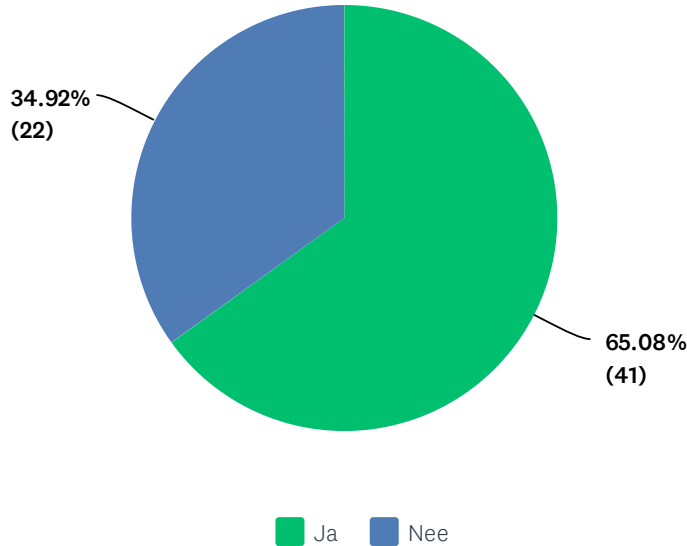
	STERK MEE ONEENS (1)	ONEENS (2)	NEUTRAAL (3)	EENS (4)	STERK MEE EENS (5)	TOTAAL	GEWOGEN GEMIDDELDE
(geen label)	0.00%	0.00%	15.87%	49.21%	34.92%	63	4.19
	0	0	10	31	22		

BASISSTATISTIEKEN

Minimum 3.00	Maximum 5.00	Mediaan 4.00	Gemiddelde 4.19	Standaardafwijking 0.69
-----------------	-----------------	-----------------	--------------------	----------------------------

### V23 Zou u bereidt zijn om met de andere stakeholders in een project opener en transparanter te zijn in uw verdienmodel?

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0



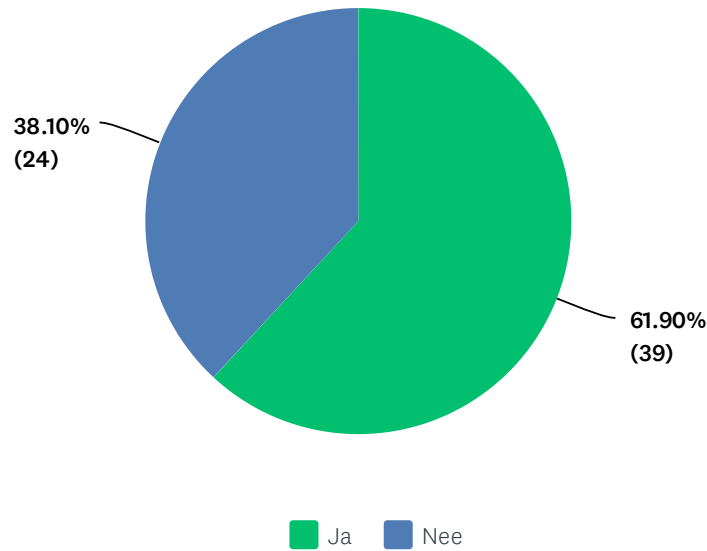
ANTWOORDKEUZEN	REACTIES	
Ja (1)	65.08%	41
Nee (2)	34.92%	22
TOTAAL		63

BASISSTATISTIEKEN

Minimum 1.00	Maximum 2.00	Mediaan 1.00	Gemiddelde 1.35	Standaardafwijking 0.48
-----------------	-----------------	-----------------	--------------------	----------------------------

### V24 Zou u bereidt zijn om met minder inkomsten (marge/winst/rendement) genoeg te nemen waardoor het mogelijk wordt om het project circulair te maken?

