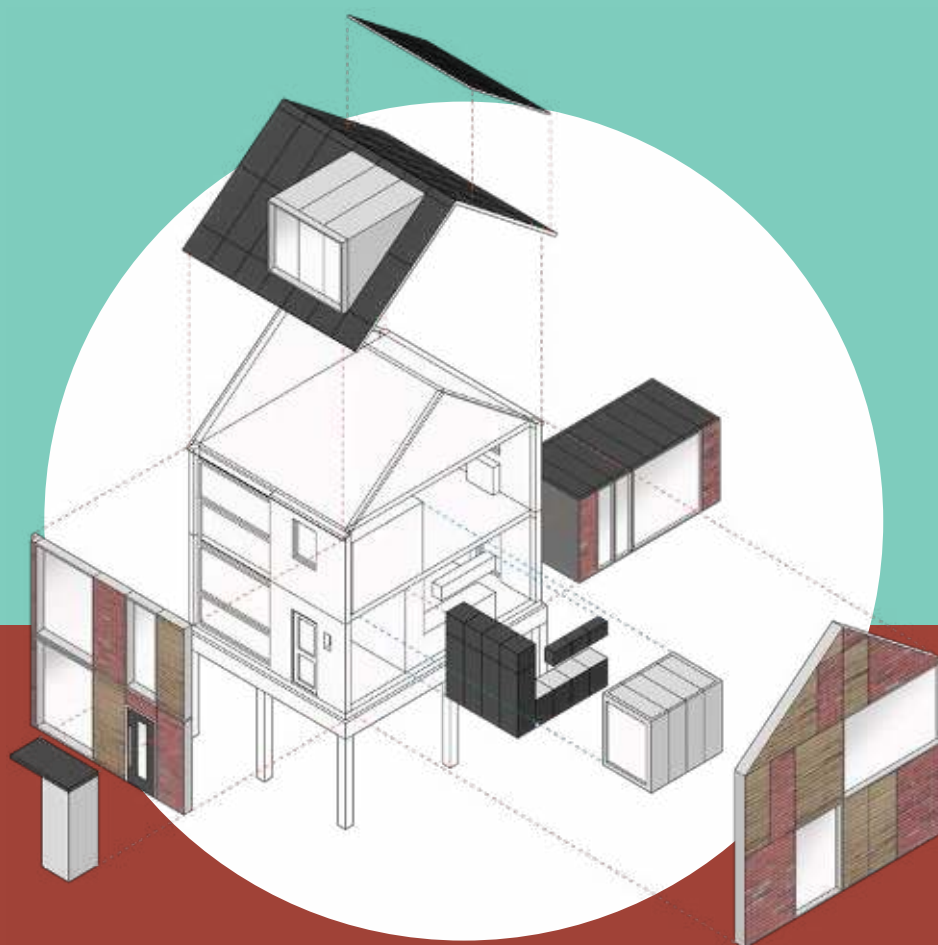


# HANDBOEK CIRCULAIR RENOVEREN WONINGCORPORATIES



Geschreven door  
Merel Stolker Msc, C-Creators  
Anne van Stijn Msc, Technische Universiteit Delft en  
Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions



In opdracht van



# HANDBOEK CIRCULAIR RENOVEREN WONINGCORPORATIES

## **In opdracht van**

De provincie Noord-Holland en met subsidie van het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties

Programmateam Circulaire Economie (Provincie Noord-Holland)  
Directie Bouwen en Energie / Projectteam Circulaire Bouweconomie  
(Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties)

## **Auteurs**

Msc. Merel Stolker, C-Creators  
Msc. Anne van Stijn, Technische Universiteit Delft en  
Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions

## **Vormgeving**

Sophie Dirksmeier // [sophieontwerpt.nl](http://sophieontwerpt.nl)

## **Publicatiedatum**

25 maart 2021

# VOORWOORD

In onze strijd tegen klimaatverandering, en de uitputting van de aarde, willen we als provincie in 2050 volledig circulair zijn, en in 2030 halverwege die opgave. De provincie Noord-Holland werkt er hard aan om die doelen te behalen. Want het lijkt misschien nog ver weg, de urgentie is groot. Het wordt tijd dat we in onze economie niet meer alleen uitgaan van het behalen van winst, maar rekening gaan houden met de ecologische grenzen van onze aarde. Dat is wat een circulaire economie doet. In de nieuwe Actieagenda Circulaire Economie 2021-2025 van de provincie staan concrete acties waarmee wij bij willen dragen aan een versnelling van de transitie én aan de noodzakelijke verandering van het economisch systeem.

In een circulaire economie gebruiken we producten steeds langer en grondstoffen steeds opnieuw. We dragen als provincie de komende vijf jaar bij aan het vinden van oplossingen voor vier grondstofstromen in het bijzonder: plastic, textiel, biomassa en voedsel en bouwmaterialen. Dit prachtige handboek Circulair Renoveren is al meteen een van de eerste wapenfeiten als we het over de stroom bouwmaterialen hebben. Het gaat daarbij namelijk niet alleen over nieuwbouw. Juist bij het renoveren van bestaande woningen valt veel winst te behalen om onze klimaatdoelen te bereiken.

Door bestaande woningen te renoveren, worden deze gezonder om in te wonen en ontstaat er een beter woonklimaat. Maar een gerenoveerde woning kent ook een lagere klimaatvoetafdruk. Het is een uitgesproken kans om die renovatie circulair te doen en zo de grondstoffentransitie en de energietransitie hand in hand te laten gaan. Anders renoveren we voor de korte termijn, zonder oog voor de impact die de toegepaste materialen met zich meebrengen.

Met ruim 30 procent van de woningvoorraad in hun bezit, kunnen woningcorporaties een voortrekkersrol nemen in het circulair renoveren. Met het hergebruik van de spullen en materialen die vrijkomen, het toepassen van materialen met een lage impact, en met een blik op de toekomst, naar de volgende renovatieronden. Om de corporaties op weg te helpen, hebben we als provincie C-creators gevraagd om de belangrijkste kennis op het gebied van circulair renoveren op een rij te zetten en dit handboek op te stellen. In Noord-Holland zien we nu al dat corporaties vooraan staan om hun bijdrage te leveren aan de energie- en grondstoffentransitie. Dit handboek kan hen hierbij helpen. Ook andere partijen in de bouw kunnen hier hun voordeel mee doen. Door hun inspanningen zijn we straks weer dichterbij de economie van de toekomst: een volledig circulaire economie.

**Zita Pels**  
Gedeputeerde Noord-Holland



# VOORWOORD

Binnen mijn directie Bouwen en Energie wordt hard gewerkt aan de energietransitie in de gebouwde omgeving, maar ook aan klimaatadaptatie en de transitie naar een circulaire bouw-economie. Al deze opgaven vragen om aandacht en prioritering van bouwers en bestuurders. Hoe combineer je al die opgaven? Ik snap heel goed dat dat niet eenvoudig is, en veel vraagt van de kennis en het organiserend vermogen van corporaties. Maar de toekomst van onze planeet hangt er wel vanaf en investeren in kennis is dus noodzaak. Goed dat daarbij aandacht is voor bestaande

## **bouw.**

Er ligt immers een enorme opgave voor ons qua renovatie en verduurzaming van de bestaande woningvoorraad. Woningen moeten met de tijd mee, en hoe langer bestaande woningen kunnen worden gebruikt, hoe beter dit is voor het milieu. De Europese Commissie werkt mede om die reden aan de 'Renovation Wave', met als doel via een verdubbeling van het aantal jaarlijkse renovaties de milieu-impact sneller te verlagen. Dan moet dat natuurlijk wel duurzaam en goed gebeuren. Toen ik hoorde van dit initiatief van de provincie Noord-Holland om te komen tot een handreiking circulair renoveren van corporatiewoningen heb ik mij daar dan ook graag bij aangesloten. Want circulair renoveren is niet alleen van belang voor woningcorporaties in Noord-Holland, maar voor alle woningcorporaties en hun bijdrage aan een duurzame toekomst. Die toekomst is zowel CO2-neutraal, klimaatadaptief als ook circulair.

**Ferdi Licher**

**Directeur Bouwen en Energie**

**Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties**



# INHOUD

<b>Inleiding</b>	<b>6</b>
Kansen van circulariteit voor woningbouwcorporaties	8
Doel van het boek	9
Leeswijzer	10

[ga naar inleiding](#)

<b>1. Wat verstaan we onder circulair renoveren</b>	<b>12</b>
1.1 Toelichting circulaire economie	13
1.2 Onze definitie van circulair renoveren	16
1.3 De rol van renovatie in een circulaire bouweconomie	17
1.4 Circulaire renovatiecyclus	19

[ga naar H1](#)

<b>2. Strategie en tactiek bepalen</b>	<b>21</b>
2.1 Circulaire strategie bepalen	22
2.1.1 Circulariteit opnemen in de strategie	22
2.1.2 Circulair renoveren opnemen in facetbeleid	23
2.2 Circulaire tactiek bepalen	31
2.2.1 Onderzoek de CE kernbegrippen en CE strategie op portefeuille niveau	31
2.2.2 Neem circulariteit mee in de besluitvorming	31
2.2.3 Reken circulair in de begroting	31
2.2.4 Geef circulariteit mee als opdracht naar het projectteam	32

[ga naar H2](#)

<b>3. Initiëren</b>	<b>33</b>
3.1 Initiatief: de (circulaire) kaders van je project bepalen	34
3.1.1 Stel circulaire project ambities op	34
3.1.2 Bestaande inventariseren	35
3.1.3 Een circulair projectteam vormen	37
3.2 Haalbaarheid: circulaire scenario's meenemen	39
3.2.1 Circulaire kosten- & batenanalyse maken	40
3.3 Projectdefinitie, maak het CE-SMART	45

[ga naar H3](#)

<b>4. Voorbereiden</b>	<b>47</b>
4.1 Ontwerp: circulariteit faciliteren	49
4.1.1 Ontwerp op basis van lagen met verschillende levensduur en rekening houdend met verschillende levenscycli	49
4.1.2 Combineer circulaire ontwerpstrategieën om meerdere lussen mogelijk te maken	51
4.1.3 Circulaire materialen	56
4.1.4 Circulariteit van ontwerpkeuzes meten	58
4.2 Circulaire Keten & Businessmodel: circulariteit organiseren en stimuleren	68
4.2.1 Circulaire keten vormen en anders samenwerken met de markt	68
4.2.2 Circulair renoveren vraagt om circulaire businessmodellen	70

[ga naar H4](#)

<b>5. Uitvoeren</b>	<b>74</b>
5.1 Werkvoorbereiding: communicatie en circulair inkopen	75
5.1.1 Circulariteit inbrengen in het uitvoeringsplan: meer tijd	75
5.1.2 Communicatie	75
5.1.3 Koop circulair in!	76
5.2 Borging circulariteit	79
5.2.1 Verslaglegging	79
5.2.2 Toetsing	80
5.3 Realisatie: motivatie, nauwkeurigheid en afvalvrij	80
5.3.1 Motivatie	80
5.3.2 Nauwkeurig en afvalvrij	81

[ga naar H5](#)

<b>6. Gebruik &amp; waardebehoud</b>	<b>82</b>
6.1 Begeleid bewoners in hun circulaire woning!	83
6.2 Houd rekening met verschillende soorten onderhoud	83
6.3 Deelvervangingen i.p.v. vervangen in grote renovatie cycli	84
6.4 Aanpassingen aan woningen: ZAV is geen straf	85
6.5 Monitor, en houd circulariteit vol	85
6.6 Evalueer en koppel terug!	85

[ga naar H6](#)

Begrippenlijst  
Nawoord



Auteurs





# INLEIDING

Klimaatopwarming en de wereldwijd steeds toenemende schaarste van grondstoffen dwingen ons, om zuiniger en zorgvuldiger om te gaan met de grondstoffen. Twee belangrijke pijlers zijn: energietransitie en transitie naar een circulaire economie.

Wat wordt hieronder verstaan en waar liggen er mogelijkheden voor de woningcorporaties?

Bij de energietransitie is het de bedoeling om het fossiel energiegebruik tijdens de gebruiksfase van de woning te reduceren. Dit energiegebruik is een belangrijke oorzaak van het broeikas effect, wat weer leidt tot opwarming van de aarde.

Bij de circulaire transitie gaat het om het beperken van het grondstoffengebruik en het voorkomen van afval, waarbij we ook kijken naar de impact op het milieu van de materialen die we toepassen.

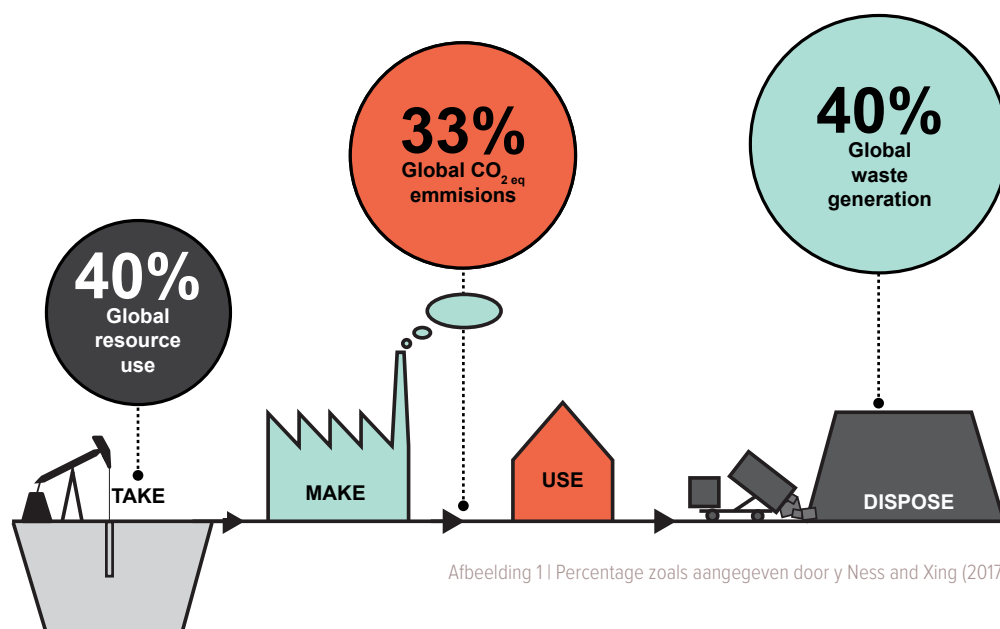
Nederland staat aan het begin van de transitie naar een circulaire economie. Het Rijksbrede programma 'Nederland Circulair in 2050' (2016) geeft de richting duidelijk aan: 50% minder primair grondstofverbruik (mineraal, fossiel en metalen) in 2030 en een volledig circulaire economie in 2050. Maar hoe we met zijn allen deze circulaire economie gaan realiseren is nog een zoektocht. Op dit moment legt de energietransitie al zoveel druk op de woningcorporaties, dat veel van hen de circulaire transitie eerder als last ervaren, dan een positief streven. Ook komt het voor, dat corporaties energiebesparing gemakshalve als synoniem gebruiken voor duurzaam, of zelfs circulair.

Maar, door circulariteit nu al onderdeel te laten zijn van de energietransitie wordt veel extra werk in de toekomst bespaart, wanneer voldaan moet worden aan de doelstellingen voor 2050.

Als de focus uitsluitend op energiebesparing ligt, belandt je uiteindelijk op een punt, dat er zoveel materialen nodig zijn, dat de milieulast van de productie hiervan de milieubaten van de energiebesparing overtreft. Circulair bouwen en renoveren moet zich daarom richten op het vinden van een gezonde balans tussen energiebesparing en het inzetten van (nieuwe) materialen. In feite wordt de vraag: hoe kan ik op een zo circulair mogelijke wijze (ook) de energiedoelstellingen halen als men praat over een duurzame woning (zowel bestaand als nieuw)? Het 'circulaire momentum' is in die zin NU.

Dit handboek gaat uitsluitend over het circulair renoveren, waarbij uiteraard ook gekeken wordt naar de mogelijkheden van effectieve energiebesparing. Dit is bijna altijd inbegrepen als er gesproken wordt over een duurzame woning, bij de bestaande woningvoorraad.<sup>1</sup>

Momenteel gebruiken we vele grondstoffen in onze gebouwen, om deze te onderhouden, uit te breiden, en energie efficiënt te maken. De bouwsector is wereldwijd in totaal verantwoordelijk voor 40% van het grondstofverbruik wereldwijd, 40% van al het afval en 33% van alle uitstoot. (zie afbeelding 1)



Afbeelding 1 | Percentage zoals aangegeven door y Ness and Xing (2017)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> De circulaire corporatie”, ING Economisch Bureau, E.Dantuma, & M.van Sante, maart 2018

<sup>2</sup> Ness & Xing, 2017 van Stijn, A. (2019) Presentatie 'Ontwikkeling Circulaire componenten voor woning renovatie'

De transitie naar een Circulaire Economie (CE) in de gebouwde omgeving is daarom een van de belangrijkste uitdagingen heden ten dage. De CE biedt een alternatief voor de huidige lineaire economie waarin we 'produceren, consumeren en daarna weggooien', doordat binnen een CE, economische groei wordt losgekoppeld van grondstofverbruik.

Voor het bereiken van een circulaire bouwconomie zijn drie acties belangrijk<sup>3</sup>:



Afbeelding 2 | Acties m.b.t. grondstoffen<sup>5</sup>

1. **Preventie** (Vernauwen): Gebruik zo min mogelijk grondstoffen en energie;
2. **Levensduurverlenging** (Vertragen): Gebruik producten, onderdelen en materialen zo lang mogelijk (denk aan reparatie, hergebruik, opknappen);
3. **(Re)cycle of biodegradatie** (Sluiten): Breng materialen aan het einde van het gebruik terug naar de voorkant van de productieketen.

De doelstellingen voor een circulaire bouwconomie in Nederland zijn uitgewerkt in de Transitieagenda Circulaire Bouwconomie (2018) en het bijbehorende Uitvoeringsprogramma (2019).

De gestelde doelen voor 2050 richten zich in hoofdlijnen op het toepassen van zo duurzaam mogelijke materialen (instroom) en op maximaal hergebruik van materialen die vrijkomen uit sloop, renovatie en onderhoud (uitstroom). Voor de bouwsector betekent dit meer en hoogwaardiger hergebruik van materialen, producten en elementen, zowel nu als in de toekomst. Hiervoor is een andere aanpak nodig voor het produceren, uitragen, ontwerpen en uitvoeren van bouwprojecten, maar ook in het gebruik van gebouwen.

## Kansen van circulariteit voor woningbouwcorporaties

Woningcorporaties bezitten zo'n 30% van alle woningen en spelen een grote rol in het betaalbaar huisvesten van veel mensen in Nederland. Door hun renovaties zo circulair mogelijk te maken kunnen ze een grote rol spelen in de transitie naar een circulaire woningvoorraad. Een corporatie die circulair renoveert, minimaliseert het energieverbruik én het grondstoffen- en materiaalverbruik. Zo houden ze de belasting op het milieu, die met renovatie, bouw en bewoning van sociale huurwoningen gepaard gaat, zo beperkt mogelijk. De budgetten van de corporaties laten weinig ruimte voor extra investeringen, maar circulaire maatregelen hoeven lang niet altijd complex of duur te zijn. Vooruitstrevende corporaties tonen aan dat met kleine stappen en beperkte investeringen al belangrijke milieuwinst valt te behalen. Denk hierbij aan circulair slopen, hergebruik van keramiek, circulaire kozijnen, etc. Soms verdienen circulaire maatregelen zich zelfs op korte termijn al terug. Ook kan een ander perspectief helpen om duurzame of circulaire oplossingen niet als kostenpost te zien op de korte termijn, maar als investering op de lange termijn. Bovendien kunnen circulaire oplossingen op den duur goedkoper worden, wanneer de vraag naar dit soort oplossingen stijgt.

Naast de winst op het gebied van milieu biedt circulariteit een hoop kansen voor woningcorporaties. Die kunnen bestaan uit:

1. Verlengen van de levensduur van woningen (waardoor deze langer door kunnen worden geëxploiteerd) en verhogen van de waarde van woningen<sup>6</sup>.
2. Klimaatneutraliteit stimuleren en de energietransitie helpen versnellen.
3. Wonen goedkoper en comfortabeler maken voor bewoners<sup>7</sup>.
4. Laaghangend fruit plukken: in de praktijk is tegen dezelfde kosten vaak meer mogelijk dan gedacht<sup>8</sup>.

<sup>3</sup> Bocken, N. M. P., de Pauw, I., Bakker, C., & van der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), 308–320.

<sup>4</sup> De "grondstof lus" verwijst naar de technische en biologische lussen (ook wel cirkels genoemd) uit het vlindermodel van de Ellen MacArthur Foundation (2013).

<sup>5</sup> van Stijn, A. (2019) Presentatie 'Ontwikkeling Circulaire componenten voor woning renovatie'

<sup>6,7,8</sup> "De circulaire corporatie", ING Economisch Bureau, E.Dantuma, & M.van Sante, maart 2018



5. Inspelen op het circulaire momentum en praktijkervaring opdoen waarmee je de circulaire kennis vergroot en verdere innovatie in gang zet<sup>9</sup>.
6. Andere manieren van samenwerking en langdurige samenwerking aangaan.
7. Een maatschappelijke voortrekkersrol vervullen.
8. Meer flexibiliteit inbouwen in de woningvoorraad om in te kunnen spelen op toekomstige veranderingen in woonwensen van huurders.
9. Meer grip hebben op de eigen toekomst doordat je de eigen innovatieprocessen beheert.
10. Zekerheid van grondstof (kosten & beschikbaarheid) inbouwen.

Door de circulaire economie te omarmen ontstaan er dus nieuwe kansen. Waar nu enkele woningcorporaties eigen circulaire ambities hebben is het noodzakelijk om ook te anticiperen op aankomende (onvermijdelijke) strengere regelgeving waaronder een aangescherpte MPG (Milieu Prestatie Gebouw) eis. De Europese commissie heeft eveneens financieringsmogelijkheden voor de bouwsector aangekondigd in november 2020, in de [Renovation Wave](#). Daarnaast herziet de Europese Commissie de staatssteunregels, zodat nationale regeringen renovatie in hun respectieve landen kunnen ondersteunen. Wie dus nu begint heeft waarschijnlijk toegang tot extra financiering en bouwt een voorsprong op.

*“Wanneer corporaties hun woningen als waardevolle bron van herbruikbare materialen gaan zien, kunnen zij een duurzame voortrekkersrol vervullen. Een belangrijke bijvangst is de hogere woningwaarde die dit kan opleveren.”* Ceel Elemans, Sector Banker bij ING

*“Wie slim weet om te gaan met beschikbare grondstoffen, het gebruik van nieuwe technieken en producten bouwt een voorsprong op!”*

*Aan de slag met Circulaire woningbouw, LenteAkkoord augustus 2019*

## Doel van het boek

**Een leidraad bieden aan woningcorporaties bij het integreren van circulariteit in de renovatie van hun woningvoorraad.**

Enkele woningcorporaties zijn inmiddels al gestart met circulair renoveren. Zo heeft Platform31 een aantal interessante voorbeelden uitgelicht in haar [projectetalage verduurzaming corporatiewoningen](#)<sup>7</sup>. Zoals Ymere met haar project [Bavodorp](#), waar woningen naar A-label gebracht worden. Tegelijkertijd is er aandacht voor het hergebruiken van 'geogoste' materialen en het toepassen van materialen met een langere levensduur. Ook is er een materialenpaspoort opgesteld.

Naar aanleiding van deze project etalage concludeerde het expertpanel van platform 31 het volgende:

*"Wat opvalt is dat ondanks de mooie resultaten die bereikt worden in de gepresenteerde projecten, bijna nergens circulariteit én klimaatadaptatie echt zijn ingebed in de bedrijfsvoering. De aanpakken zijn divers, gefragmenteerd en lijken allemaal op zichzelf staande ambities, waar beperkt filosofie, 'taal', strategie of meetlat/impactanalyse onder liggen. Daarmee wordt de cirkel mogelijk niet gesloten, want circulariteit en klimaatadaptatie moeten bij organisaties in de genen zitten.' Er is dus nog voldoende ruimte om stappen te maken."*

Hoewel er steeds meer informatie beschikbaar is over circulair renoveren, is kennis nog vaak gefragmenteerd. Er is vanuit de praktijk steeds meer behoefte aan eenduidige en concrete informatie om circulair denken en doen te verankeren in de dagelijkse bouw-, en renovatiepraktijk.

<sup>6,7,8</sup> "De circulaire corporatie", ING Economisch Bureau, E.Dantuma, & M.van Sante, maart 2018

<sup>7</sup> [www.platform31.nl/thema-s/wonen/verduurzaming-corporatiewoningen/reflectie-expertpanel](http://www.platform31.nl/thema-s/wonen/verduurzaming-corporatiewoningen/reflectie-expertpanel)

Dit handboek biedt handvatten om verbouwingen en renovaties op een circulaire manier uit te voeren. Zo maken we de complexiteit van het onderwerp behapbaar en bieden we een handelingsperspectief voor woningbouwcorporaties.

Uitgangspunt van het boek is circulair renoveren waarbij circulair niet het uiteindelijke doel is, maar een waardevol middel om tot een duurzaam gebouwde omgeving te komen.



#### **Samenvattend biedt dit boek:**

- **Inzicht in en kennis over circulair renoveren**
- **Handvatten**
- **Handelingsperspectief**
- **Voorbeelden van woningcorporaties die aan de slag zijn gegaan met circulair renoveren**

### *Leeswijzer*

Dit handboek is een levend document. Kennis over de circulaire economie ontwikkelt zich in een rap tempo. In dit handboek is zo goed en zoveel mogelijk van de huidige kennis betreffende circulair renoveren bijeengebracht, zonder te suggereren dat de informatie compleet is.

Er is naar gestreefd om het boek vlot leesbaar te houden, maar het is regelmatig noodzakelijk geweest om dieper en meer gedetailleerd op de materie in te gaan. Om het geheel toch overzichtelijk te houden, is er een leeswijzer ontwikkeld. Hiermee wordt de lezer, afhankelijk van zijn/haar interesse, direct naar de relevante hoofdstukken geloodst.

In [hoofdstuk 1](#) starten we met de definitie en uitgangspunten van circulair renoveren en wordt de circulaire renovatie cyclus geïntroduceerd. De circulaire renovatie cyclus is gebaseerd op de huisvestingscyclus (die bestaat uit de activiteiten: Initiëren, voorbereiden, realiseren en gebruiken) en opgedeeld in de procesfasen van circulair renoveren. In [hoofdstuk 2](#) zullen we ingaan op de circulaire renovatie strategie en tactiek die voorafgaat aan de activiteiten en procesfasen. In de [hoofdstukken 3, 4, 5 & 6](#) worden de vier activiteiten met procesfasen nader toegelicht aan de hand van concrete tips en voorbeelden.

De informatie in dit handboek is een bundeling van deskresearch en interviews met woningcorporaties, industrie, overheid, en experts.