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0

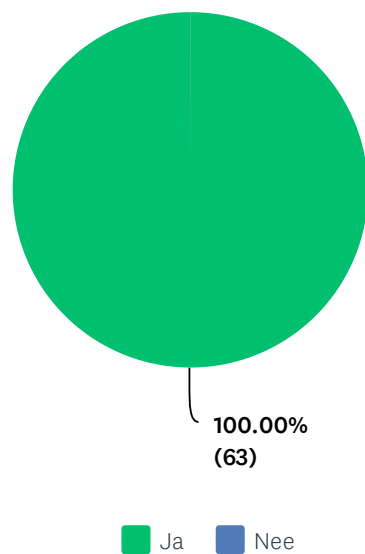


ANTWOORDKEUZEN		REACTIES	
Ja (1)		61.90%	39
Nee (2)		38.10%	24
TOTAAL			63

BASISSTATISTIEKEN				
Minimum	Maximum	Mediaan	Gemiddelde	Standaardafwijking
1.00	2.00	1.00	1.38	0.49

V25 U bent aan het einde gekomen van de vragenlijst. Wilt u op de hoogte gehouden worden van de resultaten?

Beantwoord: 63 Overgeslagen: 0



ANTWOORDKEUZEN		REACTIES	
Ja (1)		100.00%	63
Nee (2)		0.00%	0
TOTAAL			63

## Bijlage G: Kwantitatieve onderzoeksresultaten

Deze bijlage bestaat uit de kwantitatieve onderzoeksresultaten vanuit STATA. Dit begint met een algemeen deel en is vervolgens per veronderstelling weergegeven.

### Algemeen:

```
. summarize
```

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Naam	0				
Organisatie	0				
Actiefbouw~r	63	3.333333	.8798827	1	4
ErvaringCE~o	63	1	0	1	1
Typestakeh~r	63	3.587302	2.505703	1	9
Ervaringci~n	63	2.238095	1.214353	1	4
ParisProof~t	63	1.650794	.4805484	1	2
PrincipesC~l	63	1.730159	.4474425	1	2
Huidigeont~o	63	1.380952	.4895215	1	2
Circulaire~s	63	1	0	1	1
Circulairo~k	63	3.428571	1.531542	1	6
V1samenwer~n	63	4.396825	.4931689	4	5
V2denkenen~p	63	3.809524	.9132915	2	5
V3klantene~d	63	2.619048	.923328	1	5
V4industri~w	63	3.809524	1.029518	2	5
V5Talent	63	3.603175	.8526937	2	5
V6eenduidi~n	63	4.031746	.8793006	2	5
V7verplich~e	63	3.555556	1.043842	2	5
V8verplich~t	63	4.15873	.901725	2	5
V9managenv~n	63	2.857143	.8396839	2	5
V10Barrieres	63	2.222222	.7919849	1	4
V11CBo2050	63	4.190476	.692288	3	5
Transparan~l	63	1.349206	.4805484	1	2
Minderinko~n	63	1.380952	.4895215	1	2

### Algemeen (mediaan):

Mean estimation    Number of obs     =                 63

	Mean	Std. Err.	[95% Conf. Interval]	
V2denkenenleiderschap	3.809524	.1150639	3.579514	4.039533
V3klantenenklanttevredenheid	2.619048	.1163284	2.38651	2.851585
V4industrieelenmodulairbouw	3.809524	.1297071	3.550243	4.068805
V5Talent	3.603175	.1074293	3.388426	3.817923
V6eenduidigemaniermeten	4.031746	.1107815	3.810297	4.253195
V7verplichtbenuttencirculaire	3.555556	.1315117	3.292667	3.818444
V8verplichtgebouwpaspoort	4.15873	.1136067	3.931634	4.385827
V9managenvanmaterialenenin	2.857143	.1057902	2.645671	3.068615
V10Barrieres	2.222222	.0997807	2.022763	2.421681
V11CBo2050	4.190476	.0872201	4.016126	4.364827
V1samenwerken	4.396825	.0621334	4.272622	4.521028

## Veronderstelling 1: Samenwerking

### Wilcoxon signed-rank test:

Wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	63	2016	1008
negative	0	0	1008
zero	0	0	0
all	63	2016	2016

unadjusted variance 21336.00  
 adjustment for ties -1467.38  
 adjustment for zeros 0.00  
 adjusted variance 19868.63