#### **Voor wie is dit handboek?**

- **Voor woningcorporaties en stakeholders;**
- **Voor directie en management die visie en strategie willen ontwikkelen of hier al mee bezig zijn;**
- **Voor adviseurs en projectleiders;**
- **Voor uitvoerders, onderhoudsdiensten, etc;**
- **Voor geïnteresseerden die meer willen weten over circulaire economie in het algemeen, en in het bijzonder bij woningcorporaties.**

Ik ben een

## Directeur /manager strategie / asset manager

### Wat je in dit handboek leert is:

- circulariteit op te nemen in je strategie en facetbeleid. [pag. 22](#)
- circulaire ambities en doelen te formuleren op portefeuille niveau. [pag. 23](#)
- de richting van je aanpak in circulair renoveren te bepalen. [pag. 24](#)
- circulariteit mee te nemen in de besluitvorming. [pag. 31](#)
- circulair te rekenen in de begroting. [pag. 31](#)
- circulariteit als opdracht mee te geven aan het projectteam. [pag. 32](#)

Ik ben een

## Projectleider /lid van het projectteam

### Wat je in dit handboek leert is:

- de circulaire kaders van je project te bepalen. [pag. 34](#)
- het opstellen van circulaire projectambities. [pag. 34](#)
- het bestaande te inventariseren om inzicht te krijgen in wat er vrijkomt en wat je hiermee kunt doen. [pag. 35](#)
- vroegtijdig circulair ketenpartners in je projectteam te betrekken. [pag. 37](#)
- een heldere uitvraag te formuleren. [pag. 38](#)
- een circulaire kosten- & baten analyse te maken. [pag. 40](#)
- het SMART maken van je projectdefinitie. [pag. 45](#)
- circulariteit te faciliteren in het ontwerp. [pag. 49](#)
- te ontwerpen op basis van verschillende levensduur en rekening te houden met verschillende levenscycli. [pag. 49](#)
- om circulaire ontwerpstrategieën te combineren om zo meerdere lussen mogelijk te maken. [pag. 51](#)
- hoe je aan moet kijken tegen “circulaire” materialen. [pag. 56](#)
- dat het bij circulair gaat om het juiste materiaal op de juiste plek. [pag. 57](#)
- de impact te meten van ontwerpkeuzes op waarde-, milieu- en financiële prestatie. [pag. 58](#)
- een circulaire keten te vormen en anders samen te werken met de markt. [pag. 68](#)
- om circulariteit te stimuleren door het ontwikkelen van circulaire businessmodellen. [pag. 70](#)

Ik ben

## Betrokken bij werkvoorbereiding, realisatie en onderhoud

### Wat je in dit handboek leert is:

- circulariteit in te brengen in het uitvoeringsplan. [pag. 75](#)
- dat goede communicatie cruciaal is. [pag. 75](#)
- om circulair in te kopen. [pag. 76](#)
- circulariteit te borgen door vastlegging en toetsing. [pag. 79](#)
- om bewoners te begeleiden in hun circulaire woning. [pag. 83](#)
- rekening te houden met verschillende soorten onderhoud. [pag. 83](#)
- om vol te houden, te monitoren en terug te koppelen. [pag. 85](#)

# 1

## WAT VERSTAAN WE ONDER CIRCULAIR RENOVEREN?



Om beter te begrijpen hoe je circulair kunt renoveren, zal eerst duidelijk moeten worden wat circulaire economie inhoudt. Pas daarna kun je komen tot een beter begrip van circulair renoveren. Circulair renoveren is een onderdeel van de circulaire economie. Dus zal, om deze vraag te beantwoorden, eerst duidelijk moeten zijn, wat circulaire economie inhoudt.

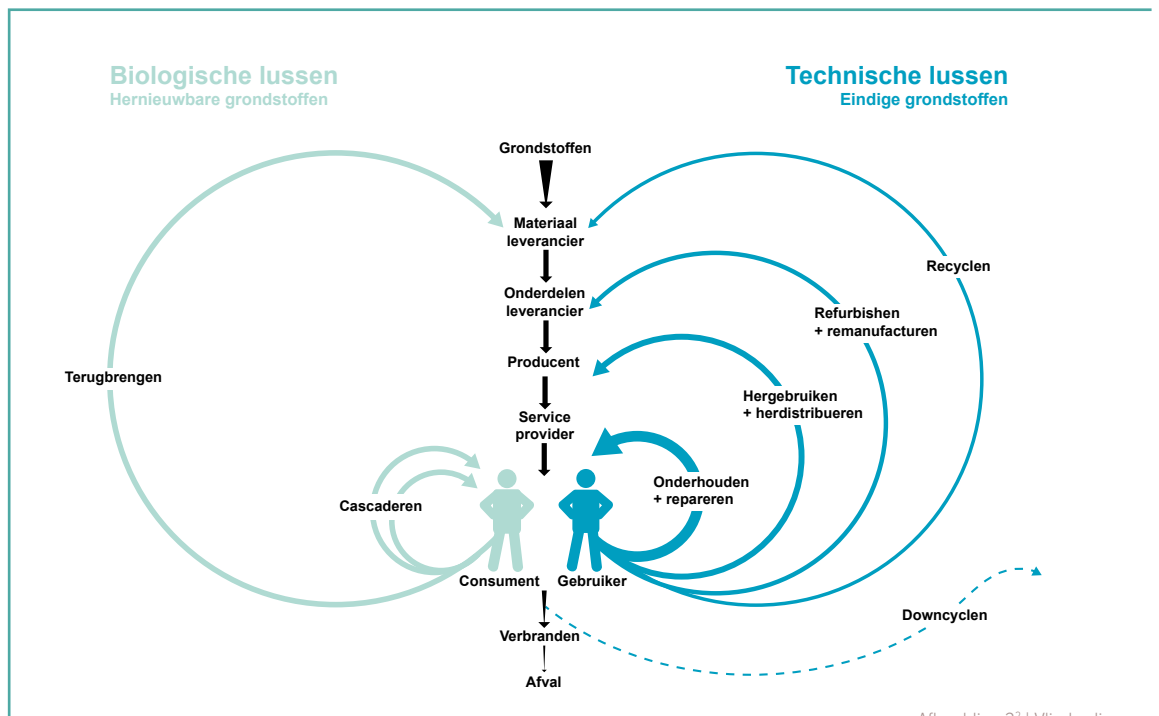
Eerst zal aan de hand van het vlinderdiagram, het 10Rmodel en het ‘vernuwen, vertragen en sluiten’ model nader worden ingegaan op wat circulaire economie precies betekent. Daarna wordt het renovatieproces besproken. Dit proces, “de renovatiecyclus” wordt onderverdeeld in 4 acties, die elk in een apart hoofdstuk worden toegelicht.

# 1.1 Toelichting circulaire economie

Er zijn veel verschillende definities van circulaire economie in omloop. Een goed onderbouwde definitie is afkomstig uit Geissdoerfer, Savaget, Bocken, & Hultink<sup>1</sup>:

*“a regenerative system in which resource input and waste, emission, and energy leakage are minimised by narrowing, slowing and closing material- and energy loops”*

In het Nederlands:  
*“Een regeneratief systeem waarin de grondstof instroom, afval, uitstoot en energieverlies, worden geminimaliseerd door het vernauwen, vertragen en sluiten van materiaal- en energiecycli.”*



Afbeelding 3<sup>2</sup> | Vlinderdiagram

## Toelichting Vlinderdiagram

Het vlinderdiagram is ontwikkeld door de [Ellen MacArthur Foundation](#) in 2013. Afbeelding 3 is een vertaalde en versimpelde weergave van het originele vlindermodel.

In het midden van de vlinder wordt de toeleverende keten weergegeven. We delven grondstoffen die de keten ingaan (zie startpijl grondstoffen/materiaal). Van de grondstoffen maken we materiaal om er vervolgens bouwproducten van te maken. Deze worden via een service-provider (e.g. installateur, aannemer) in de woning aangebracht, waarna de bewoner er gebruik van maakt.

In een lineaire economie zouden we na het gebruik, deze producten en materialen afdanken. Grondstoffen worden dan vaak verbrand of (laagwaardig) gerecycled. De lineaire economie wordt daarom ook wel de ‘take-make-use-dispose’ economie genoemd. Het vlindermodel biedt hiervoor een alternatief door zoveel mogelijk teruggaande waarde-lussen te creëren die zorgen voor materiaalbehoud.

\* In de biosfeer, biogas, landbouw, etc.

<sup>1</sup>Geissdoerfer, Savaget, Bocken, & Hultink (2017, p.759)

<sup>2</sup> van Stijn, A. (2019) Presentatie ‘Ontwikkeling Circulaire componenten voor woning renovatie’

In de circulaire economie worden grondstoffen verdeeld in twee soorten stromen: biologische (groene vleugel) en technische materiaalstromen (blauwe vleugel). Technische grondstoffen zijn eindig. Denk hierbij aan de materialen die gebruikt worden in wasmachines, mobiele telefoons, en ook de meeste bouwmaterialen.

Deze grondstoffen proberen we zo lang en zo hoogwaardig mogelijk te laten cycleren, door gebouwen, componenten, producten en materialen te hergebruiken, repareren, reviseren of recycleren (de 4 lussen). Voor de technische materialen (blauwe vleugel) van het vlinderdiagram geldt de vuistregel, dat de kleinste of binnenste lussen de voorkeur hebben boven de grotere lussen. Dit komt doordat deze binnenste lussen ten opzichte van de buitenste lussen minder bewerkingstappen, arbeid, energie en nieuw materiaal vragen, en daarmee de meeste waarde behouden blijft.

In het ideale geval wordt bijvoorbeeld eerst het gehele gebouw hergebruikt. Is dat niet mogelijk, dan de componenten en vervolgens de producten en onderdelen van het gebouw. Als laatste keus worden de grondstoffen of materialen uit een gebouw hergebruikt.

Biologische materialen (de groene vleugel) zijn hernieuwbare materialen, zoals bijvoorbeeld katoen of voedsel, maar ook 'natuurlijke' bouwmaterialen als houtvezels of leem. In de groene vleugel is het van belang om het ecosysteem haar werk te laten doen. De grondstofstromen kunnen na gebruik een aantal keer worden hergebruikt in andere producten, vaak in steeds laagwaardiger toepassingen. Dit noemen we 'cascaderen'. Denk bijvoorbeeld aan katoen dat eerst voor kleding wordt gebruikt, waar vervolgens poetsdoeken van worden gemaakt, die daarna weer gebruikt worden voor het maken van isolatiemateriaal. Na verbruik worden de biologische grondstoffen weer teruggebracht naar de aarde door ze af te breken ('chemisch' of natuurlijk). De hernieuwbare organische grondstoffen kunnen zo oneindig opnieuw worden gegenereerd. Dit betekent echter wel dat biologische grondstoffen niet vermengd mogen worden met technische of toxische stoffen. Ook mag het ecosysteem natuurlijk niet overbelast raken.

### Toelichting vernauwen, vertragen en sluiten en het 10R model

Om van een lineaire economie een circulaire economie te maken, wordt ook vaak het 10R-en model gebruikt. Deze R-en beschrijven de acties om grondstofgebruik te vernauwen en lussen te vertragen en te sluiten: van 0 - Refuse tot 9 - Recover, zie kader 1.

Het R-en model is in principe hiërarchisch: 0 scoort het hoogst in de circulaire economie en 9 het laagst. R 0-2 leveren direct minder grondstofverbruik en milieu-impact op. R 3-9 zorgen op termijn voor minder milieu-impact en materiaalverbruik, doordat er in de toekomst minder nieuwe grondstoffen gewonnen hoeven worden en er geen nieuwe productie hoeft plaats te vinden. Deze winst is dus 'dubbel', want naast het feit, dat de materialen direct weer voor gebouwen beschikbaar zijn, gaan alle productieactiviteiten van nieuwe materialen gepaard met watergebruik, energiegebruik en hebben invloed op bodem, water en lucht en landgebruik.

In de circulaire (bouw) economie zijn drie acties belangrijk waarin de R'en elk een plaats hebben<sup>4</sup>:



**Vernauwen van de lussen** (narrowing the loop): zo min mogelijk grondstoffen en energie gebruiken door een bouwoplossing efficiënter te maken en te gebruiken. Hieronder vallen R0, R1, R2, R3.



**Vertragen van de lussen** (slowing the loop): grondstoffen zo lang mogelijk gebruiken door de levensduur van gebouwen, componenten, product(onderdelen) en materialen te verlengen. Hieronder vallen R4, R5, R6, en R7.



**Sluiten van de lussen** (closing the loop): Ervoor zorgen dat materialen aan het einde van het gebruik weer terug worden gebracht naar de beginkant van de toeleverende keten. Hieronder vallen R8 en R9.

<sup>3</sup> Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition*.

<sup>4</sup> Bocken, N.M.P., de Pauw, I., Bakker, C., van der Grinten, B., 2016. Product design and business model strategies for a circular economy. *J. Ind. Prod. Eng.* 33, 308–320.

De acties *vernauwen, vertragen en sluiten*, leggen het circulaire handelen en werken uit op grondstofmateriaalniveau.

Circular  
economy

## Het R-model

In de beschikbare literatuur worden niet altijd dezelfde R-en aangehouden in eenzelfde volgorde, daarom worden hier de meest voorkomende weergegeven. We leggen de R-en uit aan de hand van het voorbeeld van een 'deur'.

0. Refuse

**0. Refuse = Weigeren:** Geen grondstoffen gebruiken, door je bij elke deur af te vragen: is deze wel nodig? Een plattegrond kan zo bedacht worden dat er minder deuren nodig zijn.

1. Rethink

**1. Rethink = Heroverwegen:** Het gaat om anders denken en een andere manier van organiseren. Het is het begin van circulair denken en doen. Moet de deur echt een fysiek object zijn? Kan de deur niet worden 'gedigitaliseerd'? Een bewegingsdetector kan een bel laten afgaan wanneer iemand een andere ruimte binnen stapt.

2. Reduce

**2. Reduce = Verminderen:** Het verbruik van grondstoffen tijdens de productie reduceren. De deur kan, in plaats van massief, hol zijn van binnen waardoor minder materialen nodig zijn.

3. Reuse

**3. Reuse = Hergebruiken:** Het in zijn geheel hergebruiken van gebouwen, componenten, producten, onderdelen en materialen in dezelfde functie. De deur kan worden hergebruikt als deur in dezelfde of andere woning na een renovatie

4. Repair

**4. Repair = Repareren:** Vanuit duurzaamheidsoogpunt is het beter om goed te onderhouden en te repareren dan materialen af te danken en nieuwe te gebruiken. Bij een kras kan de deur opnieuw worden geschuurd en afgelakt zodat deze niet vervangen hoeft te worden.

5. Refurbish

**5. Refurbish = Opknappen:** Gebouwen, componenten of producten herstellen of vernieuwen door ze op te knappen. Dit kan gepaard gaan met een functionele of esthetische upgrade. Beschilder de deur met een andere kleur en plaats nieuw (moderne) deurbeslag.

6. Remanufacture

**6. Remanufacture = Reviseren:** Het maken van (zo goed als) nieuwe producten van oude producten of onderdelen hiervan. Reviseren is vaak een hoogwaardig proces. Bij de deur worden de afgeleefde zijden geschaafd en aangeheeld. Met een nieuwe coating en deurbeslag wordt de deur als nieuw aangeboden.

7. Repurpose

**7. Repurpose = Hergebruiken** van producten met een ander doel. Een gebruikte deur wordt gebruikt als tafelblad.

8. Recycle

**8. Recycle = Recyclen** is een brede term die we gebruiken voor de verwerking en het hergebruik van materialen. De verschillende materiaalstromen uit de deur worden gescheiden en zo hoogwaardig mogelijk gerecycled. Hout kan bijvoorbeeld worden gevingerlast tot nieuwe houten balken, of vernispeerd om spaanplaat, OSB of MDF mee te produceren.

9. Recover

**9. Recover = Herwinnen:** Het terugwinnen van energie uit materialen. Het hout van de deur (na gebruik in de spaanplaat) worden verbrand om er energie uit te winnen. Verbranding zonder energiet terugwinning en storten van afval horen niet thuis in een circulaire economie.

Linear  
economy

## 1.2 Onze definitie van circulair renoveren

De circulaire economie kan op meerdere manieren worden uitgelegd en dat geldt ook voor de term circulair renoveren. Om eenduidigheid te krijgen over wat we bedoelen met circulair renoveren geven we een definitie. Deze is afgeleid van de definitie 'circulair bouwen' uit het lexicon van het platform Circulair Bouwen '23 (CB'23).

### Definitie Circulair Renoveren:

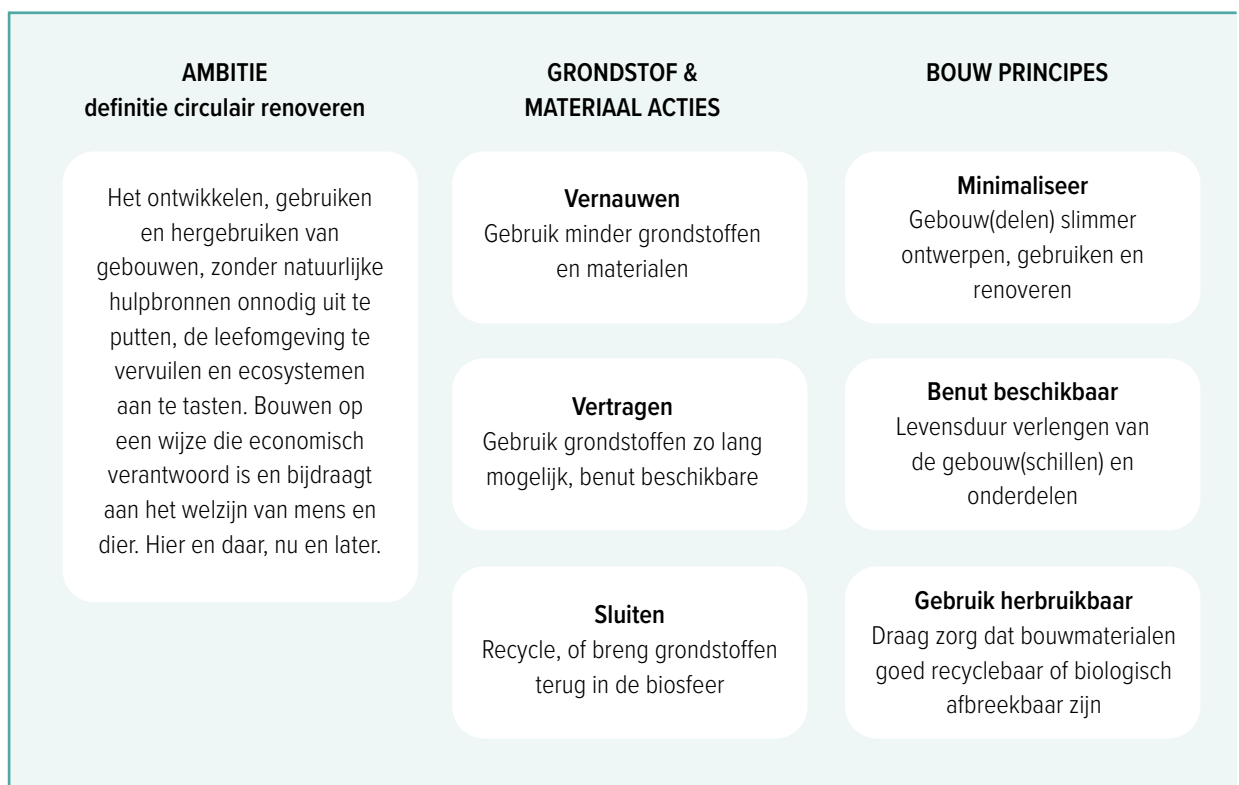
*Het onderhouden, vernieuwen en hergebruiken van gebouw(delen)\*, zonder natuurlijke hulpbronnen onnodig uit te putten, de leefomgeving te vervuilen en ecosystemen aan te tasten. Gebouwen renoveren op een wijze die economisch verantwoord is en bijdraagt aan het welzijn van mens en dier. Hier en daar, nu en later.*

Eigenlijk is deze definitie de ambitie waar we naar streven in een circulaire bouw. Renoveren op zich is al circulair: het is immers het opknappen van een gebouw, waardoor we deze langer kunnen gebruiken. Echter renoveren zelf wordt nog lang niet op een circulaire manier gedaan. Om hiertoe te komen, kunnen de reeds beschreven acties m.b.t. de lussen, vertaald worden naar drie bouwprincipes: minimaliseer, benut het beschikbare en gebruik herbruikbaar (Kader 2).

\* Onder gebouw(delen) verstaan wij ook de installaties in een gebouw. Beton is de grootste materiaalstroom in de bouw, maar gemeten met impact-per-kg staan de installaties bovenaan. Daarbij komt dat installaties zeer relevant zijn in de beheer-cycli. Met de huidige 'energie-transitie' en de 'van-het-gas-af' beweging worden er veel nieuwe installaties geïnstalleerd. Door deze nu slim mee te nemen in (het ontwerp) van het gebouw kunnen we al veel risico's voorkomen. Denk hierbij aan de huidige ingefreesde en ingestorte leidingen en installaties die moeilijk vervangbaar zijn zonder sloop, deze kunnen momenteel bij renovatie niet op een circulaire wijze hergebruikt of herwonnen worden. Dit kan en moet anders!

- 1 Minimaliseer**, of voorkomen, betekent het slimmer ontwerpen, gebruiken en renoveren van gebouw(delen) waardoor geen of zo min mogelijk (nieuw) materiaal nodig is.
- 2 Benut beschikbare**: maak gebruik van meerdere cycli, ook wel de binnenste lussen aan de rechterkant van het vlindermodel (zie Afbeelding 1). Zorg dat gebouwen, componenten, producten, materialen zo lang mogelijk meegaan in één of meerdere cycli.
- 3 Gebruik herbruikbaar** bouwmaterialen zijn goed recycle- of afbreekbaar in de biologische of technische stromen. Gebruik zoveel mogelijk gezonde en hernieuwbare grondstoffen en materialen. Momenteel zijn vele materiaalkringlopen nog niet gesloten. De meeste materialen worden laagwaardig gerecycled en zodanig geproduceerd dat ze niet teruggebracht kunnen worden in de biologische of technische kringloop.

Kader 2





# 1.3 De rol van renovatie in een circulaire bouwconomie

Binnen de circulaire economie in de bouw is er momenteel veel aandacht voor recycling van materialen. Hoewel dit zeer belangrijk is, zouden we eerst de binnenste lussen van het vlindermodel moeten toepassen: onderhouden, repareren en hergebruiken (zie afb.4). Kijken we naar het niveau van de woning dan is renovatie – per definitie – heel circulair. Aangezien het de woning als geheel langer in stand kan houden. Maar nu is de uitdaging om de renovatie zelf zo circulair mogelijk uit te voeren<sup>5</sup>. Er valt veel winst te behalen in onderhoud en renovatie. Zo veroorzaakt herstel en verbouw aan woningen bijna 0,8 miljoen ton in materiaal ingebedde CO2-emissies<sup>6</sup>.

Er zijn veel verschillende manieren om circulariteit te integreren in renovatie<sup>7</sup>. Bijvoorbeeld door gebruik te maken van lokale secundaire materiaalstromen of juist zoveel mogelijk pure, biologische materialen toe te passen. Ook is het mogelijk nieuwe circulaire componenten en producten in te zetten die in de toekomst hoogwaardige cycli kunnen maken. Dit betekent bijvoorbeeld het gebruik van modulaire oplossingen die makkelijk te repareren, updaten, hergebruiken en recycleren zijn.

Een aantal principes staat aan de basis van circulaire oplossingen voor renovatie. Allereerst moeten we nadenken over het gebouw als een **integraal systeem**. Een gebouw bestaat uit verschillende gebouwniveaus. Het is een systeem van bouwwerk, componenten (of elementen), bouwproducten (ofwel gebouwonderdelen), materialen en grondstoffen die elk hun eigen levensduur en cycli hebben<sup>8,9</sup>. Bij circulair renoveren ontleden we het gebouw op al die niveaus. Alleen zo kunnen we alle niveaus op zo hoog mogelijke waarde laten cycleren, zodat door de tijd de lussen optimaal worden vernauwd, vertraagd en gesloten. (zie afb. 5).

<sup>5</sup> van Stijn, A. (2019). REHAB: Developing a circular retrofit system for post-war housing - PhD research portfolio. Delft, The Netherlands: Unpublished.

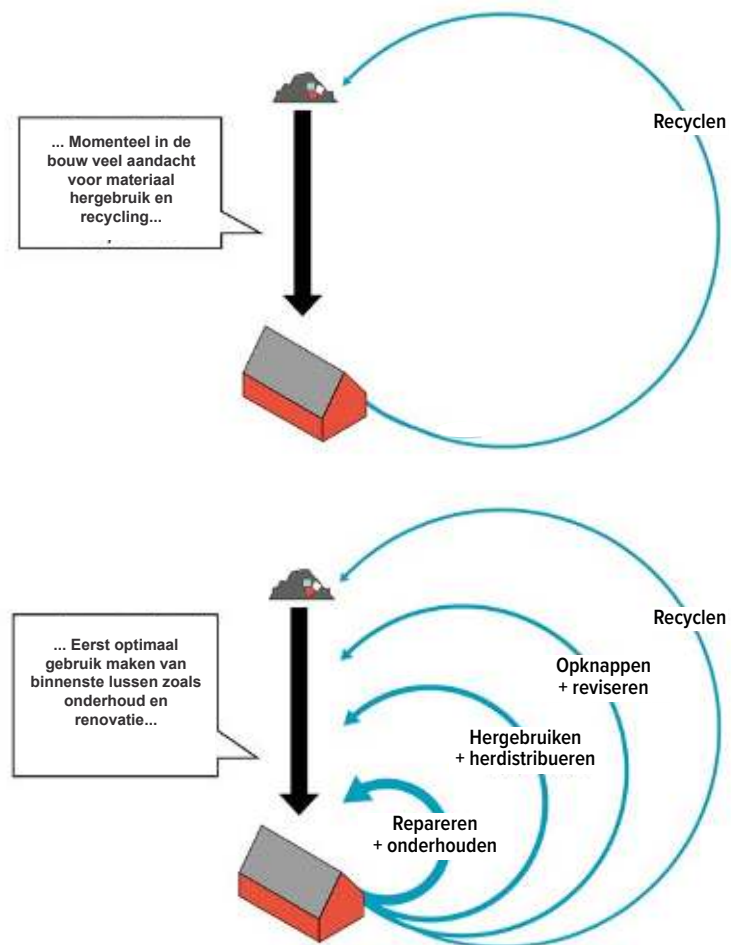
<sup>6</sup> rapport Materiaalstromen, milieu-impact en energieverbruik in de woning- en utiliteitsbouw, EIB, Metabolic & SGS Search

<sup>7</sup> van Stijn, A., Gruis, V. H., & van Bortel, G. A. (2018). Solutions for the coming retrofit challenge: Towards modular, mass customised and circular retrofit products. Retrofit Europe (SBE19 Conference). Eindhoven. van Stijn, Anne, & Gruis, V. (2019). Towards a circular built environment: An integral design tool for circular building components. Smart and Sustainable Built Environment.

<sup>8</sup> van Stijn, A, Eberhardt, L. C. M., Wouterszoon Jansen, B., & Meijer, A. (2020). Design guidelines for circular building components based on LCA and MFA: The case of the Circular Kitchen. Beyond2020, World Sustainable Built Environment Conference. Goteborg, Sweden: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Wouterszoon Jansen, B., van Stijn, A., Gruis, V., & van Bortel, G. (2020). A circular economy life cycle costing model (CE-LCC) for building components. Resources, Conservation and Recycling, 161, 104857.

<sup>9</sup> Kees Faas, SGS search "Verdeling van de schaalniveaus, in lijn met de NMD en cb23"

<sup>10</sup> van Stijn, A. (2019) Presentatie 'Ontwikkeling Circulaire componenten voor woning renovatie'



Afbeelding 4 | Het belang van onderhoud en renovatie in de bouwsector<sup>10</sup>

Circulair renoveren gaat verder dan alleen nadenken over het renovatieproject nu.

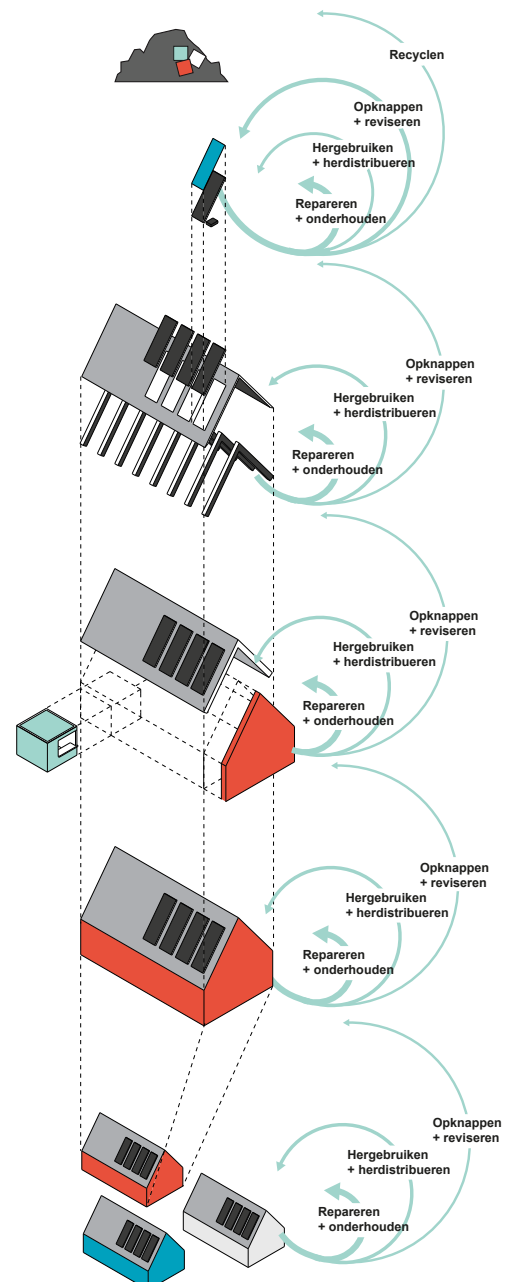
Is het de bedoeling dat circulair renoveren de normale gang van zaken wordt, dan moet het integrale proces meer aandacht krijgen. Het is dan noodzakelijk om anders te kijken naar de verschillende activiteiten en fasen in een renovatietraject. Het gaat over het hele proces nu én alle lussen in de toekomst, met andere woorden de gehele “circulaire renovatie cyclus”.

Vandaar dat wij een model hebben ontwikkeld om circulariteit in alle fasen van een renovatieproces te integreren, opgedeeld in de 4 activiteiten. Hierdoor kan circulariteit als een integraal process worden aangepakt om te zorgen dat het - uiteindelijk - de normale gang van zaken wordt. In de volgende paragraaf zullen wij dit model kort beschrijven.



**'Denk vanuit het systeem en niet vanuit de eigen [renovatie]opgave. Waardebehoud en waardecreatie zijn kernbegrippen. Dat betekent dat al vóór de ontwerpfase wordt nagedacht over gebruik en beheer en het einde van de gebruiksduur, en hoe de samenwerking met de keten en de omgeving het beste tot stand kan komen.'**

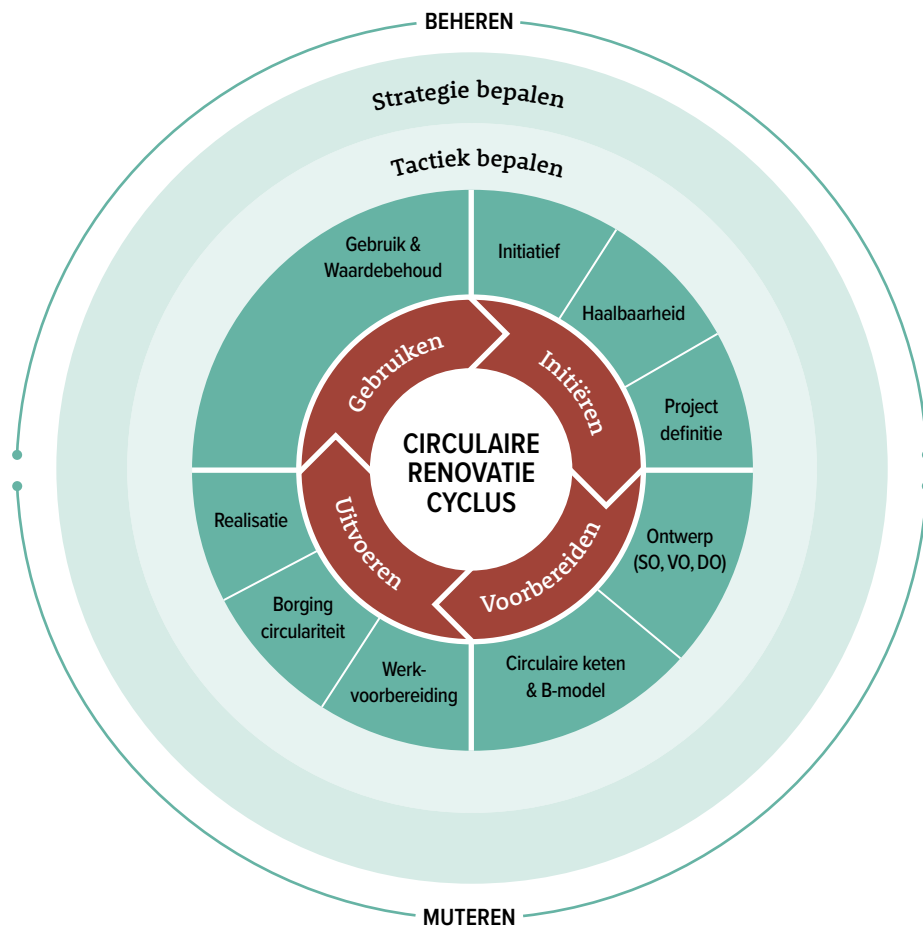
*(Ontwerpprincipe 3 Statement Circulair Bowen Oprachtgeversforum, 2019)*



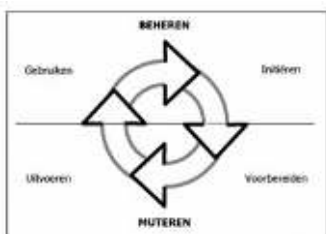
Afbeelding 5 | Onderscheid tussen de verschillende gebouwniveaus<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> van Stijn, A. (2019) Presentatie 'Ontwikkeling Circulaire componenten voor woning renovatie'

# 1.4 Circulaire renovatiecyclus



Afbeelding 7 | Circulaire renovatie cyclus met procesfasen



Afbeelding 6 | huisvestingscyclus

## Toelichting circulaire renovatie cyclus

De circulaire renovatiecyclus (zie afb 7) geeft weer hoe het proces van circulair renoveren eruit ziet. Hieronder wordt de Circulaire Renovatie Cyclus kort toegelicht. Dit model is gebaseerd op de huisvestingscyclus<sup>12</sup> en de Niveaus van vastgoedmanagement<sup>13</sup> en Fasering naar NEN 2634<sup>14</sup>.

Idealiter start de cyclus in de buitenste 2 ringen ‘strategie bepalen’ en ‘tactiek bepalen’. Deze zijn gebaseerd op de ‘Niveaus van vastgoedmanagement’ en toegevoegd aan de ‘Huisvestingscyclus’. Om in projecten aan de slag te gaan met circulair renoveren, is het namelijk wenselijk dat er op strategisch en tactisch niveau over circulariteit is of wordt nagedacht.

### ● Strategie bepalen

Op strategisch niveau bepaal je in welke welke (circulaire) delen van de voorraad veranderingen plaats gaan vinden. Er dient facetbeleid te worden gemaakt met betrekking tot duurzaamheid, en bepaald moet worden hoe circulariteit hierin een rol speelt.

### ● Tactiek bepalen

Bovenstaande strategie zal door de assetmanager vertaald moeten worden in uitgangspunten voor het bepalen van de tactiek. In welke woningen worden welke ingrepen gedaan, wanneer? Circulariteit zal opgenomen moeten worden in het bepalen van de complexstrategie en begroting.

De huisvestingscyclus die volgt is verder gelijk gebleven en bestaat uit: initiëren, voorbereiden, realiseren en gebruiken. Hierbij vallen “gebruiken” en “initiëren” onder beheren en “voorbereiden” en “realiseren” onder muteren. De nadere invulling van deze fasering is aangepast, hieronder zal dit kort worden toegelicht.

<sup>12</sup> Geraedts, R., & Wamelink, H. (2009). Het bouwproces. In H. Wamelink, R. Geraedts, F. Hobma, & L. Lousberg (Eds.), *Inleiding Bouwmanagement* (pp. 1–34). Delft: VSSD.

<sup>13</sup> Strategische inzet van vastgoed Over duurzaam beleid en management. Ad van Driel, Jan van Zuijlen gevonden op [bouwstenen.nl](http://bouwstenen.nl)

<sup>14</sup> *Introductie Bouwmanagement* Loes Schutte-Postma, Fred Hobma, Herman Vande Putte, Koos Vercouteren, Jelle Koolwijk, Hans Wamelink, Leentje Volker, Louis Lousberg, Monika Chao-Duivis, Ruud Binnekamp, Rob Geraedts, Sake Zijlstra, Ronald Van Warmerdam, Eva-Christina De Bruijn-Dedic, and Peter De Jong. blz 14

- **Initiëren**

De fases van initiëren in een circulair renovatieproject zijn gelijk aan de fases in een niet-circulair project. Echter, circulariteit zal bij de invulling van deze fases een plek moeten krijgen. In de initiatiefase zal circulariteit bijvoorbeeld een plaats krijgen in de definitie van de project ambities, en om een circulair projectteam te vormen zullen andere ketenpartners aan moeten worden gehaakt. In de haalbaarheidsfase zullen circulaire renovatie scenario's op moeten worden genomen.
- **Vorbereiden**

In de voorbereiding wordt nog steeds het renovatieplan uitgewerkt in en structuurontwerp (SO), voorlopig ontwerp (VO) en Definitief ontwerp (DO). Deze fases zijn samengenomen in de circulaire renovatiecyclus. Naast het ontwerp zal ook de circulaire keten en het circulaire businessmodel van de renovatieoplossing moeten worden bedacht. Deze fase is extra toegevoegd!
- **Uitvoeren**

Deze activiteit start met de werkvoorbereiding. In deze fase moet er veel aandacht worden besteed alle betrokken disciplines de circulaire plannen meenemen in hun uitvoering. Daarom is de fase 'borging circulariteit' als extra fase toegevoegd aan de renovatie cyclus. Uiteindelijk moet het project worden gerealiseerd op een circulaire manier.
- **Gebruiken**

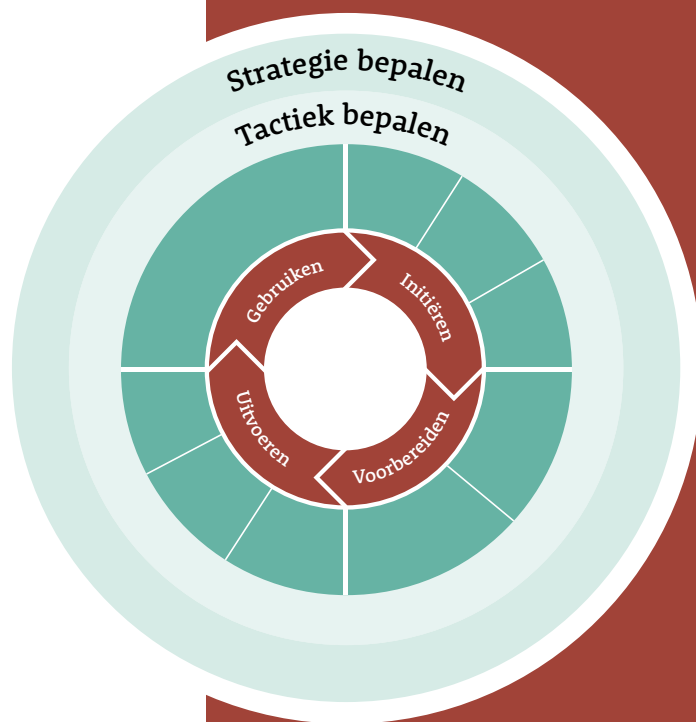
Gebruiken is gebruik & waarde behoud geworden. In deze fase zullen de circulaire teruglussen grotendeels plaatsvinden.

In de komende 4 hoofdstukken worden de activiteiten "initiëren, voorbereiden, uitvoeren en gebruiken" nader toegelicht. Elke procesactiviteit wordt vervolgens uitgesplitst in een aantal fases waarbij je in iedere fase circulariteit kunt inbrengen om tot een circulaire werkwijze te komen.

# 2

## STRATEGIE & TACTIEK BEPALEN

Hoe stel je doelen ten aanzien van circulariteit en hoe implementeer je die in de strategie? Hoe maak je deze meetbaar en welke tactiek pas je toe om tot het juiste resultaat te komen?

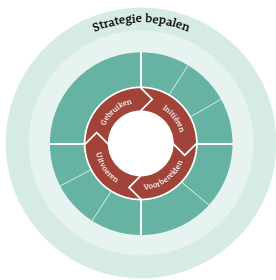


Voordat je aan de slag gaat met circulair renoveren, is het verstandig om na te gaan hoe circulariteit geborgd is in de strategie van je woningcorporatie en op tactisch niveau bij asset management.

Hierbij moeten doelen ten aanzien van circulariteit gesteld worden, het liefst in de vorm van meetbare Kwaliteit Prestatie Indicatoren (KPI's) zowel op lange als op korte termijn. Daarnaast is er ook aandacht nodig voor 'koppelkansen' van circulair met bijvoorbeeld de verduurzamingsopgave (en BENG). In de praktijk is het echter zo dat het strategische beleid t.a.v. circulariteit vaak nog ontbreekt. Bovendien is het lastig om een strategie te bepalen als de doelen m.b.t. circulariteit nog onduidelijk zijn. Voldoende ruggespraak met de organisatie is hierbij dan ook essentieel. Uiteindelijk is er sprake van een wisselwerking tussen de ervaringen die worden opgedaan in (pilot) projecten en het strategisch beleid: beide moeten elkaar voeden en versterken.

De eerste paragraaf in dit hoofdstuk beschrijft hoe je circulariteit kan opnemen in de strategie en in het facetbeleid. In de tweede paragraaf worden 4 aandachtspunten beschreven die relevant zijn bij het bepalen van de tactiek.

## 2.1 Circulaire strategie bepalen



Op strategisch niveau van een woningcorporatie vindt portefeuille management plaats. Op dit niveau wordt de visie van de corporatie vertaald naar een strategie voor de vastgoedportefeuille (gebouwen, gebieden, infrastructuur).

Het bepalen van de strategie bestaat uit een aantal stappen, waaronder:

- 1 Analyseren huidige portefeuille en toekomstige veranderingen.**  
Maak allereerst inzichtelijk wat de huidige stand van de voorraad is. Hiervoor kunnen verschillende onderzoeken worden gedaan, zoals het vaststellen van de woningvoorraad, een conditiemeting. Definieer vervolgens wat de voorraad in de toekomst mogelijk gaat worden. Onderzoek hiervoor bijvoorbeeld de demografische ontwikkelingen en de veranderende wet- en regelgeving. En de doelen van de overheid voor 2030 en 2050. Deze zijn zowel voor energietransitie als circulaire economie leidend.
- 2 Specificeren van wens-portefeuille**  
Met de in stap 1 verzamelde informatie wordt een wensportefeuille gespecificeerd. Aan de hand van deze wensportefeuille wordt bepaald hoeveel woningen in de voorraad 'anders' moeten (huurprijs, conditie, type woning, levensloopbestendig, duurzaam, etc.). Verschillende scenario's zullen moeten worden bekeken en risico analyses moeten worden gemaakt.
- 3 Bepalen van globale strategie**  
Vervolgens bepaalt men een globale strategie over hoe de veranderingen moeten worden gerealiseerd. Daarbij speelt facetbeleid een belangrijke rol: facetbeleid heeft betrekking op een onderdeel van het corporatiebeleid. In elk facetbeleid worden dus belangrijke thema's uitgelicht, zoals bijvoorbeeld het duurzaamheidsbeleid, maar ook het financieel beleid, toewijzingsbeleid, onderhoudsbeleid en huurbeleid<sup>2</sup>.

### 2.1.1 Circulariteit opnemen in de strategie

In het bepalen van de strategie en in de strategie zelf moeten circulaire overwegingen worden opgenomen.

Er zijn verschillende manieren om circulariteit in de strategie op te nemen:

1. Circulariteit opnemen als thema in onderzoeken ten behoeve van het bepalen van de strategie: veranderende wet- en regelgeving, inventarisatie van beschikbare informatie over levensduren in voorraad, inventarisatie stromen op portefeuilleniveau. Eigen Haard heeft in 2019 hun materiaalstromen en – voorraden laten onderzoeken zie "[Circulair Eigen Haard](#)" vanaf pagina 18<sup>1</sup>.
2. Circulaire criteria opnemen in de besluitvormings.
3. Circulair (renoveren) opnemen in facetbeleid.

<sup>1</sup> M. Blok, (2019) publicatie Circulair Eigen Haard, Metabolic

<sup>2</sup> [Corperatiestrategie.nl](#), 'Wat is facetbeleid'

Het opnemen van circulariteit in het facetbeleid wordt in paragraaf 2.1.2 verder toegelicht.

Wordt er een overkoepelende circulariteitsstrategie voor de gehele corporatie bepaald of wordt deze strategie gedestilleerd uit ervaringen die zijn opgedaan in circulaire (pilot)projecten? In het eerste geval kiest een corporatie ervoor om circulariteit top-down op te nemen in de strategie. De corporatie maakt dan eerst een circulariteitsstrategie voordat circulariteit wordt uitgetoetst in de projecten. Bottom-up kan ook. Dan wordt een strategie gedestilleerd uit ervaringen die zijn opgedaan in circulaire (pilot)projecten. Het maakt dus niet uit hoe, als circulariteit maar wordt opgenomen in de strategie van de corporatie en wordt doorgetrokken naar alle procesfasen.

### 2.1.2 Circulair renoveren opnemen in facetbeleid

‘Circulair beleid’ ontbreekt nu vaak nog, maar zou toegevoegd kunnen worden. Binnen de strategie zou circulariteit als onderdeel kunnen worden opgenomen binnen het duurzaamheids- en onderhoudsbeleid. Daarnaast kan er input geleverd worden vanuit het circulaire gedachtegoed op de andere beleidsfacetten. Een andere mogelijkheid is om circulariteit als ‘koppelkansen’ te verbinden aan andere opgaven. Woningcorporaties zijn bijvoorbeeld al gericht op het realiseren van de energietransitie. Circulariteit kan gekoppeld worden aan de duurzaamheidsopgave (BENG), maar er kan ook gekozen worden voor een koppeling met specifieke woningen die in slechte staat verkeren en/of met geografische aspecten.

Om circulariteit op te nemen in het facetbeleid zullen in ieder geval doelen moeten worden gespecificeerd op portefeuille niveau. Tevens zal na moeten worden gedacht over de aanpak om circulariteit te integreren in de voorraad. Tenslotte moet worden gedefinieerd met wie we circulariteit integreren. Met andere woorden, met wie werken we samen en hoe. Hieronder stippen we deze 3 punten kort aan.

#### Formuleer circulaire ambities en doelen op portefeuille niveau

Binnen de strategie wordt circulair renoveren opgenomen middels het facetbeleid. Specificeer in het facetbeleid zo precies mogelijk de ambitie (de stip op de horizon) en concrete doelen op de korte en middellange termijn. Dit heet ‘back-casten’ en helpt om tot een concrete circulaire roadmap te komen waarin de ambitie stapsgewijs wordt behaald<sup>3</sup>. Meerder corporaties werken al met de The Natural Step voor hun duurzaamheidsbeleid, hierbij is back-casting een groot onderdeel.

De ambitie mag best ambitieus zijn. Bijvoorbeeld: “in 2050 is x % van onze portefeuille circulair” of “In 2050 moeten al onze renovatieprojecten volledig circulair worden uitgevoerd.” De circulaire doelen worden steeds zo concreet en meetbaar mogelijk geformuleerd. Hierbij zal moeten worden nagedacht over de vragen:

- Wanneer is mijn portefeuille circulair?
- Wanneer is mijn renovatie circulair?

Om echt antwoord te kunnen geven op deze vragen is kennis nodig over hoe we circulariteit kunnen meten. Immers, de maat waarmee wordt gemeten zou overeen moeten komen met de gestelde doelen. Het circulaire meten zal verder worden toegelicht in hoofdstukken 3.2 en 4.1.4. Daarop voortuitlopend zou je in de doelstellingen uitspraken kunnen doen over de gewenste kwantiteit en kwaliteit van materiaalstromen in de portefeuille en renovatie aanpak, maar ook over het gewenste grondstofverbruik en de milieu impact<sup>4</sup>. Voorbeelden van hoe deze eisen kunnen worden geformuleerd zijn terug te vinden in onderstaand kader.

Leg de circulaire lat voor projecten in 2025, 2030, 2050 steeds een stuk hoger. Vergelijk het met de energietransitie: de markt ontwikkelt zich continu door. Zodoende komen er steeds nieuwe innovaties op de markt, en het marktaandeel van circulaire producten wordt steeds groter. Daardoor komen hogere doelen steeds dichterbij.

<sup>3</sup> van Stijn, A. (2019). REHAB: Developing a circular retrofit system for post-war housing - PhD research portfolio. Delft, The Netherlands: Unpublished.

<sup>4</sup> Pomponi, F., Moncaster, A., 2017. Circular economy for the built environment: A research framework. *J. Clean. Prod.* 143, 710–718. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.055>  
van Stijn, A., Eberhardt, L.C.M., Wouterszoon Jansen, B., Meijer, A., 2020. Design guidelines for circular building components based on LCA and MFA: The case of the Circular Kitchen. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 588, 1–8.

## Voorbeelden van doelstellingen voor het opnemen van circulariteit in de strategie en facetbeleid.

### Grondstof instroom

We meten de totale instroom in [kg]. Daarnaast maken we onderscheid tussen 'nieuwe materiale (virgin) of hergebruikte (non-virgin)', 'hernieuwbare' of 'eindige', en kritieke of niet-kritieke grondstofstromen in [%].

#### Doel:

- Hoeveelheid instroom verminderen: .... %
- Instroom kritische, eindige en virgin materialen verminderen: ..... %

### Grondstof uitstroom

We meten de totale uitstroom in [kg]. Daarnaast maken we onderscheid tussen materiaalstromen voor 'hergebruik', 'recycling', 'biodegradatie', 'energiewinning', of 'stort' in [%].

#### Doel:

- Hoeveel uitstroom verminderen: .... %
- Uitstroom verbrande, gedowncycled, gestorte materialen verminderen: ... %

### Grondstofverbruik in [kg]

Ingestroomde materialen die na uitstroom niet meer bruikbaar zijn noemen we verbruikte grondstoffen. Het aantal grondstoffen dat bij uitstroom niet meer herbruikbaar is aftrekken van grondstoffen instroom, resulteert in het grondstoffenverbruik.

**Doel:** Hoeveelheid verbruik van grondstoffen verminderen:.....%

### Milieu impact

De milieu impact wordt inzichtelijk gemaakt aan de hand van elf verschillende milieueffecten die een bouw materiaal gedurende zijn levenscyclus veroorzaakt (de 11- midpoints) waaronder broeikas effect, aantasting ozonlaag en uitputting van grondstoffen. Deze effecten kunnen worden gewogen en daarna opgeteld tot één getal: de zogenoemde schaduwprijs.

**Doel:** Impact verminderen (schaduwkosten / CO2): .....%

### Aanpak circulair renoveren

Naast het stellen van duidelijke doelen is het belangrijk om na te denken over de 'richting' van de aanpak in circulair renoveren. Hierbij komen vragen aan bod als:

- 'Gaan we bij instroom van bouwproducten gebruik maken van hergebruikte materialen?'
- 'Willen we de uitstroom van materialen in eigen projecten toepassen?'
- 'Maken we de portefeuille of het project circulair?'
- 'Gaan we projectsgewijs of componentsgewijs innoveren?'

De laatste twee vragen worden hieronder verder uitgelicht.

#### **Schaalniveau: portefeuille of project?**

Op welk schaalniveau wordt circulariteit toegepast: op portefeuille of projectniveau? Op portefeuille niveau vraag je je af: hoe zit ons woningbestand in elkaar? Wat voor gevels, keukens of andere bouwproducten gebruiken we en kunnen we hier 'circulaire' oplossingen voor uitvragen? Door je eerst te richten op de portefeuille en van casus naar casus te werken, kun je stap voor stap de circulaire benadering doorvoeren. Je hebt dan weliswaar niet direct een concreet circulair project gerealiseerd, zoals Super local of Stadstuin



Overtoom, maar je hebt wel meteen impact op meerdere lopende projecten (top down). Het is echter ook mogelijk je strategie te bepalen op projectniveau om het project circulair te maken. Staat er bijvoorbeeld een flat op de nominatie om gesloopt te worden? Wat kun je daarmee? De gedemonteerde deuren opknappen en in een ander project plaatsen of zoveel mogelijk keramiek hergebruiken? In een dergelijk afgebakend project kun je ervaringen opdoen zonder direct de dagelijkse organisatie te hoeven veranderen. De geleerde lessen neem je mee naar een volgend project, zodat er continuïteit ontstaat in de portefeuille (bottom-up).

### ***Wijze van innoveren: project of component?***

Denk na over hoe er geïnnoveerd wordt: is er sprake van een project- of componentsgewijze (product of pilot<sup>5</sup>) aanpak? Bij een projectgewijze aanpak kijk je per project wat er circulair zou kunnen. Mooi voorbeeld hiervan is de circulaire schil van Wonion, die is ontwikkeld in een lopend project (zie pagina 29). Groot voordeel is, dat er direct en concreet resultaat is. Nadeel is, dat er in een (lopend) project vaak meteen veel compromissen nodig zijn. Ketenpartners zijn niet altijd (alleen) op circulariteit geselecteerd in een project, wat kan betekenen dat innovatie, enthousiasme en capaciteit voor circulariteit beperkt kunnen zijn. Daarnaast is er in een project vaak veel te doen in een korte tijd en met een beperkt budget, waardoor er niet altijd tijd is om uit te zoeken hoe het anders kan. Ook zijn er direct grotere risico's en vele belangen verbonden aan dit soort "experimenten". Bovendien is de projectscope vaak beperkt: nadenken over, en het inrichten van teruglussen van componenten, onderdelen, en materialen valt buiten de scope.

Concluderend betekent dit, dat circulair innoveren in projecten vraagt om:

1. Het zetten van kleine stapjes (optimaliseren i.p.v. innoveren)
2. Kiezen van focus per project (laaghangend fruit eerst)
3. Meer tijd nemen voor het project.

Doe je dit niet, dan is de kans dat er suboptimale circulaire oplossingen worden bedacht groot. Een andere mogelijkheid is een componentgewijze (of pilot) aanpak. Goed voorbeeld hiervan is de circulaire renovatieschil van Dura die is ontwikkeld in een pilotproject (zie pagina 27). Woningen bestaan uit componenten (zoals keukens, gevels en badkamers). Door gebruik te maken van circulaire renovatiecomponenten tijdens onderhoud en renovatie kan de bestaande woningvoorraad stap-voor-stap circulair worden gemaakt<sup>6</sup>. Deze componenten kunnen parallel of helemaal los van een project bedacht en getest worden. Denk aan productontwikkeling waarbij opeenvolgend een conceptontwerp, prototypes, mock-ups, proefwoningen en pilots wordt opgeleverd. Voordelen zijn dat er vaak grotere innovaties kunnen worden gemaakt en er in een relatief veilige omgeving kan worden geëxperimenteerd.

Omdat er projectoverstijgend wordt gewerkt, is er ruimte om alles onder de loep te nemen en 'optimaal' te bedenken. Er kan over de projectscope worden gekeken naar hoe alle 'teruglussen' idealiter kunnen worden ingericht. De componenten bieden generieke oplossingen die in verschillende projecten kunnen worden toegepast. Het nadeel van een componentgewijze aanpak is, dat de tijd tot implementatie langer kan zijn. Ook bestaat het risico dat de ontwikkeling lastig te implementeren blijkt in de realiteit. Door de oplossing los te ontwikkelen moeten achteraf toch nog sommige 'compromissen' gemaakt worden. Ook is bij ketenpartners capaciteit en budget nodig buiten een project om. Dit kan een uitdaging zijn in een industrie waarbij vaak geen aparte R&D budgetten zijn.