Ho: Vlsamenwerken = 3  
 z = 7.151  
 Prob > |z| = 0.0000

Type stakeholder	V1 samenwerken		Total
	4	5	
1	12	2	14
2	7	11	18
3	3	4	7
4	1	2	3
5	2	1	3
6	5	2	7
7	2	1	3
8	5	2	7
9	1	0	1
Total	38	25	63

### V1 met transparantie verdienmodel:

Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test

Transparan-1	obs	rank sum	expected
1	41	1429.5	1312
2	22	586.5	704
combined	63	2016	2016

unadjusted variance 4810.67  
 adjustment for ties -1355.42  
 adjusted variance 3455.24

Ho: Vlsame-n(Transp-1==1) = Vlsame-n(Transp-1==2)  
 z = 1.999  
 Prob > |z| = 0.0456

$P\{Vlsame-n(Transp-1==1) > Vlsame-n(Transp-1==2)\} = 0.630$

### V1 met minder inkomsten:

Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test

Minderinko-n	obs	rank sum	expected
1	39	1359	1248
2	24	657	768
combined	63	2016	2016

unadjusted variance 4992.00  
 adjustment for ties -1406.52  
 adjusted variance 3585.48

Ho: Vlsame-n(Minder-n==1) = Vlsame-n(Minder-n==2)  
 z = 1.854  
 Prob > |z| = 0.0638

$P\{Vlsame-n(Minder-n==1) > Vlsame-n(Minder-n==2)\} = 0.619$

P= kans dat de variabele voor de eerste groep groter is dan de variabel voor de tweede groep.

**Chi-kwadraattoets:**

Paris Proof Commitment	V1 samenwerken		Total
	4	5	
1	14 13.3	8 8.7	22 22.0
2	24 24.7	17 16.3	41 41.0
Total	38 38.0	25 25.0	63 63.0

Pearson chi2(1) = 0.1556 Pr = 0.693  
Cramér's V = 0.0497

**Veronderstelling 2: Manier van denken en leiderschap**

**Wilcoxon signed-rank test:**

Wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	42	1704	948
negative	6	192	948
zero	15	120	120
all	63	2016	2016

unadjusted variance 21336.00  
adjustment for ties -818.00  
adjustment for zeros -310.00  
adjusted variance 20208.00

Ho: V2denkenenleiderschap = 3  
z = 5.318  
Prob > |z| = 0.0000

Type stakeholder	V2 denken en leiderschap				Total
	2	3	4	5	
1	1	4	6	3	14
2	3	3	5	7	18
3	2	2	3	0	7
4	0	2	1	0	3
5	0	0	1	2	3
6	0	3	1	3	7
7	0	1	2	0	3
8	0	0	7	0	7
9	0	0	1	0	1
Total	6	15	27	15	63

**Chi-kwadraattoets:**

Paris Proof Commitment	V2 denken en leiderschap				Total
	2	3	4	5	
1	1 2.1	4 5.2	13 9.4	4 5.2	22 22.0
2	5 3.9	11 9.8	14 17.6	11 9.8	41 41.0
Total	6 6.0	15 15.0	27 27.0	15 15.0	63 63.0

Pearson chi2(3) = 3.8578 Pr = 0.277  
Cramér's V = 0.2475

## Veronderstelling 3: Klanten en klanttevredenheid

### Wilcoxon signed-rank test:

Wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected	Type	V3 klanten en klanttevredenheid					Total	
positive	12	484	913	stakeholder	1	2	3	4	5		
negative	32	1342	913		r						
zero	19	190	190								
all	63	2016	2016		1	2	3	4	5		
unadjusted variance	21336.00				2	4	4	4	0	14	
adjustment for ties	-1146.75				3	12	3	1	0	18	
adjustment for zeros	-617.50				4	0	1	2	0	7	
adjusted variance	19571.75				5	0	1	0	1	3	
					6	0	2	1	0	3	
					7	0	3	3	1	7	
					8	1	2	1	0	3	
					9	0	0	1	0	1	
					Total	5	27	19	11	1	63

Ho: V3klantenenklanttevredenheid = 3  
 $z = -3.066$   
 $\text{Prob} > |z| = 0.0022$