### **Samenwerking**

Voor het integreren van circulariteit in de strategie en de renovatieaanpak, is samenwerking onontbeerlijk. Er wordt onderscheid gemaakt tussen interne en externe samenwerking.

#### ***Interne samenwerking - binnen de organisatie***

Om circulariteit te integreren en te laten slagen in de renovatieopgave, is draagvlak binnen de organisatie essentieel. Laat collega's aansluiten die expertise hebben en verantwoordelijkheden aanvullen.

Het is cruciaal om verschillende bestuurslagen betrokken te houden bij een circulair project. Door het management vroegtijdig mee te laten denken vanuit risicobeheersing, kunnen 'verrassingen' in besluitvormingsmomenten worden voorkomen.

Daarnaast is het heel belangrijk vroegtijdig in gesprek te gaan met de afdeling onderhoud. Hier valt heel veel winst te behalen, omdat zij goed weten welke projecten aan onderhoud toe zijn, maar ook wat de conditie is van specifieke componenten.

<sup>5</sup> Van Stijn, A., Gruis, V. H., & van Bortel, G. A. (2018). Solutions for the coming retrofit challenge: Towards modular, mass customised and circular retrofit products. Retrofit Europe (SBE19 Conference). Eindhoven.

<sup>6</sup> van Stijn, A., Gruis, V. H., & van Bortel, G. A. (2018). Solutions for the coming retrofit challenge: Towards modular, mass customised and circular retrofit products. Retrofit Europe (SBE19 Conference). Eindhoven.

Verder is een interne ‘ambassadeur’ van circulariteit, die het onderwerp blijft aankaarten, van belang. Deze ambassadeur kan de link leggen tussen de ambities op strategisch niveau en de realisatie (en barrières) in de projecten. De ambassadeur heeft ook als taak om aan te tonen dat circulaire oplossingen niet alleen beter zijn voor het milieu, maar ook financieel en risico-technisch interessant zijn<sup>7</sup>.

### **Externe samenwerking - keten**

Naast interne samenwerking is ook externe samenwerking van belang. Het is heel belangrijk om te weten met welke partners in de keten je gaat samenwerken en welke samenwerkingsvormen je hanteert. Hierbij komen verschillende vragen aan bod, zoals:

- Hanteer je dezelfde samenwerkingsvorm als altijd of wijk je af?
- Werk je per project met andere partners of zijn er lange termijnsamenwerkingen met je ketenpartners die project overstijgend zijn?
- Zijn partners alleen betrokken bij het doen van de renovatie of ook bij toekomstig onderhoud?
- Moeten andere of additionele partners worden betrokken om een circulaire renovatie te bedenken en te realiseren?

Bij externe samenwerking is het goed om de ambities van ketenpartners in ogenschouw te nemen: in hoeverre sluiten de circulaire ambities van ketenpartners aan bij die van de corporatie?<sup>8</sup>

Voor circulair renoveren is het noodzakelijk dat alle ketenpartners, van corporatie en architect tot sloper, de circulaire principes omarmen.

Daarnaast zal bij het ontwikkelen van circulaire oplossingen moeten worden nagedacht of er ‘samen met de markt’ wordt gewerkt of dat het juist ‘aan de markt wordt overgelaten’. De corporatie heeft als opdrachtgever een doorslaggevende invloed en heeft in ieder geval de taak om het bouwproces in circulaire richting te sturen.

Door ketenpartners te enthousiasmeren over de ambities van het project en hen uit te dagen met vernieuwende circulaire oplossingen te komen, is vaak veel meer mogelijk tegen dezelfde kosten. Tegelijkertijd moet de corporatie de ketenpartners in staat stellen hun eigen innovatieve circulaire methodes aan te bieden. Mooi voorbeeld is Drenthe Woont Circulair, waarbij 8 corporaties samen met de markt in circulaire pilots 110 circulaire woningen gaan realiseren.

Je wilt als corporatie bijvoorbeeld gebouwen circulair slopen, meer overhouden, en 50% recycleert verwerkt zien in nieuwe kunststof kozijnen. Hoe dat gedaan zal worden, moet de sloper of de leverancier oplossen. Om dit te realiseren is een dichtgetimmerde aanbesteding niet de oplossing. Beter is het om te kiezen voor een functionele uitvraag, of zelfs een ‘challenge’ (prijsvraag). Bij projecten waar dit al gebeurt, verrassen inschrijvers soms met nog betere prestaties op milieu impact of grondstoffen hergebruik dan minimaal gevraagd<sup>9</sup>. Een goed gekozen aannemer kan zo’n circulaire vraag oppakken en de corporatie in de uitvoering ontzorgen.

Sommige woningcorporaties kiezen er juist voor om samen met de markt aan de slag te gaan. Ze zoeken zelf leveranciers op, en sporen ze aan om met nieuwe circulaire oplossingen te komen. Ze denken actief mee in de ontwikkeling van deze oplossingen. Of ze bepalen bijvoorbeeld welk slooptraject aan welk renovatie- of nieuwbouwproject gekoppeld kan worden en verbinden de architecten met de slopers. Voor het maken van optimale circulaire oplossingen is vaak de kennis en kunde van zowel de marktpartijen en de corporatie nodig. Door samen met de markt aan de slag te gaan wordt de eigen circulaire vraag scherp gehouden én is er de mogelijkheid marktpartijen te sturen in de oplossing. Zodoende kan de lat hoger worden gelegd. Ook is het aan te raden dat woningcorporaties met elkaar samenwerken, om van elkaar te leren als het om circulair gaat.

<sup>7</sup> Green papers Cirkelstad

<sup>8</sup> Sultan, Phd TUdelft ([www.corporatie-gids.nl/publicaties/magazine/66/20-21/#:zoom=z](http://www.corporatie-gids.nl/publicaties/magazine/66/20-21/#:zoom=z))

<sup>9</sup> “De circulaire corporatie”, ING Economisch Bureau, E.Dantuma, & M.van Sante, maart 2018

## i

# Het stimuleren van een langdurige samenwerking:

- Integreer in de opdracht de verschillende fases: ontwerp, realisatie, maar ook onderhoud en waar mogelijk energielevering en facility management.
- Als er meerdere opdrachten aankomen, selecteer dan één of enkele partijen in een raamovereenkomst/samenwerkingsovereenkomst. Dit zorgt voor gezamenlijk belang, groeipad, innovatie en continue verbetering.
- Zet met elke uitvraag een stap richting meer circulair en duurzaam. Bijvoorbeeld door circulariteit onderwerp van gesprek te maken in de aanbesteding of de contractfase.
- Neem ook tijd om de samenwerking en resultaten te evalueren.  
Hierbij geldt: Meten is weten. In de markt zijn verschillende verificatiemogelijkheden om diverse circulaire prestatiebeweringen aan te tonen. Zie [hoofdstuk 4.1.4](#) voor meer toelichting hierover.



## Ontwikkelen circulaire schil oplossingen in lopend project, Henk Veenman.

### Energieneutraal en zo circulair mogelijk

In 2008 heeft Wonion de ambitie gesteld om in 2030 energieneutraal te zijn. Voor circulariteit is het doel dat alles wat wordt gewijzigd aan de woningen volledig circulair is. Dit houdt in dat de materialen 100% hergebruikt worden of bio-based zijn, nergens in het proces afvalproductie is en er geen CO<sub>2</sub> wordt geproduceerd.

In het Henk Veermanproject zijn 71 woningen aangewezen die Nul Op de Meter (NOM) en zo circulair mogelijk moeten worden. Het doel hierbij is dat de duurzame renovatie-oplossingen in de toekomst vaker toegepast kunnen worden.

### Kritisch kijken naar materialen

Er is veel nagedacht over het materiaalgebruik. Bij NOM light worden de grenzen opgezocht waardoor er geen dikke schil om de woning hoeft. Dit scheelt veel materiaal, wat gewoonlijk uit aardolieproducten bestaat. Per woning is er bij ieder onderdeel kritisch gekeken of vernieuwen of vervangen noodzakelijk was. Zo is het afgiftesysteem en leidingwerk behouden, wat veel materiaal scheelde. Ook de Trespa panelen in de bestaande gevelkozijnen konden nog een ronde mee door ze simpelweg om te draaien. En voordat de dakpannen werden vervangen is eerst onderzocht wat de 'rest-levensduur' ervan was. Zo kon er een gedegen beslissing worden gemaakt of ze echt aan vervanging toe waren. Relatief nieuwe dakramen zijn verwijderd om ruimte te maken voor zonnepanelen. Deze dakramen hebben standaardmaten en kunnen heel goed, zonder verdere aanpassing, in een andere woning toegepast worden. RVS schroeven hebben een heel lange levensduur en kunnen heel goed hergebruikt worden. Verder is het van belang om goed om te gaan met "afval" door vroeg in het traject een inventarisatie te maken van stromen die vrijkomen. Door op deze manier naar materialen te kijken, werd er bespaard op kosten en materiaal en hebben de bewoners toch een comfortabel huis zonder energierekening.

### Samenwerking met lokale partners

Een belangrijk aspect voor Wonion in de transitie naar meer circulariteit is de samenwerking met haar partners. Zo probeert Wonion zoveel mogelijk met lokale partners te werken. Dit leidt tot veel minder milieu impact door minder transport. Zo gaat maar liefst ruim 80% van de milieu-impact van schilders gepaard met het vervoer en maar een relatief klein percentage met de materialen die ze gebruiken. Dus daar is veel winst te behalen.



### Tip vanuit de praktijk

Wonion heeft als doel een CO<sub>2</sub>-neutrale woningvoorraad. Dit is de stip op de horizon. Om dit doel te bereiken is bewustwording en kennis van groot belang. In het Henk Veenmanproject is een goede start gemaakt. Door dit met elkaar vast te leggen en te delen. Het is belangrijk dat alle partners in de keten zich bewust zijn van de projectdoelen en dat we de huurders hierbij betrekken. Dit vraagt om een goede communicatie die we steeds weer aanvullen en herhalen.



De **dakpannen** zijn pas vervangen nadat de oude pannen zijn onderzocht, zodat we zeker wisten dat ze niet langer konden blijven liggen. We hebben gekeken naar 2e hands dakpannen, maar die zijn altijd keramisch en waren erg duur. Dit betekent dat er markt voor is en dat wij niet perse hier iets in beweging hoefden te zetten. Daarnaast passen keramische pannen niet op een dak waar betonnen pannen op hebben gelegen in verband met de regelafstand. Daarom hebben we voor nieuwe pannen gekozen, maar wel pannen die de lucht zuiveren: Climalife dakpannen van Nelskamp [www.nelskamp.nl/media/2345/climalife\\_nl.pdf](http://www.nelskamp.nl/media/2345/climalife_nl.pdf)



Het **dak** is aan de binnenzijde geïsoleerd met isovlas, een bio-based product. Hier is bewust gekozen voor een alternatief voor de standaard PIR plaat. De reactie van de verwerkers was ook positief, het materiaal is prettig te verwerken.



De **vloeren** waren al geïsoleerd met Tonzon vloerisolatie (thermokussens en bodemfolie). Dit lag er al van jaren terug, maar was aangetast door ongedierte. Eerst is gekeken of de huidige isolatie hersteld kon worden, maar dat was niet meer mogelijk. Er is opnieuw voor Tonzon gekozen omdat je met heel weinig materiaal een goed resultaat kunt verkrijgen.

i

## Tip: Breng Focus aan

Vele wegen leiden naar circulariteit. Breng focus aan in de transitie. Dat kan op verschillende manieren. Focus bijvoorbeeld eerst op het laaghangend fruit. Wat kan ik gemakkelijk binnen de komende maanden veranderen in het beheer en onderhoud van de woning-voorraad, waarbij geen meervoudige vergaderingen nodig zijn tussen verschillende organisatielagen. Zorg wel dat de complexere circulaire uitdagingen op de agenda komen te staan.



## Ontwikkelen Circulaire renovatieschil in pilotproject

Eind 2019 namen Ymere en Dura Vermeer gezamenlijk deel aan het REHAB-project van de TU Delft en AMS-instituut (uitgevoerd door Anne van Stijn). Ymere heeft een enorme opgave voor de verduurzaming van haar bezit. Dura Vermeer wil als ketenpartner een bijdrage leveren op het gebied van duurzaamheid en innovatie. Het isoleren van de woningschil gebeurt al op veel manieren, maar er wordt nog weinig stilgestaan bij duurzame materialen en het reduceren van afval. Daarom is er gestart met het ontwikkelen van een Circulaire Renovatieschil.

Samen met de TU Delft zijn er vijf basisvarianten voor de Circulaire Renovatieschil bedacht. Iedere variant is gebaseerd op een ander principe van circulariteit. Op deze manier heb je de uitersten van het circulaire spectrum te pakken.

De vijf varianten:

1. Duurzame en biologisch afbreekbare materialen;
2. Hergebruikte materialen;
3. Gerecyclede materialen;
4. Hoogwaardige bouwproducten met eenvoudige de- en remontage;
5. Bouwstenen die een modulaire gevel vormen.

Deze vijf varianten zijn door studenten van de Hogeschool Rotterdam uitgewerkt tot een prototype.

### Van 368 woningen naar pilotproject

Voor de uitwerking van de circulaire renovatieschil werd project Amsteldorp aangewezen: 368 woningen die verduurzaamd moesten worden. Al gauw bleek dat het in één keer circulair aanpakken van alle 368 woningen te risicovol zou zijn. "Als er iets mis gaat, dan gaat het direct 368 keer mis".

Er werd besloten om het concept verder uit te werken als pilotproject op één woning. Hierin nam Dura Vermeer de kartrekkersrol en Ymere faciliteerde.

### Bouwteam

Begin 2020 is gestart met het samenstellen van een team van ketenpartners: een architect (Villanova architecten), een houtskeletbouwer (Barli Bouwsystemen), een bouwfysicus (CDC), een specialist op het gebied van hergebruik (Repurpose) en een kennispartner (TU Delft). Met dit team werd allereerst de theorie over de circulaire (bouw)economie behandeld. Vervolgens werd bekeken op basis van de vijf basisvarianten: wat is de meest circulaire oplossing en wat is het meest haalbaar? Door geregeld (online) sessies te organiseren, kwam het team uiteindelijk tot een Voorlopig Ontwerp (VO) inclusief 'principe-details' voor een circulaire renovatiegevel. Het dak werd de volgende stap. Sindsdien zoekt Dura Vermeer naar steeds meer partijen die circulaire materialen, producten of componenten leveren. Langzaam wordt het team steeds verder uitgebreid met interessante partijen.

### De oplossing

Eind 2020 is naast de gevel ook voor het dak een circulaire oplossing uitgewerkt tot een Voorlopig Ontwerp. Dit in samenwerking met de aangeschoven dakpartner Linex prefab daksystemen. Hierdoor is de oplossing nu op papier wind- en waterdicht!

Het ontwerp voor de Circulaire Renovatieschil is gebaseerd op drie doelen en drie uitgangspunten:

Doelen	Uitgangspunten materialisatie
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Met de circulaire renovatieschil moet men kunnen voldoen aan het doel om in 2050 een CO2-neutrale woning te realiseren.</li> <li>2. De gevel moet hergebruikt kunnen worden. Het liefst in zijn geheel, of in componenten.</li> <li>3. De renovatie moet in bewoonde staat gerealiseerd kunnen worden.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Het liefst non-virgin materialen.</li> <li>2. Dan bio-based materialen.</li> <li>3. Tot slot materialen met een zo laag mogelijke impact op het milieu.</li> </ol>



Naast materialisatie is er ook een uitgebreide studie gedaan naar maatvoering. Zowel van de bestaande woningvoorraad als de toe te passen schil. Hoe sluiten deze het beste op elkaar aan en hoe blijft hergebruik in de toekomst toch mogelijk? Hierbij is gekozen voor woningen uit de periode 1950-1980. Daar ligt de grootste opgave met betrekking tot verduurzaming van rijtjeswoningen.

Begin 2021 wordt er een zogenaamde 'mock-up' van de gevelopbouw gemaakt. Hierbij worden verschillende materialen en ontwerpvarianten getest. De uitkomsten worden gebruikt voor het definitief ontwerp en vervolgens voor de pilotwoning van Ymere. Omdat circulariteit op zichzelf al zeer complex is, is de focus nu vooral gelegd op de techniek. Het bepalen van de kostprijs en eventuele alternatieve businessmodellen is de volgende stap.

### Geleerde lessen

De ontwikkeling van de Circulaire Renovatieschil is nog volop in ontwikkeling. Telkens worden er nieuwe lessen geleerd. Hieronder een aantal van de belangrijkste lessen tot nu toe:

- Toevoeging van een partij als Repurpose aan het team voor de conceptontwikkeling is heel waardevol gebleken. Hun focus ligt op de huidige markt van hergebruikte materialen. Zonder die focus gaat hergebruik in de toekomst nooit een succes worden.
- Het gebruik van een keuzematrix is aan te raden. Al ontwerpend komt het team voor ontzettend veel keuzes te staan. Om afgewogen keuzes te maken, kun je tijdens het proces een matrix inzetten om je keuze te onderbouwen met details over bijvoorbeeld de impact en kosten van specifieke (circulaire) materialen.
- Het is nog niet helder hoe het zit met het eigenaarschap van de gevel. Wie is verantwoordelijk voor het verwijderen of hergebruiken van de componenten in de toekomst? Dit is wel essentieel voor het circulaire gebruik in de toekomst en speelt een belangrijke rol in het mogelijke business model.
- De maatvoering van de beoogde grondgebonden rijtjeswoning varieert op een aantal onderdelen enorm. Dit maakt het gebruik van vaste maten voor componenten lastig. Nieuwbouw leent zich wat dat betreft beter voor het toepassen van standaard maten. Hier liggen veel kansen voor modulair bouwen.
- Circulaire theorie is essentieel om de circulaire beweging op gang te krijgen. Kennisdeling is daarom belangrijk op weg naar een circulaire (bouw)economie. Dura Vermeer gebruikt dit project ook om de opgedane kennis met collega's te delen. Het is zelfs één van de doelen van het project.
- Omdat de ontwikkeling van een nieuw circulair concept veel tijd kost, is het goed om het als een 'project' te benaderen en er iemand uit de organisatie verantwoordelijk voor te maken en er zo ook voldoende tijd beschikbaar voor te stellen.

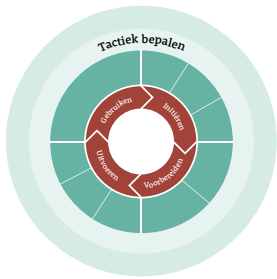


### Tip vanuit de praktijk

Zelfs als het toepassen/verder ontwikkelen van deze circulaire schil uiteindelijk mislukt, is er heel veel geleerd over de circulaire economie en conceptontwikkeling. Het is essentieel deze kennis te delen, zowel binnen als buiten de organisatie.



## 2.2 Circulaire tactiek bepalen



In de vorige fase is een wensportefeuille opgesteld. In deze fase zal de **assetmanager** bepalen wat de tactiek is om tot deze wensportefeuille te komen. De assetmanager bepaald in welke woningen worden welke ingrepen gedaan, wanneer? Circulariteit zal opgenomen moeten worden in het bepalen van de complexstrategie en begroting. In het bepalen van deze tactiek en in de tactiek zelf moeten circulaire overwegingen worden opgenomen.

De 4 onderstaande aandachtspunten kunnen hierbij helpen:

1. Onderzoek de CE kernbegrippen en de CE strategie op portefeuille niveau.
2. Neem circulariteit mee in besluitvorming.
3. Reken circulair in de begroting.
4. Geef circulariteit mee als opdracht naar het projectteam.

Deze aandachtspunten worden hieronder nader toegelicht.

### 2.2.1 Onderzoek de CE kernbegrippen en CE strategie op portefeuille niveau

Om als assetmanager circulariteit te borgen moet deze weten wat circulariteit inhoudt. De assetmanager moet zich zo goed mogelijk laten informeren over de nieuwste kennis t.a.v. circulair renoveren. Ook is het van belang, dat de assetmanager de opgave t.a.v. circulariteit (zoals gedefinieerd in de portefeuille strategie) evenals de circulaire aanpak (gesteld in facetbeleid) goed bestudeert.

### 2.2.2 Neem circulariteit mee in de besluitvorming

Bij asset management is het belangrijk om goed af te stemmen welke doelen men wil bereiken en hoe deze doelen het beste ingevuld kunnen worden, waarbij circulariteit een leidende rol moet gaan spelen. Om te kiezen welke verandering in welke complexen nodig zijn, zal circulariteit moeten worden meegenomen in de besluitvorming. Hiervoor is inzicht nodig in de grondstof- en materiaalstromen, zowel op complex- als op portefeuilleniveau. Is er een sloopproject waar deuren vrijkomen, dan is het logisch om een renovatieproject waar deuren nodig zijn daarop aan te laten sluiten.

Een ander voorbeeld: heroverweeg of een project met een 'sloop-nieuwbouw' label, vanuit circulair oogpunt, misschien niet beter een projectmatige renovatie moet worden. Vaak heeft een casco een lange levensduur. Deze handhaven scheelt meteen een bulk aan materialen. Daarentegen kan een renovatieproject soms nog circulaire worden als het onderhoud componentsgewijs wordt uitgevoerd. In een grote renovatie worden verschillende componenten geclusterd aangepakt. Clusteren is vaak efficiënt en scheelt overlast, maar kan er wel toe leiden dat componenten, onderdelen en materialen vroegtijdig worden vervangen. Bij een componentsgewijze aanpak kan de levensduur van componenten, onderdelen en materialen makkelijker worden 'volgemaakt'.

### 2.2.3 Reken circulair in de begroting

De kosten en baten<sup>10</sup> van circulariteit zullen onderdeel moeten worden van de begroting. Het financieel rendement maken we meetbaar door niet alleen directe investeringskosten in acht te nemen maar ook de levenscycluskosten (LCC) af te wegen.

In de LCC kijken we zowel naar de investering als naar de kosten en baten over bijv. 40, en 80 jaar. Hier nemen we bijvoorbeeld de kostenbesparing door potentiële energiebesparing en opwekking (doorgerekend als EPV) in mee. Ook de kosten en baten van circulariteit nemen we mee. Denk hierbij aan kostenbesparingen door hergebruik (uit eigen voorraad), toekomstig onderhoud, aanpassingen of (deel) vervangingen, en eindwaarde van componenten en materialen.

Om groei, onderhoud, en verduurzaming van ons bezit mogelijk te houden, moeten duurzaamheidsinvesteringen rendabel zijn over de tijd. Dit betekent dat de kosten – naast mogelijke subsidies – ook in de huur moeten worden verrekend. Hierbij is er ruimte voor maatwerk. In principe wordt de huurverhoging

<sup>10</sup> Van Stijn, A. (2020) Thuisopdracht cursus Portefeuille- en Assetmanagement bij woningcorporaties - Duurzaamheidsbeleid

voor alle woningverbeteringsingrepen berekend op basis van verwachte kosten, en energiebesparing, en comfort of woongenot die een investering met zich meebrengt. Bij woningverbetering om portfoliostrategische redenen (i.e. ingrepen waar de huidige huurder niet per se bij gebaat is) en bij (enkel) duurzaamheidsingrepen kan het uitgangspunt worden gekozen dat de totale woonlasten niet stijgen. Mocht de investering dan niet rendabel zijn, dan kan gekozen worden om de huur voor de zittende huurder (tijdelijk) lager te houden maar pas bij een volgend huurder te verhogen. Ondanks dat er over de levenscyclus heen wordt gerekend, mag er geen te grote investeringslast zijn. Dit kan gerealiseerd worden door renovaties over verschillende jaren uit te smeren. Daarnaast kan er voor sommige ingrepen gekozen worden voor circulaire businessmodellen (zoals lease) waardoor de voorinvestering lager is. De assetmanager zal ook de opgave voor het projectteam formuleren. Circulariteit zou moeten worden meegegeven in deze opdracht. De circulaire doelstellingen in de opgave moeten zo SMART (Specifiek Meetbaar Acceptabel Realistisch Tijdgebonden) mogelijk geformuleerd worden. Daarnaast moeten er voor de doelstellingen KPI's opgesteld worden.

#### **2.2.4 Geef circulariteit mee als opdracht aan het projectteam**

Deze doelstellingen en KPI's kunnen direct zijn afgeleid van de circulaire doelen in de portefeuille strategie ([zie hoofdstuk 2.1.2](#)). Het projectteam kan bijvoorbeeld als opdracht krijgen om in het renovatieproject 50% hergebruikte materialen toe te passen. Dit doel is helder, het is echter wel aan het projectteam om uit te zoeken hoe ze dit doel gaan bereiken. Gebruiken ze bijvoorbeeld secundair materiaal uit het renovatieproject zelf of uit een 'donor' project? Kopen ze hergebruikt materiaal in bij een sloper of gebruiken ze materiaal wat geproduceerd wordt met secundaire stromen?

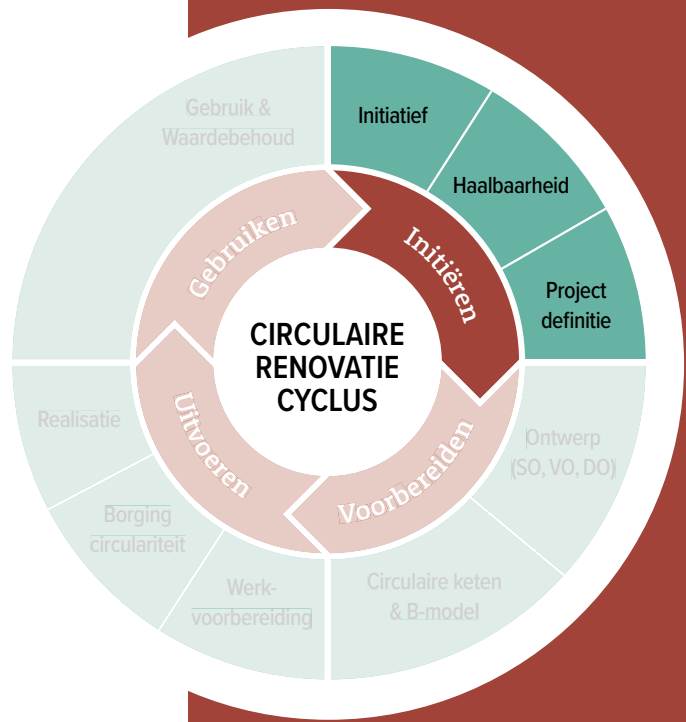
De KPI's kunnen ook opgesteld worden vanuit de circulaire aanpak zoals gespecificeerd in facetbeleid. Dit kan een manier zijn om concrete handvatten mee te geven hoe het team te werk moet gaan om circulair te renoveren. Tenslotte kunnen de KPI's ook gericht zijn op een innovatie inspanning. Denk bijvoorbeeld aan het opstellen en uittesten van verschillende circulaire contractvormen met leveranciers.



# 3

## INITIËREN

Het doel van initiëren is, om tot een haalbare en duidelijke projectdefinitie te komen, waarbinnen de kaders worden bepaald voor het projectteam en de bouwpartijen. Deze kaders kunnen functioneel, ruimtelijk, organisatorisch, technisch en financieel zijn.



De initiatie is zeer belangrijk voor wat betreft het inbrengen van circulariteit. Indien de woningcorporaties in deze fase geen circulaire ambities tonen, dan zal een circulair resultaat afhankelijk worden van de persoonlijke motivatie van betrokkenen, met een minder grote kans van slagen.

Initiëren bestaat uit 3 fases: initiatief, haalbaarheid en projectdefinitie.