### Chi-kwadraattoets:

Paris Proof Commitment	V3 klanten en klanttevredenheid					Total
	1	2	3	4	5	
1	1	11	5	5	0	22
	1.7	9.4	6.6	3.8	0.3	22.0
2	4	16	14	6	1	41
	3.3	17.6	12.4	7.2	0.7	41.0
Total	5	27	19	11	1	63
	5.0	27.0	19.0	11.0	1.0	63.0

Pearson  $\chi^2(4) = 2.5849$  Pr = 0.629  
Cramér's V = 0.2026

## Veronderstelling 4: Industrieel- en modulair bouwen

### Wilcoxon signed-rank test:

Wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected	Type	V4 industrieel- en modulair bouwen					Total
positive	47	1694	1003	stakeholder	2	3	4	5		
negative	12	312	1003		r					
zero	4	10	10							
all	63	2016	2016		1	2	3	4	5	
unadjusted variance	21336.00				2	4	0	10	2	14
adjustment for ties	-1740.50				3	1	1	9	4	18
adjustment for zeros	-7.50				4	0	0	0	7	7
adjusted variance	19588.00				5	1	0	2	1	3
					6	2	0	4	1	7
					7	1	2	0	0	3
					8	2	1	4	0	7
					9	0	0	0	1	1
					Total	12	4	31	16	63

Ho: V4industrieelenmodulairbouw = 3  
 $z = 4.937$   
 $\text{Prob} > |z| = 0.0000$

## Veronderstelling 5: Talent en skills

### Wilcoxon signed-rank test:

Wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected	Type	V5 Talent				Total
positive	41	1605.5	962.5	stakeholder					
negative	9	319.5	962.5						
zero	13	91	91						
all	63	2016	2016		r	2	3	4	5
unadjusted variance	21336.00			1	3	2	8	1	14
adjustment for ties	-1778.13			2	2	4	10	2	18
adjustment for zeros	-204.75			3	1	1	4	1	7
adjusted variance	19353.13			4	0	1	2	0	3
				5	1	0	2	0	3
				6	1	2	4	0	7
				7	0	1	2	0	3
				8	1	1	3	2	7
				9	0	1	0	0	1
				Total	9	13	35	6	63

Ho: V5Talent = 3  
z = 4.622  
Prob > |z| = 0.0000

### Chi-kwadraattoets:

Paris Proof Commitment	V5 Talent				Total
	2	3	4	5	
1	2	5	11	4	22
	3.1	4.5	12.2	2.1	22.0
2	7	8	24	2	41
	5.9	8.5	22.8	3.9	41.0
Total	9	13	35	6	63
	9.0	13.0	35.0	6.0	63.0

Pearson chi2(3) = 3.5589 Pr = 0.313  
Cramér's V = 0.2377

## Veronderstelling 6: Eenduidige manier van meten

### Wilcoxon signed-rank test:

Wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected	Type	V6 eenduidige manier meten				Total
positive	50	1850	990	stakeholder					
negative	5	130	990						
zero	8	36	36						
all	63	2016	2016		r	2	3	4	5
unadjusted variance	21336.00			1	1	1	12	0	14
adjustment for ties	-1058.75			2	1	1	4	12	18
adjustment for zeros	-51.00			3	1	0	3	3	7
adjusted variance	20226.25			4	0	1	1	1	3
				5	0	0	2	1	3
				6	0	3	3	1	7
				7	1	1	1	0	3
				8	1	1	3	2	7
				9	0	0	1	0	1
				Total	5	8	30	20	63

Ho: V6eenduidigemaniermeten = 3  
z = 6.047  
Prob > |z| = 0.0000



### Chi-kwadraattoets:

Paris Proof Commitment	V6 eenduidige manier meten				Total
	2	3	4	5	
1	1 1.7	3 2.8	10 10.5	8 7.0	22 22.0
2	4 3.3	5 5.2	20 19.5	12 13.0	41 41.0
Total	5 5.0	8 8.0	30 30.0	20 20.0	63 63.0