In de volgende paragrafen wordt stap voor stap beschreven hoe circulariteit kan worden meegenomen in deze fases.

## 3.1 Initiatief, de (circulaire) kaders van je project bepalen

De eerste fase begint bij het initiatief van het project, zijnde de opdracht voor een (circulaire) renovatie van een complex. Vanuit de strategie en tactiek is een 'globale' opgave met (circulaire) uitgangspunten geformuleerd. Deze opgave wordt vertaald in circulaire ambities t.a.v. het project, en een 'eerste' Programma van Eisen (PvE) voor de renovatie.

In de initiatiefase wordt het projectteam bijeengebracht. Dit team bestaat in ieder geval uit één of meerdere medewerkers van de woningcorporatie. Afhankelijk van de vorm van samenwerking worden er ook al enkele (keten)partners zoals bijvoorbeeld aannemers, installateurs, onderaannemers en producenten bij betrokken.

Door in deze stap je ketenpartners tijdig te betrekken zorg je ervoor dat de circulaire projectambities bij alle partners duidelijk zijn, en, heel belangrijk, door alle partners worden gedragen.

Tevens worden in de initiatiefase al verschillende onderzoeken gestart. Denk bijvoorbeeld aan onderzoek onder de bewoners en eerste opnames van de woningen. Maar bijvoorbeeld ook een inventarisatie van de hoeveelheid, conditie en waarde van componenten, onderdelen en materialen.

### 3.1.1. Stel circulaire project ambities op

Stel ambities op ten aanzien van het project. Zijn de ambities uit bestaande beleids- en visiedocumenten voldoende voor het project, of dienen er aanvullende circulaire ambities te worden gedefinieerd? Denk bijvoorbeeld aan project specifieke ambities. Indien er nog geen enkele circulaire ambitie in de strategie en tactiek is gespecificeerd, zal meer tijd nodig zijn om die ambities bij de start van het project te 'bedenken' en af te stemmen binnen de woningcorporatie en de partner(s). In dit geval is het belangrijk om voldoende ruimte (tijd, budget, expertise) te bieden om te experimenteren met circulariteit en kennis op te doen. Ambities die voor het project worden gespecificeerd, zijn het liefst 'realistisch ambitieus'. Uiteraard is het belangrijk om na te denken over de stip op de horizon voor de gehele portefeuille, maar zorg ervoor, deze stip naar concreet haalbare doelen voor dit specifieke project wordt vertaald.

Het is raadzaam om per project een duidelijke focus aan te brengen. Idealiter wordt die focus meegegeven vanuit de strategie en tactiek. Maar, mocht er projectmatig over circulaire ambities worden nagedacht, dan kan de energie die leeft binnen het team ook helpen met de keuze voor een focus. Gaat het team het hele project (gebouw) circulair aanpakken of worden enkele componenten of materialen eruit gelicht? Gaat het team zelf innoveren of passen ze bestaande oplossingen toe? En wat is het geambieerde niveau van circulariteit? Wordt ervoor gekozen om een klein deel van de renovatie (component) helemaal door te lichten of richt het team zich op quick-wins in het project.

Een andere manier van focus aanbrengen is om slechts één (of enkele) van de R-en door te lichten i.p.v. het gehele proces van vernauwen, vertragen en sluiten van de lussen. Zorg dat de ambities wederom meetbaar zijn (zie meer over meten en beoordelen in [hoofdstuk 4.1](#)).

Mocht er al vanuit de strategie en tactiek een preferente aanpak zijn om de circulaire ambities te behalen, neem deze dan over. Maar let op, kijk ook waar energie in het team zit.

### 3.1.2. Bestaande inventariseren

Een goede manier om te starten, is om te kijken wat er allemaal vrij komt uit een renovatie (Zie voorbeeld “Bossche corporaties inventariseren de materialenstromen (in en uit) van het corporatievastgoed”) en wat hier mee te doen? En hoe voorkom je in de toekomst dat bij een renovatie veel onbruikbare materialen overblijven.



## Bossche corporaties brengen materiaalstromen in kaart

### 100% circulaire instroom van materialen in 2030

De gemeente 's-Hertogenbosch en Bossche corporaties (BrabantWonen, Mooiland, Zayaz en JOOST) streven naar energieneutrale, klimaatbestendige, en circulaire wijken. Hiertoe is het lokale duurzaamheidsakkoord 2018-2025 gesloten. Het akkoord geeft richting bij het opstellen van de jaarlijkse prestatieafspraken over duurzaamheid. Een van de thema's in het duurzaamheidsakkoord is circulariteit. Als meetbaar doel streven de corporaties naar een 100% circulaire instroom van materialen in 2030. Om aan de slag te kunnen gaan met circulariteit hebben de Bossche corporaties eerst meer inzicht verworven in de materiaalstromen binnen de gemeentegrenzen: hoeveel materiaal gaat erin en hoeveel gaat eruit? Stichting W/E adviseurs heeft de materiaalstromen van de corporaties in kaart gebracht.

### Inzicht is de eerste stap richting meer circulariteit

Hiervoor heeft W/E adviseurs een stappenplan opgesteld. De eerste stap is de bestaande voorraad in archetypes opdelen. Zo ontstaan er bundels van verschillende woningen, zoals galerijflats, tussenwoningen, 2-onder-1 kap woningen etc. Per archetype is inzichtelijk gemaakt welke materialen en onderhoudsactiviteiten (renovaties/ onderhoud ingrepen) hieraan gekoppeld zijn. Voor elk archetype is door middel van de MPG berekend wat de milieulasten zijn die veroorzaakt worden door materialen. Uit het doorlopen van de stappen is een overzicht voortgekomen met kilogrammen aan in- en uitgaand materiaal, inclusief de milieulast per materiaalstroom.

Hoewel de uitkomsten verschillen per corporatie, levert deze exercitie verschillende inzichten op. Een opvallend resultaat is de dominante omvang en milieu impact van de nieuwbouwactiviteiten. Daarnaast is de milieu impact van koper, metaal en glasvervanging bij renovatie-ingrepen het grootst. Door de materiaalstromen die W/E adviseurs in kaart heeft gebracht, kunnen de Bossche corporaties nu beter sturen op circulariteit.

### Tip vanuit de praktijk



#### Tip 1: Zoek de balans!

Zoek de balans tussen het detailniveau van de beschikbare data en een representatief resultaat. Kortom, werk van grof naar fijn met archetypen van woningen en cluster de bouwactiviteiten waar mogelijk.



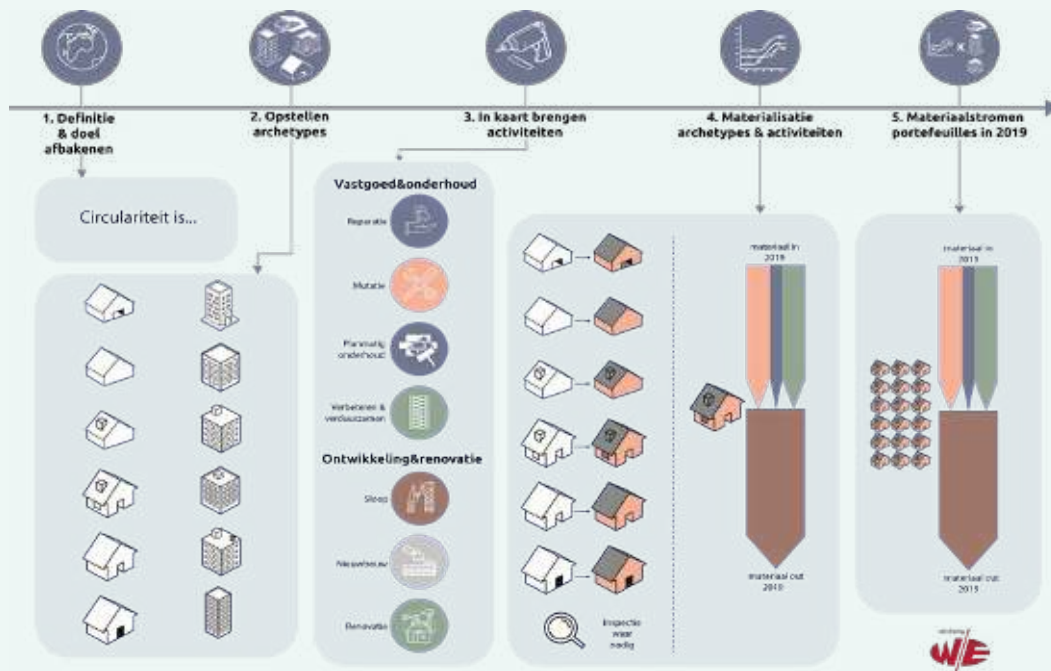
#### Tip 2: Maak circulariteit meetbaar!

Het meetbaar maken van circulariteit ondersteunt bij het opstellen van doelen en het evalueren ervan. Met de tool GPR Gebouw, kun je de Circulariteits Prestatie van Gebouwen (CPG) uitrekenen. De uitkomst van deze berekening geeft weer hoe circulair een gebouw is in de vorm van een rapportcijfer. Met de CPG-methodiek kunnen gebouwen en plannen voor nieuwbouw of renovatie per direct op hun circulariteit worden gewaardeerd. Handig bij aanbestedingen!

De GPR Software maakt circulariteit van gebouwen en gebieden meetbaar en bespreekbaar. GPR Software wordt erkend door de overheid en Stichting Bouwkwiteit en is inmiddels de meest gebruikte software voor verduurzaming van de gebouwde omgeving in Nederland.

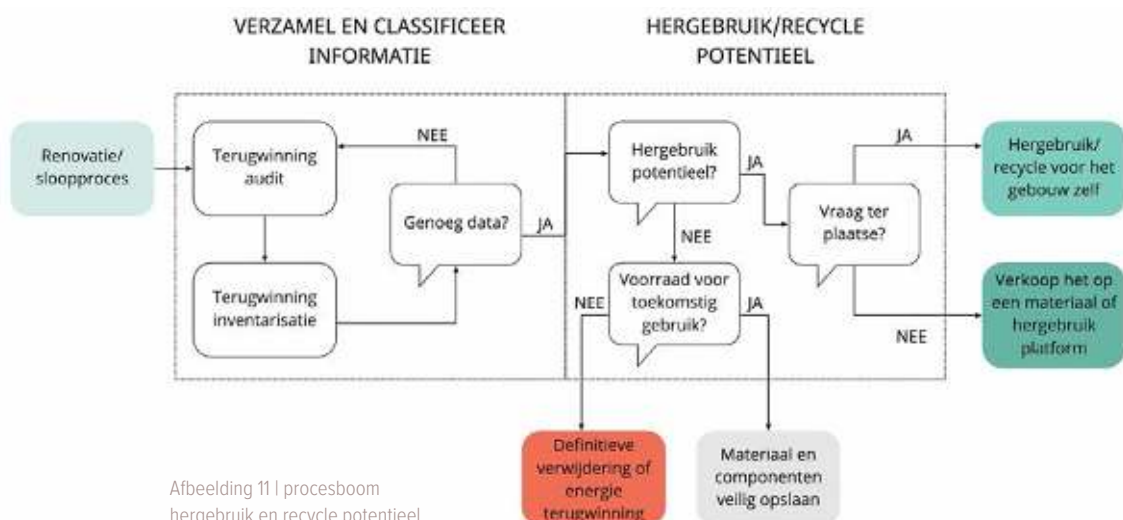
### Tip 3: Verdiep je in de MPG!

MPG staat voor Milieu Prestatie van Gebouwen. Dit is een getal dat de milieu-impact van een gebouw weergeeft. Hoe lager dit getal is, hoe lager ook de impact die het gebouw op het milieu heeft. De overheid stelt dat de MPG de basis voor het meten van circulariteit van gebouwen gaat worden. Het loont dus je te verdiepen in de materie van de MPG! W/E adviseurs biedt als ontwikkelaar van GPR Materiaal ook cursussen aan voor het rekenen aan de milieuprestatie gebouwen.



Bij het nadenken over hergebruik van vrijkomende materialen en grondstoffen uit de renovatie kan de onderstaande procesboom een hulpmiddel zijn. Deze procesboom helpt je bepalen hoe je met hergebruik om kan gaan en wat te doen met de materialen die vrijkomen in het project. Houd hierbij de volgende factoren goed in de gaten, want die bepalen of een element herbruikbaar is of juist niet:

- Gemak waarmee demontage en remontage kan plaatsvinden
- De vraag naar materialen
- Intrinsieke kwaliteiten (esthetisch/technisch)
- Conditie en kwaliteit (conditiemeting en verloop)
- Prijs van nieuwe componenten
- Logistiek
- Kennis over de oorsprong en kwaliteit van het materiaal
- Garanties
- Voldoen aan (huidige) regelgeving



Afbeelding 11 | procesboom hergebruik en recycle potentieel

Denk hierbij aan kansrijke materiaalstromen met een substantiële omvang en een hoge potentiële waarde zoals hout, isolatiemateriaal, gipsplaten en bitumen, die kunnen worden hergebruikt. Onderzoek ook welke materialen en producten kunnen worden opgeknapt, gereviseerd, of één op één weer kunnen worden teruggeplaatst in de woningen. Door hier vroegtijdig aandacht aan te besteden kun je deze kennis meenemen in het ontwerptraject en dit eveneens uitvragen aan de markt.

## Voorbeeld Business Case MRA

Uit een analyse die gedaan is in de Metropoolregio Amsterdam (MRA) kwam naar voren dat de vervuilende fracties keramiek, bitumen, isolatiemateriaal en gips maar liefst 51% van de totale waarde van al het bouw- en sloopafval representeren. Terwijl deze fracties maar circa 10% van de totale hoeveelheid bouw- en sloopafval vormen. Doordat deze kansrijke materiaalstromen nog gedeeltelijk laagwaardig worden verwerkt ('downcycling'), gaat naar schatting €34 miljoen verloren aan materiaalwaarde in de MRA. Voor hout geldt dat het ongeveer 10% van de totale massa bouw- en sloopafval representeert, maar wel gelijk staat aan 30% van de totale waarde van materialen die verwerkt worden na de sloop. Ongeveer 54% van deze reststroom hout wordt nu nog veelal verbrand of gestort: een potentieel verlies van €111 miljoen per jaar.

Bron | [CIRCULAIRE BUSINESS CASES IN DE MRA](#) Bouw- en sloopafval, Metabolic en Dr2 New Economy

### 3.1.3 Een circulair projectteam vormen

Om ervoor te zorgen dat de circulaire ambities werkelijk worden gerealiseerd door het projectteam, is het raadzaam aandacht aan het volgende te besteden:

1. Creëer draagvlak voor de ambities
2. Betrek circulaire ketenpartners in het projectteam
3. Formuleer een heldere uitvraag.

(Doe dit bij voorkeur samen met je ketenpartners, in het begin, of later in het proces).

#### 1. Creëer draagvlak voor de ambitie

Communiceer de circulaire projectambities en doelstellingen met ketenpartners en binnen de eigen organisatie. Neem hier ruim de tijd voor, en gebruik heldere taal, want, draagvlak binnen de organisatie en bij ketenpartners is van cruciaal belang. Er wordt soms van deelnemers een andere manier van denken en handelen gevraagd. Wil je bijvoorbeeld geen kit meer toepassen of alleen maar losmaakbare producten, dan moet iedereen hier binnen het project van op de hoogte zijn en hier achter staan.

#### 2. Betrek circulaire ketenpartners in het projectteam

Om grondstoflussen in het project te vernauwen, te vertragen en te sluiten heb je meer ketenpartners nodig in het projectteam, dan in een 'normaal' renovatieproject. Door al in de initiatieffase circulaire ketenpartners mee te laten denken, kunnen circulaire doelen concreet worden gemaakt in de projectdefinitie, en uitvraag. Het is ook mogelijk om (circulaire) keten partners pas bij projectdefinitie te betrekken. Dit hangt af van welke samenwerkingsstrategie er is gekozen. Denk ook na over de rol van de circulaire ketenpartners. Welke expertise heb je wanneer nodig? Het is niet altijd noodzakelijk om alle partners bij iedere projectmeeting aan te laten sluiten.

Een manier om je circulaire ambities te realiseren, is door het sluiten van kringlopen. In de ideale situatie worden de vrijkomende grondstof- en materiaalstromen tijdens de renovatie weer hergebruikt in het renovatieproject, of in een ander lokaal project. Om dit te realiseren moet je samenwerken met verschillende partijen. Denk na over welke partners er betrokken kunnen worden om materialen te oogsten en her te gebruiken. En betrek deze partners vroegtijdig. Overleg ook regelmatig met assetmanagers, en projectleiders binnen de eigen corporatie of met collega corporaties om de kringlopen optimaal te kunnen sluiten.

Bekijk of er een geschikt project is dat als donor voor het renovatieproject kan dienen, of waar materialen en producten die vrijkomen hoogwaardig kunnen worden hergebruikt. Betrek slopers daarbij vroeg in het

“Circulair renoveren betekent anders samenwerken met de markt”

“Circulaire keten is project overstijgend samenwerken!”

proces. Zij hebben als geen ander inzicht in de waarde en hergebruikpotentie van bestaande onderdelen in een gebouw. Door slopers vroegtijdig bij het proces te betrekken kunnen zij meedenken over welke gebouwoonderdelen kunnen worden hergebruikt in het renovatieproject, en krijgen zij meer tijd om circulair te slopen en een zo hoogwaardig mogelijke bestemming te vinden voor de materialen.

### Voorbeeldproject samenwerking sloper en/of aannemer met corporatie

Voor materialen die niet lokaal kunnen worden 'gesourced' of hergebruikt kan het nodig zijn om nog een tweedehands materiaal makelaar of platform te betrekken. Sommige slopers hebben die dienst ook zelf in huis. Denk bij hergebruik van materiaal ook aan je aannemers, producenten en leveranciers. Zij zullen uiteindelijk met de hergebruikte materialen aan de slag moeten.

#### Woonpunt en van der Meijs



300 voordeuren die zijn vrijgekomen uit een project een project van Woonpunt in Maastricht zijn omgezet in kozijnhout door van der Meijs en en A. van Liempd Sloopbedrijven BV.

#### Parteon en sloper

Hout uit sloopproject hergebruikt als roeispanen



#### Stadsgenoot en Hemubo

Hergebruiken sloophout als cicculaire kozijnen



### 3. Formuleer een heldere uitvraag.

In deze fase kan er reeds gestart worden met het formuleren van een heldere uitvraag. Dit om al vroegtijdig ketenpartners en de juiste mensen in het project te betrekken. Zoals, wat verwacht je van iedere partij en hoe wil je de samenwerking (anders) insteken. Let op, dit opstellen van de uitvraag kan ook pas later in het proces komen, dit is afhankelijk van de gekozen samenwerkingsvormen.

Waar partijen in een lineaire wereld pas laat in het proces betrokken raken, is het raadzaam ze bij een circulair traject al vanaf het begin te laten meedoen. Dit kan ook gevolgen hebben voor de wijze van financiering. Om in een circulair traject het juiste antwoord van de markt te kunnen krijgen, is er een andere aanpak door de opdrachtgever in het voortraject nodig. Het helpt hierbij om inhoudelijke kennis van circulariteit en projectmanagement te combineren met juridische kennis (en creativiteit) over wat er kan en mag. In plaats van het gedetailleerd uitschrijven op welke wijze een gebouw er uit zou moeten zien en welke materialen en technieken daarvoor gebruikt moeten worden, kan er ook worden gekozen voor een functioneel programma of voor een uitvraag op ambitie. Door de focus te leggen op wat je wilt bereiken met de renovatie en door slechts enkele minimumeisen te beschrijven laat je veel meer ruimte aan de markt. Een minimumeis kan bijvoorbeeld zijn: denk aan een optimaal (her)gebruik van gebouw en componenten.



Zo heeft Wonion bijvoorbeeld voor het project Henk Veenman ([zie voorbeeld pagina 30](#)) een samenwerkingsverband aangegaan met al haar partners. In de samenwerkingsovereenkomst zijn de missie, gezamenlijke kernwaarden en het ambitiesdocument (met de doelstelling en ambities met betrekking tot de duurzame, circulaire renovatie) opgenomen.

Een uitvraag in ruime bewoordingen betekent niet dat je geen uitdagende eisen mag stellen als woningbouwcorporatie. Zo is het wenselijk om meetbare doelen af te spreken. Daarnaast kun je ook eisen stellen aan de samenwerkingsvorm. Je kunt bijvoorbeeld eisen dat de architect, bouwer en installateur in een consortium dienen samen te werken om een integraal plan te kunnen presenteren. Dat vergroot de kans op circulaire innovaties vergeleken met onafhankelijk innoverende partijen. Ook betekent een functionele uitvraag niet dat de woningcorporatie in de rest van het proces niet meer betrokken (mag) zijn met het mede bedenken van de oplossing. Bij het bedenken van circulaire oplossingen is het juist wenselijk dat de woningcorporatie betrokken blijft.

Er zijn inmiddels al meerdere publicaties verschenen over circulair uitvragen en aanbesteden. Zo heeft Cirkelstad het [deelrapport Circulair aanbesteden](#) opgesteld. Copper8 heeft een handboek gepubliceerd "[Circulair Inkopen in 8 stappen](#)" en daarnaast hebben AT Lawyers en AT Osborne de [infographic 'De Circulaire Economie'](#) opgesteld met tips om circulariteit in aanbestedingen te bevorderen. In [Hoofdstuk 5](#), werkvoorbereiding, zullen we nog wat verder ingaan op aanbesteden.

*“Het partnerschap aan het samenwerkingsverband “Duurzaam renoveren” biedt ons allemaal de mogelijkheid om gezamenlijk innovatieve concepten te ontwikkelen die bijdragen aan het woongenot, het leefplezier in en de duurzaamheid van de woningportefeuille van Wonion. We ontwikkelen gezamenlijk concepten die project overstijgend kunnen worden toegepast en die bijdragen aan de behoeften van vandaag en morgen. Concepten waarvoor wij vanuit een continuïteitsafspraken de verantwoordelijkheid nemen door ze elke dag een beetje beter te maken.”* Wonion

## 3.2 Haalbaarheid, circulaire scenario's meenemen

In de haalbaarheidsfase worden meerdere scenario's met verschillende oplossingsrichtingen geformuleerd. Hiervan worden de baten (kwaliteiten, inkomsten) en kosten vergeleken evenals de risico's. Deze vergelijking leidt tot een besluit over de haalbaarheid van het project en verdere aanscherping van de 'richting' en uitgangspunten in het project. Sommige (circulaire) ambities en eisen komen hierdoor te vervallen en andere eisen worden juist extra benadrukt. De scenario's worden per project uitgewerkt en vergeleken. Welke criteria hierbij worden gehanteerd, verschilt per woningcorporatie en is afhankelijk van hun beleid. Denk bijvoorbeeld aan de verwachte verbetering in conditiescore, levensloop toegankelijkheid, veiligheid, verhuurbaarheid, etc. In een circulair renovatie project zal 'circulariteit' een van de criteria zijn waarop de scenario's vergeleken moeten worden.

De scenario's in renovatie verschillen vaak in het energielabel en welke stappen hiervoor gemaakt worden. Veelgebruikte scenario's zijn onderhoud, onderhoud plus, renovatie, label B, gasloos, of Nul op de Meter (NOM).

In een circulair renovatieproject is het zaak om ook circulaire scenario's op te nemen in de haalbaarheidsanalyse. Hierbij is het cruciaal om kosten en baten van circulariteit altijd te kunnen scheiden van de kosten en baten van conditie verbeteringen en gemaakte labelstappen. Het handigst is dus, om voor elk 'standaard' renovatie scenario ook een circulaire variant door te rekenen. Bijvoorbeeld, een onderhoudsscenario en circulair onderhoudsscenario.

De scenario's zetten de projectdoelstellingen en hoe deze moeten worden gerealiseerd, om in gebouwingrepen.

Wordt alleen de spouw van de gevel geïsoleerd, of komt er toch een hele nieuwe schil? Moet de gehele fundering worden vervangen? En zo ja, op welke manier en met welk materiaal gaan we dit doen? Krijgen de nieuwe bewoners de mogelijkheid voor een dakopbouw en uitbouw te kiezen? In de circulaire scenario's zullen uiteraard 'circulaire' ingrepen moeten worden opgenomen.

In de haalbaarheidsfase zijn plannen nog vrij abstract. Bij het vergelijken van de circulariteit van verschillende scenario's heeft heel precies meten minder zin en kost ook veel tijd. Denk bijvoorbeeld aan het meten van de 'materiaal instroom' in [kg]. In de haalbaarheidsfase zou het afdoende kunnen zijn om een grove inschatting te maken van de massa van de materialen die gebruikt worden.

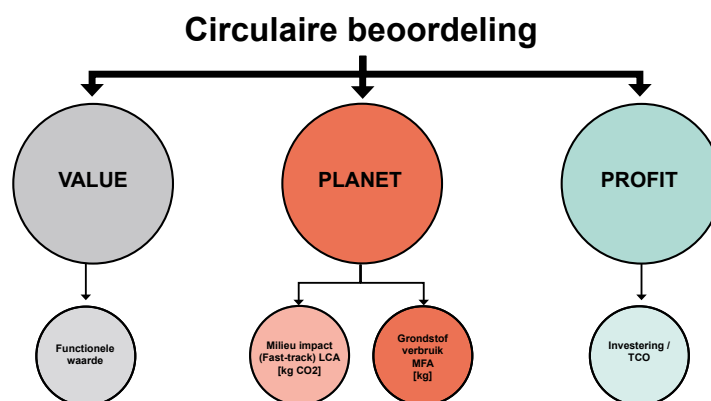
Minder precies, maar nog sneller is, om scenario's te vergelijken met plussen en minnen. Vraag je bijvoorbeeld af: wordt er ten opzichte van het NOM scenario in het onderhoud + scenario meer of minder materiaal gebruikt? Bij het voorbereiden van het ontwerp zal steeds preciezer moeten worden gemeten. Circulariteit vergelijken van de haalbaarheidsscenario's wordt in de volgende alinea nader toegelicht. In [hoofdstuk 4.1.4](#) gaan we dieper in op het circulair meten van het ontwerp

Bij alle criteria waarop wordt vergeleken in de haalbaarheidsfase kunnen conflicten ontstaan. Bij een NOM renovatie wordt zoveel mogelijk energiebesparing en kwaliteit toegevoegd, maar tegelijkertijd zal hier ook veel materiaal voor nodig zijn. PV-panelen helpen bij het behalen van een goede energieprestatie, maar zijn intensief om te maken qua materialen. Hoe meer criteria worden vergeleken, hoe moeilijker het zal zijn om hier een keuze op te maken. Circulariteit toevoegen maakt de keuze dus niet altijd eenvoudiger. Het kan helpen om een prioritering aan te brengen, of onderscheid te maken tussen 'randvoorwaardes' en 'nice to haves' criteria. Echter, besluitvorming kan ook worden genomen op basis van 'best value' bij de kostenvergelijking.

Inzicht over een langere periode is erg belangrijk bij het vergelijken van circulaire scenario's. Bijvoorbeeld nu beperkt ingrijpen kan er ook ertoe leiden dat uitgebreidere ingegrepen nodig zijn in de toekomst. Initiële besparing in materiaal nu kan in de toekomst leiden tot veel verbruik van materiaal. Maar nu investeren in 'modules' van goede kwaliteit kan ook kostenbesparing opleveren in volgende projecten omdat deze dan herbruikbaar zijn of eindwaarde hebben. Daarom is het zinnig om de vergelijking van kosten en baten over een langere periode te maken, bijvoorbeeld 30, 50, 100 jaar. Neem daarin de verwachte ingegrepen op het vlak van onderhoud en renovatie in de toekomst mee. Denk ook aan eindwaarde van de componenten, producten en materialen.