Pearson chi2(3) = 0.7735 Pr = 0.856  
Cramér's V = 0.1108

### Veronderstelling 7: Benutten circulaire potentie

#### Wilcoxon signed-rank test:

Wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected	Type stakeholde r	V7 verplicht benutten circulaire potentie				Total
					2	3	4	5	
positive	41	1515	997.5	1	1	2	11	0	14
negative	16	480	997.5	2	4	0	7	7	18
zero	6	21	21	3	2	0	4	1	7
all	63	2016	2016	4	0	1	2	0	3
unadjusted variance	21336.00			5	1	0	0	2	3
adjustment for ties	-2182.63			6	3	2	2	0	7
adjustment for zeros	-22.75			7	1	0	2	0	3
adjusted variance	19130.63			8	3	1	3	0	7
Ho: V7verplichtbenuttencirculaire = 3				9	1	0	0	0	1
z = 3.742				Total	16	6	31	10	63
Prob >  z  = 0.0002									

### Chi-kwadraattoets:

Paris Proof Commitment	V7 verplicht benutten circulaire potentie				Total
	2	3	4	5	
1	5 5.6	4 2.1	10 10.8	3 3.5	22 22.0
2	11 10.4	2 3.9	21 20.2	7 6.5	41 41.0
Total	16 16.0	6 6.0	31 31.0	10 10.0	63 63.0

Pearson chi2(3) = 2.9589 Pr = 0.398  
Cramér's V = 0.2167



**Chi-kwadraattoets:**

Paris Proof Commitment	V9 managen van materialen- en informatiestromen niet transparant gebeurt".				Total
	2	3	4	5	
1	10 8.7	6 8.4	4 4.2	2 0.7	22 22.0
2	15 16.3	18 15.6	8 7.8	0 1.3	41 41.0
Total	25 25.0	24 24.0	12 12.0	2 2.0	63 63.0

Pearson chi2(3) = 5.0637 Pr = 0.167  
Cramér's V = 0.2835

**Veronderstelling 10: Teveel barrières**

**Wilcoxon signed-rank test:**

Wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected	Type	V10 Barrieres				Total	
positive	2	74	881.5	stakeholde						
negative	39	1689	881.5	r	1	2	3	4		
zero	22	253	253							
all	63	2016	2016		1	6	6	1	14	
					2	5	6	1	18	
unadjusted variance	21336.00				3	3	3	0	7	
adjustment for ties	-543.25				4	1	1	0	3	
adjustment for zeros	-948.75				5	0	2	1	3	
					6	1	2	4	7	
adjusted variance	19844.00				7	0	2	1	3	
					8	2	5	0	7	
Ho: V10Barrieres = 3					9	0	1	0	1	
z = -5.732					Total	12	27	22	2	63
Prob >  z  = 0.0000										

**Chi-kwadraattoets:**

Paris Proof Commitment	V10 Barrieres				Total
	1	2	3	4	
1	6 4.2	9 9.4	6 7.7	1 0.7	22 22.0
2	6 7.8	18 17.6	16 14.3	1 1.3	41 41.0
Total	12 12.0	27 27.0	22 22.0	2 2.0	63 63.0

Pearson chi2(3) = 1.9969 Pr = 0.573  
Cramér's V = 0.1780

## Veronderstelling 11: Haalbaarheid Circulaire Bouweconomie 2050 / Hypothese Paris Proof Commitment

### Wilcoxon signed-rank test:

Wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	53	1961	980.5
negative	0	0	980.5
zero	10	55	55
all	63	2016	2016

unadjusted variance 21336.00  
 adjustment for ties -841.38  
 adjustment for zeros -96.25  
 adjusted variance 20398.38

Ho: V11CBo2050 = 3  
 z = 6.865  
 Prob > |z| = 0.0000

Type stakeholder	V11 CBo 2050			Total
r	3	4	5	
1	4	8	2	14
2	0	5	13	18
3	1	5	1	7
4	0	2	1	3
5	1	1	1	3
6	2	4	1	7
7	0	2	1	3
8	2	3	2	7
9	0	1	0	1
Total	10	31	22	63

### V11 met ondertekenen Paris Proof:

Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test

ParisProof~t	obs	rank sum	expected
1	22	749	704
2	41	1267	1312
combined	63	2016	2016

unadjusted variance 4810.67  
 adjustment for ties -796.24  
 adjusted variance 4014.43

Ho: V11~2050(ParisP~t==1) = V11~2050(ParisP~t==2)  
 z = 0.710  
 Prob > |z| = 0.4776

$P\{V11\sim 2050(ParisP\sim t==1) > V11\sim 2050(ParisP\sim t==2)\} = 0.550$

### V11 met ondertekenen Paris Proof (Kruskal-Wallis test):

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

ParisP~t	Obs	Rank Sum
1	22	749.00
2	41	1267.00

chi-squared = 0.421 with 1 d.f.  
 probability = 0.5165

chi-squared with ties = 0.504 with 1 d.f.  
 probability = 0.4776

## V11 met ondertekenen Paris Proof (Two-sample Kolmogorov-Smirnov test):

Two-sample Kolmogorov-Smirnov test for equality of distribution functions

Smaller group	D	P-value	Exact
1:	0.0000	1.000	
2:	-0.0920	0.785	
Combined K-S:	0.0920	1.000	1.000

Note: Ties exist in combined dataset;  
there are 3 unique values out of 63 observations.

## V11 met type stakeholder (Kruskal-Wallis test):

Kruskal-Wallis equality-of-populations rank test

Typest-r	Obs	Rank Sum
1	14	335.00
2	18	812.50
3	7	188.00
4	3	104.50
5	3	84.00
6	7	167.50
7	3	104.50
8	7	194.00
9	1	26.00

chi-squared = 14.647 with 8 d.f.  
probability = 0.0664

chi-squared with ties = 17.552 with 8 d.f.  
probability = 0.0248

## V11 met op de hoogte van huidige ontwikkelingen circulair bouwen:

Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test

Huidigeont-o	obs	rank sum	expected
1	39	1476.5	1248
2	24	539.5	768
combined	63	2016	2016

unadjusted variance 4992.00  
adjustment for ties -826.25  
adjusted variance 4165.75

Ho: V11-2050(Huidig-o==1) = V11-2050(Huidig-o==2)  
z = 3.540  
Prob > |z| = 0.0004

P{V11-2050(Huidig-o==1) > V11-2050(Huidig-o==2)} = 0.744

### V11 met transparantie verdienmodel:

```
. ranksum V11CBo2050, by(Transparanterverdienmodel) porder
```

Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test

Transparan-1	obs	rank sum	expected
1	41	1561	1312
2	22	455	704
combined	63	2016	2016

```
unadjusted variance    4810.67
adjustment for ties    -796.24
```

```
adjusted variance      4014.43
```

```
Ho: V11~2050(Transp~l==1) = V11~2050(Transp~l==2)
```

```
z = 3.930
Prob > |z| = 0.0001
```

```
P{V11~2050(Transp~l==1) > V11~2050(Transp~l==2)} = 0.776
```

### V11 met minder inkomsten:

Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test

Minderinko-n	obs	rank sum	expected
1	39	1482.5	1248
2	24	533.5	768
combined	63	2016	2016

```
unadjusted variance    4992.00
adjustment for ties    -826.25
```

```
adjusted variance      4165.75
```

```
Ho: V11~2050(Minder~n==1) = V11~2050(Minder~n==2)
```

```
z = 3.633
Prob > |z| = 0.0003
```

```
P{V11~2050(Minder~n==1) > V11~2050(Minder~n==2)} = 0.751
```

### V11 met Paris Proof (Spearman)

```
. spearman ParisProofCommitment V11CBo2050
```

```
Number of obs =      63
Spearman's rho =    -0.0902
```

```
Test of Ho: ParisProofCommitment and V11CBo2050 are independent
```

```
Prob > |t| =      0.4820
```

### Chi-kwadraattoets:

Paris Proof Commitment	V11 CBo 2050			Total
	3	4	5	
1	3 3.5	10 10.8	9 7.7	22 22.0
2	7 6.5	21 20.2	13 14.3	41 41.0
Total	10 10.0	31 31.0	22 22.0	63 63.0

```
Pearson chi2(2) = 0.5504 Pr = 0.759
Cramér's V = 0.0935
```