### 3.2.1. Circulaire kosten- & baten analyse maken

Hoe weten we of iets circulair is en hoe vergelijken we de circulaire kosten en baten van haalbaarheids scenario's? Er zijn vele manieren om circulariteit te meten. Hiervoor zijn een aantal tools in de markt, die daarbij verschillende meetmethodes en criteria hanteren. Vaak wordt naar (een combinatie van) de criteria gekeken, en gebruik gemaakt van de methodes zoals getoond in afb. 12.



Afbeelding 12 | Circulaire beoordeling<sup>1</sup>

<sup>1</sup>van Stijn, A. (2019) Presentatie 'Ontwikkeling Circulaire componenten voor woning renovatie'



In de haalbaarheidsfase willen we niet alleen weten hoe circulair een scenario is, maar ook wat de circulaire kosten en baten zijn. Hieronder zetten we op een rij welke criteria relevant kunnen zijn.

Normaliter wordt er bij financiële haalbaarheid (profit) gekeken naar bijvoorbeeld de investeringskosten, woonlasten, verwachte onderhoudskosten, rendementseisen. Deze worden vaak afgewogen tegen de verwachte kwaliteitsverbetering (value) van de ingreep. Denk hierbij aan veiligheid, wooncomfort, conditie van de woning, esthetiek, ook wel functionele waarde genoemd. Ten aanzien van milieu-impact en grondstofverbruik (planet) wordt vaak gekeken naar de verbetering in energie prestatie. In een circulair project is het belangrijk om op het gebied van **value, planet en profit** ook circulaire indicatoren op te nemen.

In de financiële kosten- en batenanalyse kan het zinnig zijn om naast de directe investering ook de levenscycluskosten inzichtelijk te maken. Bij een circulaire ingreep hoort vaak een andere manier van onderhoud plegen. Er zullen wellicht meer deelvervangingen nodig zijn om het geheel langer door te kunnen exploiteren. Denk bij deelvervangingen bijvoorbeeld aan kleine onderhoudsingenrepen. Maar dit kunnen ook aanpassingen zijn om de woning (of het component) aan te passen aan veranderende woonwensen.

Ook zal de eindwaarde van componenten, onderdelen en materialen meegenomen moeten worden in de berekening van de levenscycluskosten. Hierbij kan een koppeling worden gemaakt met het Meerjaren Onderhouds Plan/Begroting. Omdat woningcorporaties een lange termijnvisie hanteren voor de woningvoorraad, is het rekenen met restwaarde van producten een stap die vroegtijdig gemaakt moet worden. Diverse marktpartijen verzamelen gegevens over restwaarden. Maar helaas zijn restwaardes van producten en materialen nog niet altijd even duidelijk en beschikbaar. Doordat de restwaarde momenteel vaak nog helemaal niet wordt meegenomen, en alle producten worden afgeschreven naar 0, ontstaat er in feite een verkeerde inschatting van de financiële lasten en baten.

Maar hoe neem je nu restwaarde van producten in de toekomst mee?

Voorbeeld; een corporatie moet daken van binnenuit isoleren vanwege labelsprong (ET). Echter deze woningen worden over ca. 15 jr gesloopt. Het bedrag voor isoleren is €4000,- per woning (en restwaarde 0 na x jaar). Een flinke post dus. Maar door losmaakbaar te isoleren bedraagt de restwaarde 30%. €1200,- blijft dus eigenlijk als waarde in het pand zitten (en dat betekent dat je slechts 70% afschrijft).

Hoe ga je om met zo'n investering in de boeken? Dit blijkt in de praktijk vaak nog een lastig financieel vraagstuk. Maar daar wordt momenteel hard aan gewerkt. (Zie bijvoorbeeld “Van vastgoed naar Losgoed”)

## Voorbeeld financiële kosten- en batenanalyse

Onderstaand diagram laat een Businesscase zien die is uitgevoerd aan het begin van de ontwikkeling van een nieuwbouwproject. In deze B-case is gekeken naar de invloed van de restwaarde op de investeringen van een circulair project. Verder zijn de kosten voor arbeid berekend met betrekking tot demontage en renovatie over 10, 20 en 30 jaar.

Kostelementen	levensduur	Vervangingspercentage	Eenheidsprijs	Kosten	Restwaarde	Meerprijs circulariteit	Eenheidsprijs		Restwaarde	Restwaarde Bedrag	Restwaarde geïndexeerd
<b>Exclusief grondkosten</b>											
<b>Bouwkundige werken</b>											
Fundering	40	0%	€ 39,00	€ 585.000	0%	141%	€ 55,00	€ 660.000	10%	€ 29.700	€ 65.578,78
Skelet/Hoofddraagconstructie	40	0%	€ 167,00	€ 2.505.000	0%	129%	€ 215,00	€ 2.580.000	10%	€ 116.100	€ 256.353,40
Gevelafbouw/Gevelafwerking	20	80%	€ 173,00	€ 2.595.000	0%	160%	€ 277,00	€ 3.324.000	20%	€ 299.160	€ 660.557,15
Dakafbouw/Dakafwerking	20	80%	€ 13,00	€ 195.000	0%	208%	€ 27,00	€ 324.000	20%	€ 29.160	€ 64.386,44
Binnenwanden en inbouw	10	80%	€ 114,00	€ 1.710.000	0%	115%	€ 131,00	€ 1.572.000	20%	€ 141.480	€ 312.393,45
Vloer-, wand-, plafondafwerking binnen	10	80%	€ 140,00	€ 2.100.000	0%	124%	€ 173,00	€ 2.076.000	20%	€ 186.840	€ 412.550,13
Overige bouwkundige voorzieningen	10	80%	€ 14,00	€ 210.000	0%	121%	€ 17,00	€ 204.000	10%	€ 9.180	€ 20.269,80
<i>Totaal Bouwkundige werken</i>				<i>€ 9.900.000</i>				<i>€ 10.740.000</i>			
<b>Installaties (excl. Gebruiksinstallaties)</b>											
Werktuigkundige installaties	20	60%	€ 43,00	€ 645.000	0%	123%	€ 53,00	€ 636.000	10%	€ 28.620	€ 63.194,10
Klimaatinstallaties	20	60%	€ 249,00	€ 3.735.000	0%	135%	€ 336,00	€ 4.032.000	10%	€ 181.440	€ 400.626,72
Elektrotechnische installaties	20	60%	€ 142,00	€ 2.130.000	0%	122%	€ 173,00	€ 2.076.000	10%	€ 93.420	€ 206.275,07
Transportinstallaties	20	50%	€ 26,00	€ 390.000	0%	204%	€ 53,00	€ 636.000	10%	€ 28.620	€ 63.194,10
Onderhoudinstallatie	20	50%	€ 19,00	€ 285.000	0%	1165%	€ 22,00	€ 264.000	10%	€ 11.880	€ 26.231,51
<i>Totale Installaties</i>				<i>€ 7.185.000</i>				<i>€ 7.644.000</i>			

Bron | J. Loef, [www.humblebuildings.com](http://www.humblebuildings.com)

In de Businesscase is de meerprijs van circulaire materialen, inclusief de restwaarde en de geïndexeerde restwaarde, van de toegepaste producten zichtbaar. Verder is het vervangingspercentage gebaseerd op de levensduur van verschillende elementen. Voor deze getallen is gebruik gemaakt van actuele kosten kengetallen van 2019 uit de eigen database van Humblebuildings.

	Referentie	Circulair	Referentie	Circulair
Herinvestering jaar 10	0,329	0,292	€ 10.824.233,57	€ 10.225.669,24
Herinvestering jaar 20	0,84	0,62	€ 27.636.341,04	€ 21.712.037,42
Herinvestering jaar 30	0,329	0,271	€ 10.824.233,57	€ 9.490.261,52
Materiaal vervangen en gerenoveerd	96	68	4	24

### Conclusie B-case

In een circulair gebouw dat gemakkelijker gerenoveerd kan worden, en waarbij aanpassingen makkelijker kunnen worden uitgevoerd, zijn er minder arbeidsuren nodig in jaar 10, 20 en 30 voor de geplande vervangingen. In jaar 10 betreft het groot onderhoud 32,9% van de initiële investeringskosten, en bij het circulaire bouwwerk 29,2%. In jaar 20 is dit verschil groter en betreffen deze respectievelijk 84% en 62%. Daarmee rechtvaardigen de restwaarde en de verlaagde arbeidslasten ruimschoots de extra investeringskosten in circulaire materialen.

Naast de ‘harde cijfers’ zijn ‘added values’ in een profit vergelijking minstens even belangrijk om te vergelijken. De financiële haalbaarheid van een project eist dat de ‘harde’ cijfers moeten kloppen maar deze worden mede bepaald door de meerwaarde voor stakeholders. Deze meerwaarde is keten-, en vaak ook projectspecifiek.

Wanneer er hoge verwachtingen zijn, dat een scenario de kans op instemming en huurders-tevredenheid vergroot, dan kan dit een belangrijke meerwaarde zijn voor de woningcorporatie. Is een concept reproduceerbaar? Draagt de oplossing bij aan een duurzaam imago? Dit kan bijvoorbeeld weer belangrijk zijn voor de bouwpartners.

In de vergelijking van milieuprestaties ‘planet’ van de renovatiescenario’s, kan er per scenario ingeschat worden in hoeverre de lussen kunnen worden vernauwd, vertraagd en gesloten. Nauwkeuriger is het om te vergelijken wat de milieu impact de materiaalstromen en het materiaalverbruik van een scenario is. Voor het vergelijken van milieu impact gebruiken we de levenscyclus analyse (LCA) ook bekend als milieuprestatie gebouw (MPG). Een grove berekening van de milieu impact is afdoende in deze fase.

Om deze berekening te maken kun je gebruik maken van de verschillende MPG-tools, die er in de markt zijn. Maar een berekening in Excel met behulp van data van (verschillende) databases is ook mogelijk. In deze databases is al voorberekend hoeveel impact (bijv.) 1 kg materiaal heeft, of hoeveel impact veelgebruikte renovatieoplossingen hebben over een periode van 70 jaar.

Gaat men zelf aan de slag? Dan is het belangrijk om goed te onderzoeken wat de eenheid is van de milieu impact die wordt ‘gegeven’ in de database. Het maakt wel degelijk verschil of het de impact betreft van eenmalig produceren, of de impact van het produceren, gebruiken, vervangen en storten over een periode van 70 jaar! Uiteraard is het ook mogelijk om je door experts te laten adviseren.

Voor het vergelijken van het materiaalgebruik in renovatie scenario’s passen we de Materiaalstroom analyse (MFA) toe. We meten dan de hoeveelheid in- en uitstroom aan materialen bij een renovatie scenario over een bepaalde tijdsperiode in kg. Daarnaast inventariseren we de kwaliteit van in- en uitstroommaterialen. Bij instroom meten we bijvoorbeeld hoeveel procent virgin/non-virgin is, hoeveel hernieuwbaar/eindig, en hoeveel kritisch/niet kritisch.

Bij uitstroom meten we bijvoorbeeld hoeveel wordt hergebruikt, refurbished, gerecycled, gedowncycled, bio-degradeerd, verbrand, of gestort. Door herbruikbare uitstroom van de totale hoeveelheid instroom af te halen kan ook het materiaalverbruik worden berekend.

i

**LCA** = Life Cycle Assessment, is een beoordeling van de milieu impact van een object over een bepaalde periode.

**MPG** = Milieuprestatie gebouw, is de Nederlandse standaard van het doen van een LCA van een gebouw. In een MPG wordt de milieu impact van de materialen van een gebouw (of renovatieoplossing) over de levensduur van het gebouw gemeten. Deze impact wordt bijv. uitgedrukt in kg CO<sub>2</sub> of in schaduwkosten CO<sub>2</sub> en schaduwkosten. (Hier zijn veel verschillende impacts in verwerkt). In een MPG worden deze resultaten vervolgens uitgedrukt in een normwaarde.




**MFA** = Material Flow Analysis, is een methode om stromen en voorraden van materialen of stoffen in een goed gedefinieerd systeem te kwantificeren. In een MFA wordt gekeken naar kwantiteit. Daarnaast kan onderscheid gemaakt worden in de kwaliteiten van verschillende stromen.

Tenslotte vergelijken we de “value” van het renovatie scenario. Met waarde bedoelen we bijvoorbeeld ‘functionele’ of ‘esthetische’ waarde. Meer specifiek kijken we naar de waarde die circulariteit meebrengt in het scenario’s.

Circulaire waarde kan bijvoorbeeld de toekomstbestendigheid van de renovatie zijn. Denk hierbij aan het faciliteren van aanpasbaarheid van woningen aan veranderende demografie. Bijvoorbeeld woningen die makkelijk kunnen worden gesplitst of levensloopbestendig worden gemaakt om de groei van een-

persoonshuishoudens en vergrijzende bevolking op te kunnen vangen. Maar circulaire ingrepen kunnen het bijvoorbeeld ook gemakkelijk maken om in de toekomst andere klimaatinstallaties te plaatsen. En, circulariteit kan meer mogelijkheden bieden voor bewoners om hun woning aan te laten passen aan eigen woonwensen door middel van zelf aangebrachte voorzieningen.

Zie de onderstaande tabel voor een voorbeeld template van een redelijk simpele circulaire kosten-, en batenanalyse<sup>2</sup> voor verschillende scenario's.

		Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4
<b>Value   Functionele waarde</b>	Bouwbesluit Programma van eisen Kenmerken	–	±	+	++
<b>Planet   Circulaire potentie</b>	Vernauwen grondstof lus 	1. Reduceren materialen gebruik 2. Reduceren energie gebruik			
	Vertragen grondstof lus 	Ontworpen voor: 1. Gehechtheid 2. Lange levensduur 3. Standaardisatie 4. Onderhoud en reparatie gemak 5. Aanpasbaarheid			
	Sluiten grondstof lus 	Ontworpen voor: 1. De-, en remonteerbaarheid 2. Recycling en biodegradatie			
<b>Profit   Kosten en Meerwaarden</b>	Investeringskosten	€	€	€	€
	Levenscyclus kosten				
	Meerwaarde voor bewoners				
	Meerwaarde voor ketenpartners				

Afhankelijk van de fase kan steeds voor een andere methode worden gekozen om de criteria te beoordelen. Immers, hoe verder het project is, hoe preciezer we kunnen meten.

## Bepalingsmethode MPG nu ook voor renovatie en transformatie

Momenteel ligt er een grote opgave in de bestaande bouw. De energetische kwaliteit van de bestaande gebouwvoorraad moet drastisch omhoog, kantoren worden getransformeerd naar woningen, en hele wijken moeten van het gas af. Belangrijk is dat dit allemaal duurzaam gebeurt. Naast aandacht voor energiebesparing en het binnenklimaat, is ook aandacht nodig voor de materiaal gebonden milieubelasting als gevolg van de ingreep zelf en de daaropvolgende gebouwlevensloop. Tot nu toe was er nog geen gedragen methode beschikbaar om deze belasting in beeld te kunnen brengen en om onderbouwd beslissingen te kunnen nemen. In een recent onderzoek (2020) heeft W/E adviseurs een onderzoek uitgevoerd over hoe de Bepalingsmethode specifiek en doelmatig kan worden gemaakt voor renovatie en transformatie. Dit heeft geleid tot een addendum van de Bepalingsmethode: Addendum Renovatie en Transformatie met een aparte Toelichting. Samen met de Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen, maakt dit addendum het mogelijk ook de milieuprestatie van een gebouw te berekenen dat gerenoveerd of getransformeerd wordt.

Bron | <https://milieudatabase.nl/milieuprestatie/bepalingsmethode/>

<sup>2</sup> Van stijn (2019) REHAB – VO circulaire aanbouw. TU Delft

## 3.3 Projectdefinitie, maak het CE-SMART

In de project definitiefase ligt de nadruk op het verder uitwerken (definiëren) van het project en de totale opgave. Naar aanleiding van de haalbaarheidsanalyse, worden initiële uitgangspunten aangescherpt. De beheersmatige aspecten, tijd, geld, kwaliteit, informatie en organisatie krijgen hier de volle aandacht, alsmede de risicoanalyse en de bepaling van de aanpak van het project. De uitkomst van de project definitiefase is, dat de projectinhoud op het gebied van de aanpak (proces) en op (technische) resultaat helder is geworden. Normaliter wordt de projectdefinitie vastgelegd in het PVE. Dit is de vraag (en opdracht) waarmee in de volgende fase (voorbereiden) aan de slag zal worden gegaan.

Om dit circulair te kunnen doen is het van belang om circulaire doelstellingen in het PVE op te nemen, en deze zo SMART mogelijk te formuleren en hier meetbare eisen aan te koppelen.

### Doelstellingen opnemen in het Programma van Eisen

Circulariteit moet een plek krijgen in het PVE. Hierbij moet worden bekeken welke eisen gesteld worden en hoe. Denk bijvoorbeeld aan het opnemen van eisen voor circulair(dere) materialen. Wordt deze eis vertaald naar een lijst met preferente of verboden materialen of blijft het bij de eis 'het materiaal moet circulair zijn' of alleen naar 'eisen' voor circulaire materialen.

Het uitgangspunt voor het formuleren van de circulaire eisen zijn de doelstellingen en aanpak die is meegegeven in de strategie, tactiek, projectopgave, en project ambities zoals geformuleerd in de initiatief fase (zie §3.1.1). Deze worden aangescherpt en concreet gemaakt met de bevindingen van de kosten- en batenanalyse in de haalbaarheidsfase. Hierbij is het van belang om haalbare en realistische doelen te formuleren. Beschrijf de projectdefinitie zo SMART mogelijk. Welk circulair doel wil ik met dit specifieke project bereiken. Wanneer is het doel bereikt, hoe is dit meetbaar? Wie is verantwoordelijk voor welk onderdeel/handeling om dit doel te kunnen bereiken? Hoe realistisch zijn de gestelde doelen met betrekking tot tijd, budget, capaciteit etc. Wanneer is je doel behaald?

S

**Specifiek:** Welk circulair doel wil je bereiken, maak dit concreet (en hou het niet te vaag).

#### Voorbeelden doelen

"De instroom van kritische, eindige en virgin materialen met ...% verminderen (ten opzichte van een lineaire renovatie aanpak) in het renovatie project."

"De uitstroom van verbrande, gedowncycled, gestorte materialen verminderen met ...% verminderen (ten opzichte van een lineaire renovatie aanpak) in het renovatie project."

"In het renovatieproject moet de milieu-impact (schaduwkosten/CO2) met ...% verminderd zijn ten opzichte van een 'niet-circulaire' renovatie aanpak."

Zie voor meer voorbeelden van impact-doelen: "[Roadmap circulaire gronduitgiften](#)" voor de gemeente Amsterdam." Metabolic & SGS search (2017)

M

**Meetbaar:** Zet je specifieke doel om in handelingen die meetbaar zijn.

#### Voorbeelden meetbare handelingen

"Minimaal 5 bouwmaterialen vervangen met bio-based materiaal (bijv. isolatie, verf, houten kozijnen, circulaire baksteen, geen kit)."

"Minimaal 5 bouwproducten hergebruiken uit renovaties (bijv. sloten, handgrepen, keramisch sanitair, cv ketel, gipsplaten)."

"Minimaal ... ton van uitstroom materialen uit het renovatie project moeten hoogwaardig hergebruikt worden in eigen projecten"

"In het renovatieproject moet de milieu-impact (schaduwkosten/CO2) met ...% verminderd zijn ten opzichte van een 'niet-circulaire' renovatie aanpak."

## A

**Aanwijsbaar:** Maak duidelijk wie wat moet doen om je specifieke doel te bereiken.

**Voorbeelden: Wie is verantwoordelijk voor welk doel?**

- De corporatie kan in zijn PvE opnemen dat er alleen maar materialen mogen worden ingekocht die voldoen aan .....
- Sloper: Sturen op zoveel mogelijk hergebruik binnen het sloopcontract
- Ontwerper moet zoveel mogelijk R'en (zie kader 1) verwerken in zijn ontwerp oplossingen met een minimum van (bijv.) 4 (zoals Refuse, Reduce, Repurpose, Redesign)
- Aannemer: Bij de aannemer de verantwoordelijkheid leggen om hoeveelheden toegepast materiaal te inventariseren en het materialenpaspoort in te vullen

☀ Tip! Geef per doel aan welke partijen en personen verantwoordelijk zijn voor het realiseren van het doel en het monitoren van de voortgang.

## R

**Realistisch:** Blijf realistisch. Denk na over hoe haalbaar je doel is.

Wees kritisch op wat binnen één project bereikt kan worden. Alle bouwcomponenten die tijdens een renovatie worden vervangen, geheel, '100%' circulair maken is waarschijnlijk niet realistisch. Knip circulaire ambities op over projecten: pak telkes andere componenten grondig aan, ofwel doe de hele renovatie aanpak steeds een beetje circulaireider.

**Voorbeeld: haalbaarheid van circulaire projectdoelen**

- "In dit renovatie project wordt de totale virgin instroom 10% verminderd." Per volgend project wordt er een additionele 5% vermindering opgenomen in de doelstelling.
- "In dit renovatie project ligt de focus op het ontwikkelen van een optimale circulaire oplossing voor spouwmuur isolatie in co-creatie met de markt." In de volgende projecten worden dak-, en vloer isolatie oplossingen bekeken.
- "In dit renovatie project ligt de focus op het inventariseren en circulair doormeten van bestaande renovatie oplossingen." In een volgend project gaan we een bestaande product samen met de markt verbeteren op circulariteit.

## T

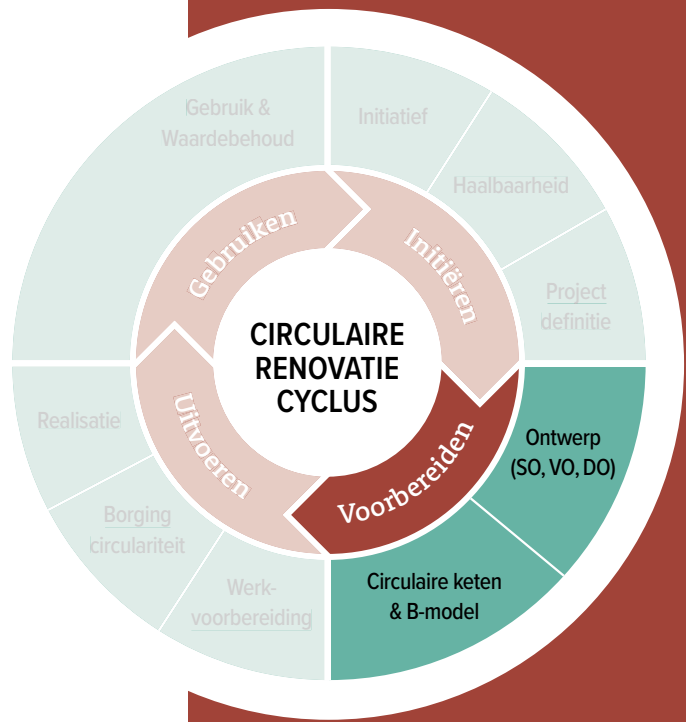
**Tijdsgebonden:** Stel een duidelijke begin- en eindtijd vast.

Doelen die geformuleerd worden voor het renovatieproject hebben vaak al een duidelijke begin-, en eindtijd, namelijk de start en oplevering van het renovatie project. Echter kunnen doelen ook voorbij gaan aan de projectgrenzen. Juist voor die doelen is het extra belangrijk om afspraken te maken. Bijvoorbeeld: wie gaat de doelen realiseren en monitoren zodra het projectteam niet meer op reguliere basis bijeenkomt?

**Voorbeelden:** op tijd met de doelen

"De instroom van kritische, eindige en virgin materialen met ...% verminderen ten opzichte van een lineaire renovatie aanpak in het renovatie project."

"Minimaal ... ton van uitstroom materialen uit het renovatie project moeten binnen 1 jaar na demontage uit het project hoogwaardig hergebruikt worden in eigen voorraad"



# 4

## VOORBEREIDEN

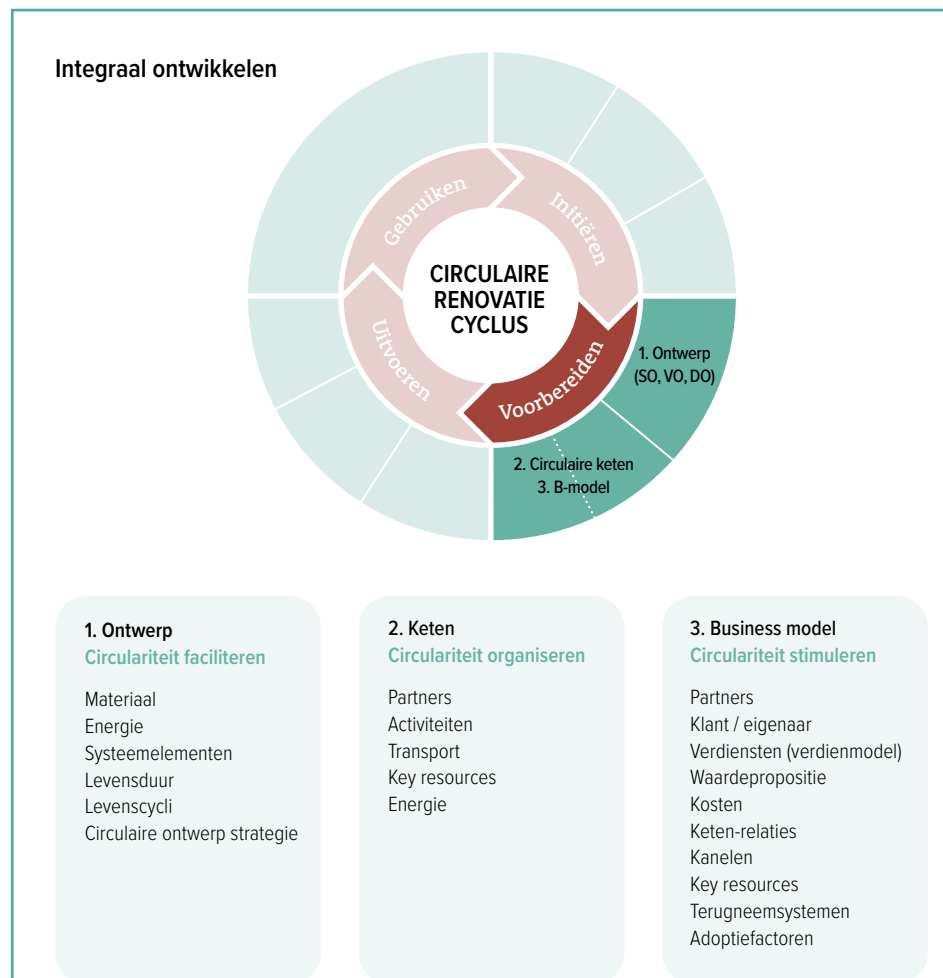
Een circulaire voorbereiding geschiedt integraal en in co-creatie met de gehele projectketen. In de voorbereiding zal circulariteit moeten worden gefaciliteerd in het ontwerp, georganiseerd in de circulaire keten en gestimuleerd in het businessmodel.

Door circulaire ontwerpprincipes en materialen toe te passen worden de verschillende lussen van de circulaire economie mogelijk gemaakt. Dit betekent zoeken naar bestaande circulaire oplossingen of nieuwe ontwikkelen. Bovendien zal, wanneer er meerdere ontwerpen zijn, moeten worden beoordeeld welk ontwerp het meest circulair is.

Alleen het ontwerp circulair maken is echter niet voldoende. Parallel aan het ontwerptraject moet er worden nagedacht hoe de circulaire potentie in dit ontwerp kan worden geborgd. Zodat deze circulaire potentie ook daadwerkelijk wordt gerealiseerd.

Een ontwerp kan circulair bedacht zijn maar als er geen afspraken gemaakt worden over welke partner welke teruglus gaat uitvoeren, dan wordt de circulariteit niet gerealiseerd. Daarnaast moeten de circulaire teruglussen ook financieel aantrekkelijk zijn. Met andere woorden, de bedachte renovatieoplossing heeft een goede circulaire businesscase nodig. Als een nieuw bouwonderdeel kopen goedkoper is dan dit onderdeel repareren, dan weten we nu al waarvoor gekozen gaat worden, namelijk nieuw kopen. De circulaire ontwerpoplossingen zullen dus moeten worden georganiseerd in de circulaire keten en gestimuleerd in het businessmodel<sup>1</sup>. Goede circulaire oplossingen bedenken en borgen kan alleen samen met partners vanuit de gehele levenscyclus van het te renoveren gebouw, component of product. Daarom is dit ook hét moment (als dit niet al is gebeurd) om de sloper en de in- en externe onderhoudsdienst aan tafel te hebben. Stel dat de gecontracteerde onderhoudspartij niet op de hoogte is van de circulariteitdoelstellingen die voor dit project zijn opgesteld. Dan loop je het risico, dat zorgvuldig uitgekozen biodegradable materialen straks onbruikbaar zijn, na “verkeerd” onderhoud met bijvoorbeeld chemische verf, of reinigingsmiddel.

Een circulaire voorbereiding geschiedt integraal en in co-creatie met de gehele projectketen\*. Deze manier van ontwerpen en samenwerken zal hieronder nader worden toegelicht.



\* project keten: de architect, aannemer, installateur, constructeur, andere bouwkundige specialisten, sloper, secundaire-, of biologische bouwmaterialen specialist en de onderhoudsdienst die het technische ontwerp, circulaire keten en businessmodel vormgeven.

<sup>1</sup> van Stijn, Anne, & Gruis, V. (2020). [Towards a circular built environment: An integral design tool for circular building components. Smart and Sustainable Built Environment, 9\(4\), 635–653.](#)

<sup>2</sup> van Stijn, A. (2019) Presentatie 'Ontwikkeling Circulaire componenten voor woning renovatie'



## 4.1 Ontwerp, circulariteit faciliteren

Een circulaire renovatie oplossing zal circulair moeten worden bedacht.

Om lussen zoveel mogelijk te vernauwen, te vertragen, en te sluiten, zal over verschillende aspecten in het ontwerp moeten worden nagedacht ([zie lijst vanaf pagina 49](#)). Onder andere zullen er 'circulaire materialen' en 'circulaire ontwerpstrategie' moeten worden gekozen en toegepast.

Vragen m.b.t het aan brengen van circulariteit in het ontwerpproces, zijn:

- Hoe reduceer ik de totale hoeveelheid materiaal?
- Is dit materiaal de juiste keuze, of heeft een ander materiaal een lagere impact?
- Hoe reduceer ik de instroom van niet-hernieuwbaar en virgin materiaal?
- Hoe combineer ik de verschillende logistieke stromen voor een zo laag mogelijke CO<sub>2</sub>-uitstoot?
- Hoe verleng ik de levensduur van een gebouw, componenten, onderdelen en materialen?
- Hoe zorg ik dat deelvervangingen mogelijk zijn (alleen repareren wat nodig is)?
- Welke aanpassingen zullen in de toekomst waarschijnlijk nodig zijn voor het gebouw of componenten?
- Hoe zorg ik dat gebouw(delen) aanpasbaar blijven wanneer toekomstige wensen veranderen?
- Hoe zorg ik dat componenten, onderdelen en materialen gemakkelijk elders weer herbruikbaar zijn?
- Hoe kies ik voor materialen en producten die zoveel mogelijk hoogwaardig gerecycled kunnen worden aan het eind van de levensduur?
- Hoe kies ik materialen die zoveel als mogelijk hun waarde behouden?
- Hoe realiseer ik een zo laag mogelijke afvalstroom tijdens het bouwproces?
- Hoe recycle ik deze stromen?

Zoals uit deze vragen kan worden opgemaakt, is een andere manier van ontwerpen gewenst.

We gaan in de volgende paragrafen in op de volgende circulaire ontwerp aspecten.

1. **Ontwerpen op basis van lagen met verschillende levensduur en rekening houdend met verschillende levenscycli**
2. **Combineren van circulaire ontwerpstrategieën om meerdere lussen mogelijk te maken**
3. **Zoeken naar circulaire materialen**

Tenslotte lichten we ook het circulair meten van ontwerpen toe.

### 4.1.1. *Ontwerp op basis van lagen met verschillende levensduur en rekening houdend met verschillende levenscycli*

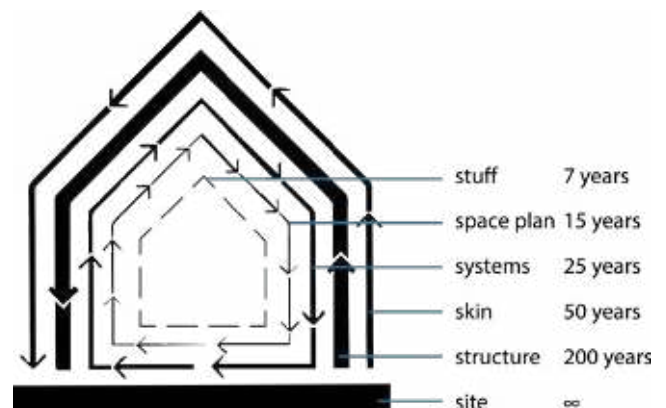
Waar we nu gewend zijn om een woning als één geheel te bekijken is het bij een circulaire renovatie van belang een woning te verdelen in lagen met verschillende levensduren. Een woning bestaat uit verschillende 'lagen', die ieder een eigen functie en een eigen levensduur hebben. Dit wordt onder andere weergegeven in het model van Duffy en Stewart Brand (zie afbeelding 14). Zij noemde deze lagen 'shearing layers'.

In de circulaire economie zijn er nog meer van dit soort (sub) lagen te onderscheiden. Het gebouw kan als het ware ontleed worden in componenten, producten, onderdelen en materialen.

<sup>3</sup> van Stijn, Anne, & Gruis, V. (2020). [Towards a circular built environment: An integral design tool for circular building components. Smart and Sustainable Built Environment, 9\(4\), 635–653.](#)

#### De volgende lagen worden onderscheiden:

1. Site (locatie, grond),
2. Structure (constructie),
3. Skin (de huid; gevel, dak en vloer begane grond),
4. Services (installaties),
5. Space Plan (scheiding van ruimten binnen het gebouw) en
6. Stuff (meubels en spullen).



Afbeelding 14 | Shearing Layers of Change (1994) Stewart Brand

### Als eerste ontleden we het gebouw op basis van levensduur

Het gebouw op die manier ontrafelen is nodig om gebouw, componenten, onderdelen en materialen zo lang mogelijk in stand te houden (lussen te vertragen). Als een component geheel aan elkaar wordt gemaakt, en onderdelen niet los kunnen worden vervangen, dan bepaalt het onderdeel met de kortste levensduur het moment dat het hele component moet worden vervangen. In dat geval moet een groot deel van het component te vroeg worden weggedaan. Dat is natuurlijk zonde! Het is dus belangrijk om de verschillende bouwcomponenten onderling losmaakbaar te maken zodat onderdelen apart kunnen worden vervangen. We noemen dit ook wel 'deelvervangingen' mogelijk maken.

We onderscheiden drie soorten levensduur. Te weten: technische, functionele en economische levensduur<sup>4</sup>. Begrip van het samenspel van deze levensduren, is essentieel om kringlopen optimaal te vertragen en te sluiten.

- 1 De **technische levensduur** is de materiele levensduur waarna het technisch kapot of versleten is en vervangen moet worden.
- 2 De **functionele levensduur** is de levensduur van een object waarna het niet meer aan regelgeving of woonwensen voldoet. Dubbelglas is vaak technisch nog prima maar voldoet niet aan de huidige isolatie eisen en wordt zodoende vervangen voor triple glas. Ook kan een keuken technisch nog prima zijn maar is de stijl niet meer 'van deze tijd'.
- 3 De **economische levensduur** is de levensduur waarna het object economisch 'afgeschreven' is. Kost een reparatie meer dan de dagwaarde van een CV ketel dan wordt vaak gekozen voor gehele vervanging.

In het ontwerp wordt vaak alleen gekeken naar de technische levensduur van een product en niet, of te weinig, naar de functionele of economische levensduur. Dit heeft tot gevolg dat een product, dat technisch nog jaren meekan, toch al vervangen wordt op basis van zijn functionele levensduur. Denk bijvoorbeeld aan een kunststof kozijn dat qua uitstraling en verkleuring niet meer naar wens is en wordt vervangen door een nieuw kozijn. Dit kozijn is dus aan het einde van zijn functionele levensduur, terwijl de technische levensduur van het kozijn nog niet verlopen is. Of isolatie die niet meer voldoet aan de gestelde eisen, terwijl het materiaal nog wel in orde is. Andere voorbeelden zijn het vervangen van esthetische componenten als keukens, badkamer, open haard, etc. Ook producten die afgeschreven zijn en niet meer op de balans staan, worden regelmatig voortijdig vervangen aangezien er dan geen waarde meer aan wordt toegekend.

Technische levensduur is zeker belangrijk, maar in de praktijk kan een functionele of economische levensduur 'leidend' zijn in de uiteindelijk gerealiseerde levensduur.



<sup>4</sup> Geraedts, R. P., Vande Putte, H. J. M., Vercouteren, J., & Binnekamp, R. (2009). Tijd. In J. W. F. Wamelink, R. P. Geraedts, F. A. M. Hobma, L. H. M. J. Lousberg, & P. De Jong (Eds.), *Inleiding Bouwmanagement* (pp. 273–303). VSSD.

### Daarnaast ontrafelen we het gebouw ook op basis van levenscycli

Het gebouw op die manier ontrafelen is nodig om gebouw, componenten, onderdelen en materialen zo lang mogelijk, met een zo'n hoog mogelijke waarde te kunnen blijven cycleren. Bij elk component, product, onderdeel of materiaal zou je je moeten afvragen welke R-en er mogelijk zijn. Bio-based materialen bijvoorbeeld, kunnen goed cascaderen en technische materialen kunnen wellicht goed worden gerecycled.

Maar, dat kan alleen als die materiaalstromen weer uit elkaar kunnen. Verder hoeft een bouwdeel dat niet 'modegevoelig' is, minder aanpasbaar te worden gemaakt dan een bouwdeel dat wel modegevoelig is en een hoge vervangingsfrequentie kent.

Zie het gebouw dus als een samenstelling van componenten, producten, onderdelen en materialen met een eigen levensduur en levenscyclus, zodat door de tijd de lussen optimaal worden vernauwd, vertraagd en gesloten<sup>5</sup>.

*“Omdat een woning uit zoveel verschillende componenten bestaat kunnen we tijdens reguliere onderhouds-, en renovatie momenten deze componenten vervangen door circulaire componenten. Zo maken we de woningvoorraad stap-voor-stap circulair!”* Anne van Stijn TUDelft

#### 4.1.2. Combineer circulaire ontwerpstrategieën om meerdere lussen mogelijk te maken

Om tot het meest circulaire ontwerp te komen is het slim om circulaire ontwerpstrategieën te combineren<sup>5</sup>. Zo maak je meerdere lussen mogelijk. Het meest circulair is vaak niet of, of, maar en, en! Want, hoe meer lussen je kan maken in de toekomst hoe langer een gebouw, component, product, onderdeel een materiaal kan worden gebruikt. Zo hoeft er dus geen nieuw materiaal te worden gemaakt. Denk hierbij aan **losmaakbaarheid, deelvervangingen, standaardisatie** en **uitwisselbaarheid**.

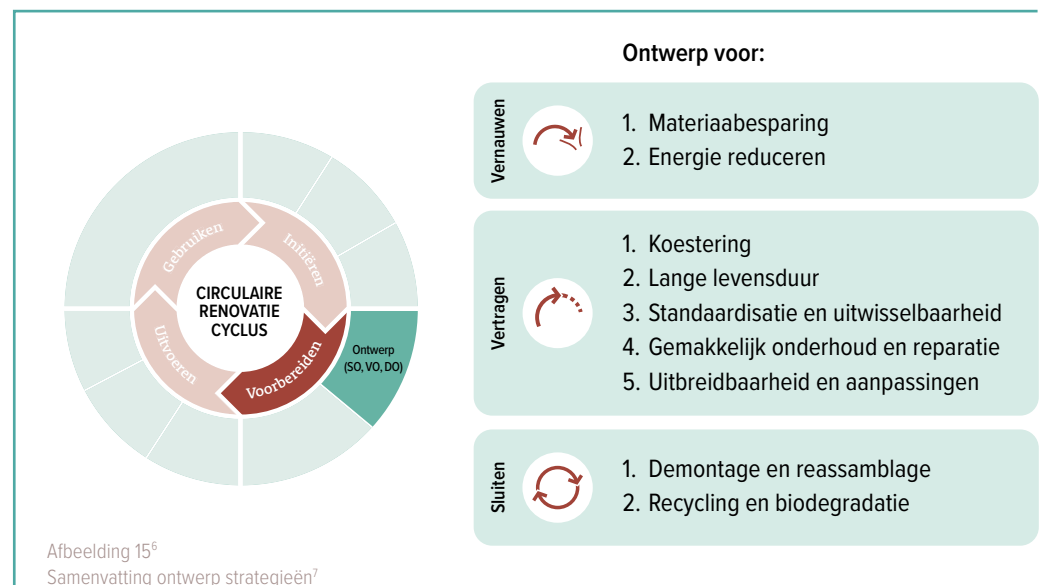
<sup>5</sup> van Stijn, A, Eberhardt, L. C. M., Wouterszoon Jansen, B., & Meijer, A. (2020). Design guidelines for circular building components based on LCA and MFA: The case of the Circular Kitchen. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 588, 1–8.

<sup>6</sup> van Stijn, A. (2019) Presentatie 'Ontwikkeling Circulaire componenten voor woning renovatie'

<sup>7</sup> presentatie Anne & framework gebaseerd op verschillende ontwerpstrategieën: Product design and business model strategies for a circular economy Nancy M. P. Bocken, Ingrid de Pauw, Conny Bakker & Bram van der Grinten

<sup>8</sup> De strategieën en uitleg is Gebaseerd op: van Stijn, Anne, & Gruis, V. (2020). Towards a circular built environment: An integral design tool for circular building components. Smart and Sustainable Built Environment, 9(4), 635–653.

Bakker, C., den Hollander, M., van Hinte, E., & Zijlstra, Y. (2014). Products That Last. Delft: TU Delft Library & Marcel den Hollander IDRC. & Bocken, N. M. P., de Pauw, I., Bakker, C., & van der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. Journal of Industrial and Production Engineering, 33(5), 308–320.



Hieronder staan de verschillende ontwerpstrategieën kort omschreven<sup>8</sup>. Als we over product/gebouw spreken bedoelen we ook (renovatie van) bouwonderdeel en (renovatie) component.



##### Vernauwen (preventie, minimaliseer):

**Ontwerp voor materiaal besparing:** (her)ontwerp een gebouw, component, of product op een wijze dat er zo min mogelijk materiaal hoeft te worden gebruikt. Het gaat om anders denken en een andere manier van organiseren. Zijn bepaalde onderdelen eigenlijk wel nodig, kan het gebouw/product ook functioneren zonder deze materialen. Ontwerp op zo'n manier dat het verbruik van materialen en grondstoffen tijdens de productie en bouw zo veel mogelijk wordt gereduceerd.

**Ontwerp voor energiebesparing:** (her)ontwerp een gebouw, component en product op een dusdanige wijze dat er zowel tijdens de productie, als tijdens het gebruik zo min mogelijk energie wordt verbruikt.



#### **Vertragen:**

**Ontwerp voor koestering en vertrouwen:** (her)ontwerp het gebouw/product zo, dat de gebruiker aan het gebouw, component, of product gehecht raakt en wordt aangemoedigd, om het met zorg te behandelen en minder snel te vervangen.

**Ontwerp voor lange levensduur:** (her)ontwerp het gebouw, component, product zo dat een lange levensduur is gegarandeerd. Houd hierbij rekening met de functionele levensduur, technische levensduur en economische levensduur. Welke levensduur is het meest leidend? Probeer hier in je ontwerp rekening mee te houden. Een optimale productbetrouwbaarheid is hierbij van cruciaal belang.

**Ontwerp voor standaardisatie en uitwisselbaarheid (compatibiliteit):** (her)ontwerp component, producten en onderdelen van het gebouw volgens een standaard, zodat ze makkelijk uitwisselbaar zijn. Dit zorgt ervoor dat er een grotere kans is dat toekomstig onderhoud, reparatie, hergebruik en aanpassing kan plaatsvinden. Standaardisatie kan bijvoorbeeld voor maatvoering, of door te kiezen voor standaard onderdelen of verbindingen, of zelfs componenten. Standaardiseren kan 'makkelijker' in het eigen woningbestand of renovatieprojecten worden gerealiseerd. Idealiter wordt standaardisatie door meerdere corporaties en marktpartijen op elkaar afgestemd. Zo kan de potentie van hergebruik van componenten, producten, onderdelen en materialen flink worden vergroot.

**Ontwerp voor gemakkelijk onderhoud en reparatie:** (her)ontwerp gebouw, component, product, of onderdeel zo, dat het gemakkelijk te onderhouden en repareren is. Door deelvervangingen mogelijk – en makkelijk – te maken kan het gehele component langer meegaan en blijft de waarde zo lang mogelijk behouden. Let op, dat het maken van een onderhoudsvriendelijke oplossing iets heel anders is dan onderhoudsarm. Een kunststof kozijn is bijvoorbeeld onderhoudsarm dan een houten kozijn. Aan kunststof hoeft je maar weinig te doen, maar is het kozijn verkleurd, heeft het een deuk of kras, dan is het lastiger te repareren. Houten kozijnen zijn makkelijker te onderhouden en te repareren dan kunststof.

**Ontwerp voor opwaardeerbaarheid:** (her)ontwerp het gebouw/product zo, dat het gedurende de tijd kan worden opgewaardeerd waardoor het verschillende functies kan vervullen en beter kan voorzien in de gebruikersbehoeften van toekomstige productgeneraties.

**Ontwerp voor uitbreidbaarheid en aanpassingen:** (her)ontwerp het gebouw, component, product inclusief mogelijkheden om het gebouw/product te veranderen, op te waarderen of uit te breiden. Aanpassingen kunnen de huidige functies van het gebouw, component en product versterken waardoor het beter voorziet in de wensen van de huidige en toekomstige gebruikers. Speel bij het ontwerp al in op veranderingen die in de toekomst gewenst kunnen zijn. Maak het bijvoorbeeld mogelijk de stijl van de woning of componenten up te daten (bijv. frontjes van de keuken). Maar denk ook aan het voorbereiden voor uitbreidingsmogelijkheden (aanbouw, dakkapel en herindeling van de lay-out (bijvoorbeeld splitsen of bijeentrekken van ruimtes, slaapkamer op begane grond) of herindeling van de woning(en) (makkelijk splitsen of samenvoegen van woningen). Overal alvast op inspelen kan lastig zijn vooral als er nu extra kosten bij komen kijken. Het is handig om prioriteit te geven aan veranderingen die vaak voorkomen of 'waarschijnlijk' zijn.

Denk bijvoorbeeld aan een gevel die zo bedacht is dat er in de toekomst makkelijk een andere pui in kan worden gemaakt. Of, een keuken waar de lay-out makkelijk kan worden veranderd, de hoogte kan worden veranderd en frontjes kunnen worden uitgewisseld. (Zie voorbeeld Circulaire keuken Bas Janssen).

**Sluiten:**

**Ontwerp voor demontage en reassemblage:** (her)ontwerp het gebouw, component, product zo, dat het makkelijker kan worden gedemonteerd en ge-reassembleerd met behoud van de oorspronkelijke functies. Zorg ook dat materiaalstromen uiteindelijk goed te scheiden zijn van elkaar.

**Ontwerp voor recycling en biodegradatie:** kies materialen die ofwel goed recyclebaar zijn ofwel goed biologisch afbreekbaar zijn.

**i**

## Aanpasbaarheid

### A | Scheiding van drager en inbouw

Het open bouwen legt bijvoorbeeld uit dat je de drager en inbouw moet scheiden waardoor woningen kunnen worden geherconfigureerd. Met de drager bedoelen we de hoofddragconstructie, woningontsluiting (gezamenlijke trappenhuizen), kanalen schachten. Met de inbouw bedoelen we 'het binnenwerk'. Dus de tussenwanden, installaties, keuken, badkamer en eventueel zelfs de gevel invulling. Dit kan bijvoorbeeld helpen bij de opgaves waar corporaties nu voor staan. In de komende jaren is er steeds meer vraag naar woningen voor alleenstaanden en senioren woningen. Het zou slim zijn om die woningen zo te bouwen dat kleine units makkelijker groter gemaakt kunnen worden en vice versa. Of plattegronden die later makkelijk levensloop bestendig kunnen worden gemaakt.

Een mogelijkheid is om demontabele wanden te plaatsen zodat (slaap)kamers gemakkelijk kunnen worden aangepast aan de hand van de bewoner, gebruiker of gezinssamenstelling. Belangrijk hierbij is hoe deze demontabele wanden worden ontworpen, geplaatst en aangepast, zodat je wel een multifunctionele ruimte hebt die voldoet aan alle akoestische normen. En stevig genoeg is om iets aan op te hangen, maar ook gemakkelijk is weg te halen en bv weer in te leveren is bij de corporatie, zodat die deze wanden weer ergens anders kan plaatsen waar ze juist de ruimtes weer willen verkleinen. Daarnaast is het belangrijk om na te denken wat er met de tussenwanden gebeurt als ze 'even niet nodig zijn'. Worden ze weer ingeleverd bij de corporatie? Blijven ze in de woning? Of is er een depot in de buurt.

### B | Gevels en installaties

We zitten midden in de energietransitie en komen er nu achter hoe lastig de bestaande woningvoorraad is aan te passen. Dit is onder andere het geval bij het aanbrengen van isolatie, warmtepompen, mechanische ventilatie, etc. Isolatie moet elke circa 40 jaar vervangen worden, dus daar moet nu al rekening mee worden gehouden. Verder weten we ook nog niet wat de consequenties zijn van de volgende stap(pen) na de BENG. Denk aan pv-cellen ook in de gevels en in glas, klimaatretentie (groene) daken, etc. Het is van groot belang dat ook installaties en gevels aanpasbaar en demontabel worden gemaakt, zodat we in de toekomst niet voor dezelfde problemen komen te staan.

**i**

## Ontwerp voor demontage en reassemblage

Om een ontwerp te maken wat makkelijk de-, en remontabel is kan je denken aan de volgende mogelijkheden:

1. Gebruik zoveel mogelijk schroeven, moeren en pinnen.
2. Gebruik veelvoorkomende en uniform uitwisselbare bevestigingsmaterialen.
3. Vermijd lijm en kit.
4. Gebruik (water) oplosbare bindmiddelen.
5. Vermijd doorkruisingen van elementen door andere bouwdeelen.
6. Vraag leveranciers om demontage instructies (reverse engineering).



## Toetsen, testen en ontwikkelen

Bas Jansen (TU Delft) begon in april 2018 aan zijn PhD, met als onderwerp de ontwikkeling van een circulaire keuken. Vragen als 'Wat is er nodig om circulariteit te toetsen', 'Hoe kunnen we productie realiseren' en 'Welke ketenpartners zijn onmisbaar in de realisatie?' stonden centraal. Met een consortium van diverse organisaties werd er gestart met de ontwikkeling van de keuken.

### Stadia

In het eerste jaar zijn 5 archetypes van circulaire keukens bedacht. Zo was er een bio-based variant, een op locatie geprinte 3D-variant, een modulaire variant, één die vooral inzet op hergebruikte materialen, en een bestaande keuken die zich richtte op extra uitgebreide opties en makkelijk te vervangen onderdelen. Deze varianten werden in co-creatie workshops verder uitgewerkt. Het prototype werd uiteindelijk een modulaire plug-and-play variant.

### Plug-and-play prototype

Het prototype bestaat zo veel mogelijk uit bio-based materiaal, maar wel met een afwerklaag. De drie lagen van de keuken, de constructie, de invulling (zoals lades en legplanken), en de afwerking, verschillen in functionele levensduur. Zo is de functionele levensduur van de afwerking korter omdat dit trendgevoeliger is: de voornaamste reden voor een nieuwe keuken is vaak de buitenkant. De constructie van een keuken is daarentegen vrijwel tijdloos. In dit prototype is hier rekening mee gehouden door de fronten en zijwanden makkelijk met losmaakbare klikverbindingen los te kunnen koppelen van de invulling en constructie. Stijl, invulling, en constructie zijn dus van elkaar losgekoppeld, wat over langere periodes bespaart op materiaalconsumptie en daarmee ook op CO<sub>2</sub>.

### Testfase

Een prototype wordt het komende jaar geplaatst in ongeveer 40 woningen. Deze woningen zijn onderdeel van renovaties bij de partners, maar ook circulaire pilots en mutatiewoningen doen mee. Op diverse momenten na plaatsing van de circulaire keuken zal er worden geëvalueerd met de bewoners. Hoe ervaren zij de keuken, is er merkbaar verschil, zijn er voor- of nadelen? Ook zal waar mogelijk een visuele check worden uitgevoerd. Na enkele maanden worden de vragen opnieuw gesteld. De bewoners zullen ook een logboek ontvangen zodat goed terug te halen is wat hun ervaringen zijn geweest door de tijd. Het uitgangspunt dat wordt gehanteerd is dat de gebruikservaring en functionele waarde van de circulaire keuken niet onder mogen doen voor een lineaire keuken. De verwachting is dat de acceptatiegraad van de circulaire keuken hoog is, wanneer het qua presentatie niet afwijkt van een gewone keuken.

### Ketenverantwoordelijkheid en businessmodel

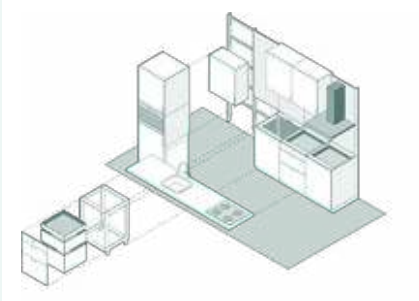
Omdat een circulair product niet functioneert zonder een passend keten- en businessmodel, worden deze ook mee ontwikkeld. De ketenverantwoordelijkheid ligt vooralsnog voor het overgrote deel bij de leverancier, die de keuken terugneemt, hergebruikt, en recycleert. Dit zal in de komende tijd verder geconcretiseerd worden.

Kijkend naar aanschafprijs is de circulaire keuken op dit moment nog duurder dan de normale keuken, maar na 1 gebruikscyclus van een reguliere keuken (20 jaar) betaalt de circulaire keuken zich terug. Dit komt doordat de circulaire keuken niet als geheel vervangen hoeft te worden, maar alleen de onderdelen die niet meer aan de eisen van de gebruiker voldoen, zoals de afwerking. Een marktbreed gedragen aanpak voor circulaire keukens verdient de aandacht omdat dit voor een kleinere afname van de huidige, (in aanschafprijs) goedkopere, lineaire keukens kan zorgen. Wanneer in de business case ook wordt gekeken naar kosten over de gehele gebruiksperiode (total cost of ownership of life cycle costs), milieuwinst, en levensduur, worden de circulaire keukens interessanter. Helaas wordt in de praktijk vaak alleen aanschafprijs in ogenschouw genomen.

### Ontwerp

In het ontwerp is gekeken naar de verwachte levensduur, de milieu impact en de leverbaarheid. Er is onder andere gekeken naar details zoals de dikte van het plaatmateriaal in verband met de verbindingselementen. Bij het plaatmateriaal is bijvoorbeeld ondervonden dat gebruik van bamboeplaten leidde tot een frequente vervanging van de freeskop en dus meer metaalgebruik en vertraging in de productie. Lichter plaatmateriaal zorgt voor een makkelijkere bewerking, een meer ergonomische installatie, en voorkomt afvalmateriaal.





### Proces

In de beginfase werden alle ontwerpmogelijkheden in nauwe samenwerking tussen ketenpartijen en de TU Delft doordacht en uitgewerkt. Deze werden vervolgens ter discussie gesteld in workshops met alle projectpartners. Uiteindelijk kwam het ontwerp tot stand door een integrale samenwerking. Door veel tijd te nemen in deze fase en veel aspecten ter discussie te stellen kwam de projectgroep tot een breed gedragen concept. Deze concepten werden tot prototypes uitgewerkt, waarbij weer gekeken werd of ze voldoen aan alle eisen van de projectpartners. Op dit moment worden de tweede generatie prototypes getoetst middels plaatsing in huurwoningen.

De lessen die geleerd worden uit het circulaire keuken project worden verwerkt in wetenschappelijke publicaties. In 2022 zal dit project de basis vormen voor een weloverwogen circulaire keuken die de keukenfabrikant op de markt brengt. Meer informatie op [tudelft.nl/decirculairekeuken](http://tudelft.nl/decirculairekeuken).

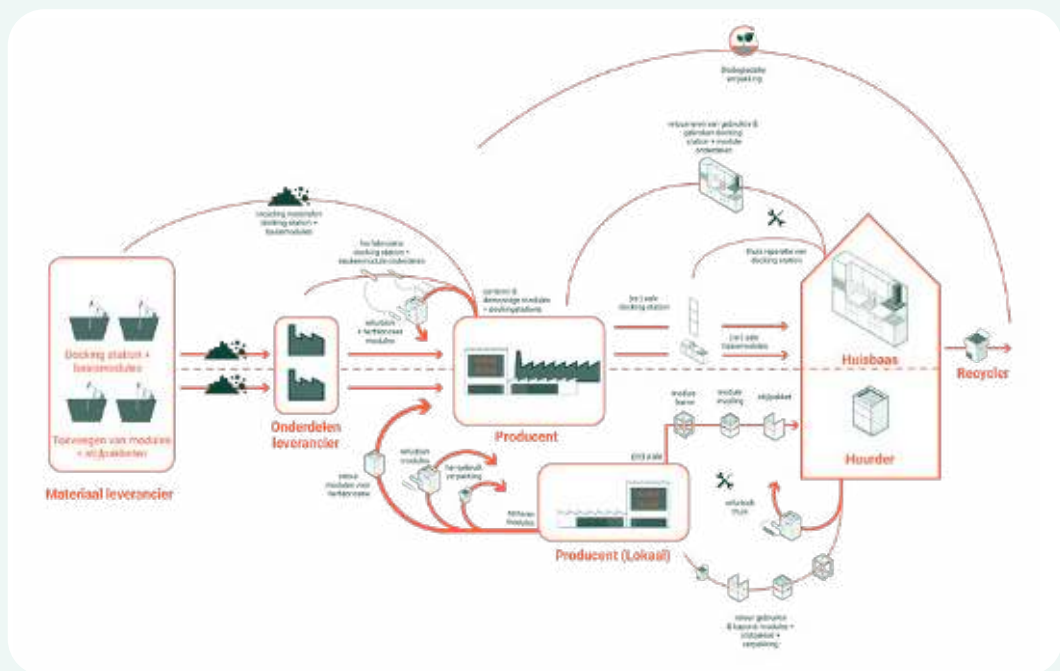
### Geleerde lessen in het ontwerp

Het volledig doorvoeren van een circulair concept kan soms tot paradoxale verhoudingen leiden: een volledige scheiding van constructie, invulling en afwerking leidt namelijk tot meer materiaalgebruik aan de voorkant, maar uit studies is gebleken dat het daarna tot zeer laag materiaalverbruik leidt. Eenzelfde paradoxale verhouding is te vinden in de kosten: hoewel de circulaire keuken prototypes in aanschaf duurder zijn, zijn de kosten over een langere periode (>20 jaar) lager dan een gebruikelijke keuken. Hieruit valt te concluderen dat het van belang is om te kijken naar wat er gebeurt na oplevering of aanschaf om milieu impact en hoge kosten te voorkomen. Om dit (goed) te kunnen beoordelen moeten echter ook beoordelingsmethodes aangepast worden aan een circulaire economie; processen als hergebruik, refurbishen, recyclen, etc., moeten worden meegenomen.



### Tip vanuit de praktijk

Bij het implementeren van nieuwe (circulaire) producten is het van belang dat er draagvlak is voor het product. Gedurende het ontwikkelingsproces van de circulaire keuken groeide dit draagvlak binnen de projectgroep: zij hadden immers meegedacht en mee ontwikkeld aan het product. Over een langere periode is het (vrij ver doorgevoerde) idee van keukens waarbij alle onderdelen op functionele levensduur gescheiden zijn bij de projectpartners gaan leven. Minder radicale concepten hebben minder draagvlak nodig, en dus ook minder samenwerking met de keten. Wanneer een product echter radicaal anders is, is het van groot belang dat de gehele keten betrokken is bij de ontwikkeling.



### 4.1.3. Circulaire materialen

Welk materiaal is eigenlijk circulair? En welke niet?

Allereerst is het goed om te weten of een materiaal in de biologische of de technische cycli thuishoort.

**Biologische materialen** groeien in de natuur – aan de bron is dit materiaal dus ‘bio-based’. Deze materialen zijn om die reden dan ook hernieuwbaar. Bijvoorbeeld, je kunt hennep – voor isolatie – immers steeds opnieuw telen.

Aan het einde van het gebruik kunnen deze biologische materialen steeds laagwaardiger worden toegepast. Dit noemen we cascaderen. Als er geen gebruik meer mogelijk is kunnen deze biologische materialen terug worden gebracht in de natuur. Denk bijvoorbeeld aan composteren of biologisch afbreken. Maar, ook industriële afbreekprocessen zijn denkbaar zoals biochemisch extraheren of industrieel composteren.

**Technische grondstoffen** worden onttrokken aan de aarde. Deze bron van materialen is eindig. Daarom dragen we er zorg voor dat gebouwen, componenten, producten met technische materialen zo lang mogelijk op zo’n hoog mogelijke waarde blijven functioneren. Aan het einde van de levensduur wordt het materiaal hoogwaardig gerecycled. Alleen als dat echt niet mogelijk is kan voor laagwaardigere recycling worden gekozen (bij de aanleg van wegen, verbranding voor energietेरugwinning, of storten).

In het ontwerp kiezen we materialen die zowel aan het begin, als aan ‘het einde van het leven’, de biologische-, of technische lussen kunnen volgen. Aan het begin maken we dus onderscheid tussen **hernieuwbaar (bio-based) – of eindig** materiaal. Daarnaast kijken we naar de cyclus waarin het materiaal is als het wordt toegepast in het project. Is het materiaal **nieuw (‘virgin’) of hergebruikt (‘non-virgin’)**. Hergebruikte materialen noemen we in de praktijk ook wel secundaire materialen, geogoste materialen, repurposed of reclaimed. Aan het eind kijken we naar de **biodegradeerbaarheid, herbruikbaarheid, en recyclebaarheid** van materialen.

En dan hebben we nog de kritieke materialen. Dit zijn de materialen die schaars zijn of moeilijk verkrijgbaar. Als we nu niet inzetten op bijvoorbeeld PV-panelen met minder of zelfs zonder kritieke materialen, die recyclebaar zijn, dan hebben we simpelweg niet voldoende van deze materialen om in de energietransitie te kunnen voorzien.

*“We lopen tegen de grenzen van onze materiaalconsumptie aan. Dit heeft niet alleen consequenties voor onze economie, maar ook voor het klimaat. We kunnen wel enorme windmolenparken willen bouwen, maar wat als daarvoor niet genoeg sterk en corrosiebestendig staal beschikbaar is? Zulk staal wordt tot nu toe geproduceerd door er de juiste legeringselementen aan toe te voegen. Maar veel van die legeringselementen vallen onder de noemer ‘kritische materialen’ en dit betekent dat ze schaars zijn of moeilijk verkrijgbaar. Het betreft onder andere de zeldzame aarden, wolfram, magnesium, niobium, vanadium en kobalt. Procentueel gaat het bij deze materialen weliswaar om kleine hoeveelheden legeringselementen, maar de hoeveelheid staal die wereldwijd wordt geproduceerd is gigantisch en dan tellen die procentjes wel op.” Erik Offerman*

Meer lezen over kritieke materialen:

Publicatie Metabolic & Copper8 ‘Metaalvraag van de Nederlandse energie transitie’

Boek Erik Offerman (materiaalkundige en associate professor) te Delft ‘Critical Materials: Underlying Causes and Sustainable Mitigation Strategies’.

Verder is het zaak om in de gaten te houden hoeveel milieu impact het materiaal heeft over de levenscycli. De voorkeur gaat uit naar **‘low impact’** materialen. Daarbij speelt het volgende mee. Sommige materialen hebben veel milieu impact bij productie en afvalverwerking, maar wellicht heb je van die materialen maar heel weinig nodig, of gaat het veel langer mee, waardoor in de toekomst



minder vervanging nodig is. Minder vervanging vermijdt toekomstige productie. Vergelijk bijvoorbeeld de isolatiematerialen kunststof luchtzakken en stro. Kunststof heeft een relatief hoge milieu impact maar er is maar heel weinig kunststof nodig om de isolatiewaarde te behalen. Stro heeft een lage isolatiewaarde (er is dus veel van nodig), maar heeft daarentegen een lage milieu impact. Materiaal dat per kg veel of weinig milieu impact heeft, kan in een bepaalde toepassing uiteindelijk toch een hoge of juist lage impact hebben. Per project kan een keuze dus anders uitvallen.

Bij een materiaalkeuze kan de milieu impact van componenten, producten en materialen worden opgezocht in databases. Dit helpt om snel opties te vergelijken. Of een materiaalkeuze echt circulair is hangt van behoorlijk wat zaken af. Bijvoorbeeld: het is niet circulair is kunststof in wegwerpproducten gebruiken. Het is een eindig materiaal, dat maar kort wordt gebruikt. De relatief hoge milieu impact van de productie van het materiaal wordt dus maar over een korte periode uitgesmeerd. Daarnaast belandt het plastic bij het (zwerf) afval waardoor hoogwaardige recycling lastig is.

Als circulair alternatief kan bioplastic worden gebruikt. Deze kunststof moet dan wel bio-based zijn aan de bron, een lage(re) productie impact hebben, en biodegradeerbaar zijn. Zelfs als het biodegradeerbaar is, betekent het nog niet dat we het zomaar in de bosjes kunnen gooien na gebruik. Niet alle biologisch afbreekbare materialen zijn namelijk composteerbaar 'in de achtertuin'. Voor sommige materialen is een industriële composteerder nodig, en/of kost het afbreken soms zoveel tijd dat het in de praktijk helemaal niet wordt toegepast.

Pas op voor circulaire materialen die zijn 'vastgemaakt' met niet circulaire ontwerpprincipes. Denk aan 'permanente' lijmen of coatings. Deze materialen kunnen dan niet de bedoelde lus volgen.

Al met al blijft het lastig om materialen 'per definitie' circulair of niet-circulair te noemen. In veel toepassingen is een hergebruikt materiaal, of bio-based, low-impact, biodegradable materiaal heel circulair. Zeker als dit niet leidt tot een kortere levensduur, of het gebruik van veel meer materiaal. Nieuw materiaal kan overigens in bepaalde toepassingen ook circulair zijn. Zeker als dit materiaal een lange levensduur heeft en veel toekomstige cycli kan hebben.

### **Bij circulair gaat het om het juiste materiaal op de juiste plek!**

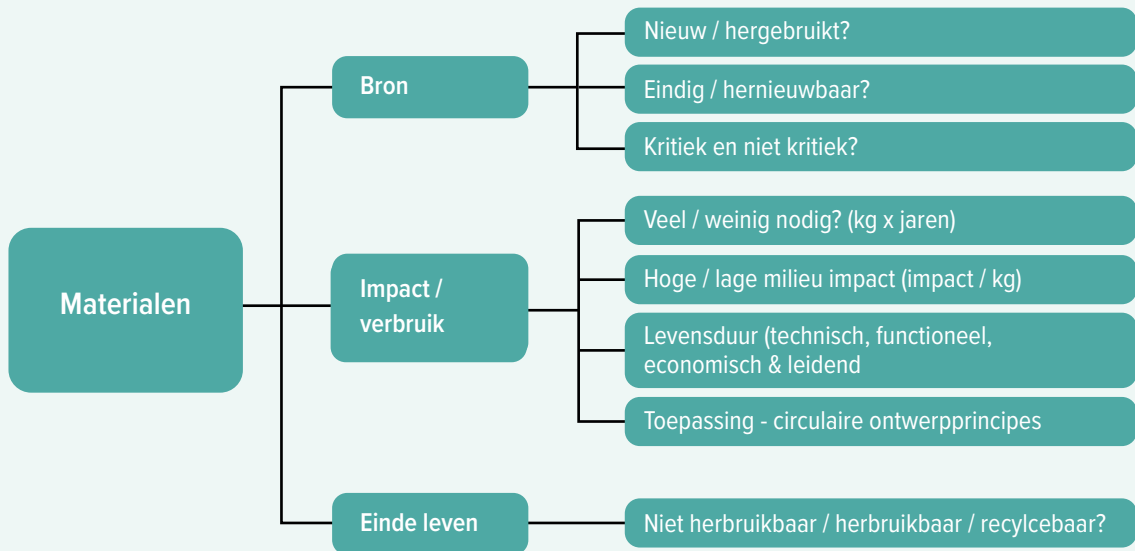
In het kader hieronder zijn belangrijke vragen op een rij gezet in de zoektocht naar het juiste circulaire materiaal voor de toepassing.

## **i**

## **Stel jezelf altijd de volgende vragen zodra je een bepaald materiaal wilt toepassen:**

- 1. Wat is de bron van het materiaal:**
  - a. Nieuw (virgin) of hergebruikt materiaal (non-virgin)?
  - b. Eindig of hernieuwbaar materiaal?
- 2. Wat is de impact/verbruik van het materiaal**
  - a. Heb je veel of weinig van dit materiaal nodig [kg]?
  - b. Heeft het materiaal een hoge of lage impact [impact/kg]?
  - c. Wat is de levensduur (technische, functionele, economische of leidende (levensduur), van het materiaal (of product) en hoe vaak moet het worden vervangen?
  - d. Hoe kan het materiaal worden toegepast, welke circulaire ontwerpprincipes liggen hierbij ten grondslag?
- 3. Wat gebeurt er aan het einde van de levensduur met dit materiaal (product)**
  - a. Is het materiaal herbruikbaar en/of hoogwaardig recyclebaar of wordt het verbrand, gedown-cycled of gestort?
  - b. Is het materiaal (deels) biologisch afbreekbaar?

Bron | van Stijn, A. (2019) Presentatie 'Ontwikkeling Circulaire componenten voor woning renovatie'



Als je goed kijkt zijn deze vragen direct gekoppeld aan de methodes die we gebruiken om de milieuprestatie van circulair materiaal te beoordelen – met behulp van LCA en MFA. Zie meer over circulair meten in onderstaande paragrafen.



## Uitgangspunten die je kunt meenemen met betrekking tot keuze circulaire materialen

Platform CB'23 - Framework Circulair Bouwen Versie 1.0 - juli 2019 /pag 33

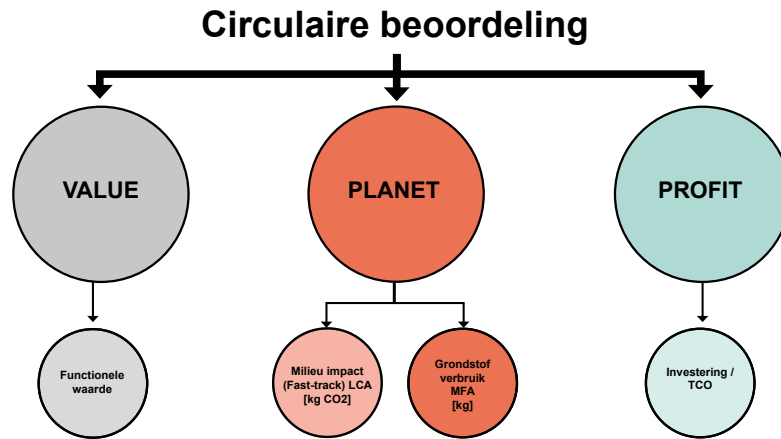
- Vermijd gebruik van materialen door bestaande gebouwen slimmer te gebruiken.
- Kies voor zo min mogelijk bouwmaterialen.
- Kies hernieuwbare en/of circulaire materialen met een zo laag mogelijke milieu impact. Hier ligt de voorkeur bij
  - hergebruikte materialen van projecten in de (nabije) omgeving.
  - Kies hernieuwbare materialen of materialen die onbeperkt beschikbaar of bruikbaar zijn.
  - Koop producten in bij een leverancier die dicht bij het project is gevestigd, om transportafstanden te beperken.

### 4.1.4. Circulariteit van ontwerpkeuzes meten

Gedurende het ontwerpproces zullen er voortdurend (circulaire) keuzes gemaakt moeten worden. Hiervoor moeten we kunnen meten welke ontwerp variant het meest circulair is. Op het moment zijn er verschillende meetmethodes voor circulariteit beschikbaar en in ontwikkeling.

Anne van Stijn stuurt in haar onderzoek aan op 3 criteria (reeds geïntroduceerd in [hoofdstuk 3.2](#)), te weten: Value (behoud van functionele waarde), Planet (milieu-impact van het materiaalgebruik en grondstofverbruik), en Profit (investering, levenscyclus kosten, en added values). Zie ook onderstaande afbeelding. In hoofdstuk 3.2 zijn die criteria vertaald naar een circulaire kosten en baten analyse voor de haalbaarheidsfase. Deze analyse werd gedaan op een hoog abstractieniveau. Het vergelijken van verschillende ontwerpopties kan – naarmate het ontwerpproces vordert – in steeds meer detail. De criteria veranderen niet, maar de methode waarmee we meten, en/of de precisie verandert.

Hieronder zullen we nogmaals ingaan op wat wij verstaan onder Value, Planet en Profit, en hoe we de prestatie van deze criteria kunnen meten in ontwerpvarianten.



afb 16, Circulaire beoordeling<sup>9</sup>

### Value: behoud van functionele waarde

Men kan nog zo'n milieuvriendelijk en betaalbaar ontwerp maken – maar als het geen waarde toevoegt wil niemand het gebruiken (en dus in stand houden). Deze waarden zijn veelal project of component afhankelijk. Het is bijvoorbeeld belangrijk dat het ontwerp voldoet aan de vraag (het PvE) en de regelgeving (bouwbesluit). Waarden kunnen ook functioneel of esthetisch zijn, of over veiligheid gaan.

Er is op dit moment geen uniforme manier om de functionele waarde van een gebouw, component of product te meten. Het is wel mogelijk om een checklist te maken waar relevante waarden worden benoemd. Het kan helpen om onderscheid te maken tussen randvoorwaardes en 'nice to have' waarden.

### Planet: milieu impact meten & grondstofstromen en verbruik bepalen

Hoe circulair is een ontwerp op het gebied van milieu? Om daar een antwoord op te geven kijken we enerzijds naar de **milieu impact** van het ontwerp gedurende zijn levenscyclus, anderzijds naar het **ge-, en verbruik van materiaal**.

#### *Meten van milieu impact met een levenscyclusanalyse*

Om te achterhalen wat de impact van een ontwerp van (bijv.) een gebouw, renovatieplan, of bouwcomponent op het milieu is, maken we een Levens Cyclus Analyse (LCA). In een LCA inventariseren we alle materialen, processen, en energie die nodig zijn gedurende de levenscyclus van het gebouw of componenten. We beoordelen de impact van deze materialen, processen en energie op het milieu. De impact kunnen we meten in verschillende impact categorieën. Een bekende categorie is bijvoorbeeld de hoeveelheid broeikasgassen die worden uitgestoten [kg CO<sub>2eq</sub>].

Om besluitvorming makkelijker te maken worden die verschillende categorieën omgerekend naar 1 eenheid namelijk de schaduwkosten [€].

We onderscheiden de volgende modules bij een LCA:

- Module A: De winning van de benodigde grondstoffen, productie, bouw, transport
- Module B: Gebruik, benodigde vervangingen
- Module C: Sloop, transport, afvalverwerking, en stort
- Module D: Hergebruik en recycling potentie

Een LCA met modules A t/m C noemen we ook wel een cradle-to-grave analyse. Die van modules A t/m D noemen we ook wel de 'cradle-to-cradle' analyse. In module D rapporteren we - separaat van impacts gemeten in modules A t/m C - de potentie van hergebruik en recycling in een opeenvolgende cyclus. Wanneer de LCA voor circulaire ontwerpen wordt gedaan is module D erg belangrijk om uit te voeren. Deze zegt namelijk iets over de kosten en baten van de circulaire lussen. Voor sommige circulaire ontwerpen is module D niet toereikend om de milieu impact te vergelijken<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> van Stijn, A. (2019) Presentatie 'Ontwikkeling Circulaire componenten voor woning renovatie'

Als er in een gebouw(component) gebruik wordt gemaakt van non-virgin materialen, blijft de productie impact van deze materialen verborgen. De impact van deze materialen is namelijk 'afgeschreven' over de eerste cyclus. Dit maakt het gebruik van non-virgin materialen meestal gunstig in een LCA. Echter, soms leidt dit tot een vertekend beeld. Het kan daardoor namelijk lijken dat materialen die heel milieu intensief zijn geweest om te maken, heel 'low-impact' zijn in een tweede toepassing. Houd dit in gedachten. Ook als een ontwerp uitgaat van meerdere toekomstige lussen dan blijven die niet altijd zichtbaar in een standaard LCA. In dit geval kan het uitvoeren van een Circulaire Economie LCA (CE-LCA) of andere Multi-Cyclus LCA parallel aan een standaard LCA extra informatie<sup>10</sup> bieden.

Het maken van een eerste LCA kan, met behulp van doorzettingsvermogen, praktijk tools en databases, zelf worden ondernomen. Zeker 'ruwe' berekeningen in de beginstadia van het ontwerp zijn leerzaam om te doen. Hierdoor krijgt een team inzicht in welke keuzes bijdragen tot een lage of hoge impact. Echter, het is cruciaal dat het meten (en certificeren) van milieu impact berust op een eerlijke, onafhankelijke vergelijking en gedaan wordt volgens de standaard. Het kan daarom handig zijn om een expert in te schakelen.

### **Milieu Prestatie Gebouw (MPG)**

De Nederlandse norm voor het meten van de milieu impact van de materialen van gebouwen is de 'milieuprestatie gebouw' ook wel de MPG. De MPG maakt gebruik van de methode LCA.

Het resultaat is een milieuprofiel en bestaat (sinds 1 januari 2021) uit **19 milieuprestatiecategoriën**.

Dit houdt in dat de LCA wordt berekend aan de hand van 19 milieueffecten die een bouw materiaal in zijn leven veroorzaakt. Zodra de milieu-impact van een product bekend is (obv LCA) dan worden de milieueffecten (19) gewogen en in één getal uitgedrukt. Dit getal is de zogenoemde schaduwprijs in [€].

De definitie van de schaduwprijs is: 'de theoretische schatting van de kosten, die de overheid ervoor over heeft om de milieuschade te voorkomen of te verhelpen'. De schaduwkosten worden daarna vertaald naar schaduwkosten per vierkante meter BVO per jaar [€/m<sup>2</sup>BVO\*jaar]. Met die eenheid kan de uitkomst worden vergeleken met de MPG-norm. Per 1 januari 2018 geldt voor de MPG een maximum grenswaarde van 1,0. De Milieu Prestatie Gebouwen (MPG) is op het moment alleen verplicht bij de aanvraag van een omgevingsvergunning van nieuwe kantoorgebouwen (groter dan 100 m<sup>2</sup>) en nieuwbouwwoningen. Interessante ontwikkeling MPG-renovatie zie [link](#).

### **EPD: Environmental Product Declaration**

Het berekenen van de milieu impact van alle losse bouwproducten en materialen in een gebouw of component kost veel tijd. Dit hoeven we niet iedere keer opnieuw te doen. Daarvoor wordt voor een bouwproduct of materiaal een EPD gemaakt. EPD staat voor Environmental Product Declaration (EPD) en is een transparante methode om geverifieerde data te delen met derden over de Levenscyclus impact van producten. EPD's zijn gebaseerd op ISO14025 en de EN-15804.

Online-databases zoals de Nationale Milieudatabase (NMD) slaan EPD's op in hun dataset en verschaffen daarmee op landelijk en Europees niveau transparante informatie over de impact van producten. Een goed startpunt is om uitsluitend producten toe te passen die in bezit zijn van een EPD, zodat de milieu-impact inzichtelijk is. Echter, niet alle producten en materialen hebben een EPD.

Nieuwe circulaire innovaties zijn meestal (nog) niet in het bezit van EPD. Belangrijk is om in ieder geval te informeren naar de LCA, of EPD van een product. Als deze ontbreekt, vraag waarom en informeer naar de circulariteit van het materiaal.

Producten die een EPD hebben, hebben ook al een paspoort op grondstof niveau. Hieronder staat een voorbeeld van zo'n paspoort van kalkzandsteen elementen.

<sup>10</sup> Eberhardt, L. C. M., van Stijn, A., Nygaard Rasmussen, F., Birkved, M., & Birgisdottir, H. (2020). Development of a life cycle assessment allocation approach for circular economy in the built environment. *Sustainability*, 12(22), 9579.  
En van Stijn, A., Eberhardt, L. C. M., Wouterszoon Jansen, B., & Meijer, A. (2021). A Circular Economy Life Cycle Assessment (CE-LCA) model for buildings and building components. TU Delft. Unpublished

## 2.5 Base materials / Ancillary materials

Sand	50 - 70% by mass
Cement	15 - 30% by mass
Unhydrated lime	10 - 20% by mass
Anhydrite/Gypsum	2 - 5% by mass
Aluminium	0.05 - 0.1% by mass
Mould oil	ancillary material

50 -75% water by mass (with reference to the solid materials) is also used.

Bron | [https://www.ytong.ro/ro/docs/Ytong\\_Autoclaved\\_Aerated\\_Concrete\\_2018.pdf](https://www.ytong.ro/ro/docs/Ytong_Autoclaved_Aerated_Concrete_2018.pdf)

### i

## Embodied en operationele energie

Andere termen die vaak voorbij komen zijn operationele en embodied energie. In dit kader lichten we toe wat hier het verschil tussen is. Met een Life Cycle Energy Assessment is het mogelijk om te meten hoeveel energie [MJ primaire energie] het kost om de materialen van het gebouw (of bouwdeel) te maken over de levensduur. Dit noemen we ook wel **embodied energy**. Embodied energy is dus de som van alle energie die nodig is om goederen of diensten te produceren, beschouwd alsof die energie in het product zelf was verwerkt of 'belichaamd'. Het tegenovergestelde van embodied energy is **operational energy**. Operationele energie is de energie die gebruikt wordt tijdens de gehele levensduur van het gebouw. Denk hierbij aan energie voor het gas-, warmte-, en elektriciteitsverbruik voor verwarming, warm tapwater, installaties, koken, verlichting, elektrische apparaten, etc. Echter kijken we vaak alleen naar de **gebouwgebonden energie** zoals verlichtings-, verwarmings-, koelings- en ventilatiesystemen.

### *Wat beïnvloedt de milieu impact*

Wat beïnvloedt precies de mate van de milieu impact?

Allereerst het type materiaal. Sommige materialen veroorzaken veel impact tijdens productie en recycling en andere weer niet. Ook de hoeveelheid is van belang. Wat is de levensduur van het gebouw, component, onderdeel en materiaal: hoe vaak moet het vervangen worden? [Zie ook H4.1.1](#) technisch, functioneel, economische levensduur.

Indien een element vaak vervangen moet worden brengt dit een hogere milieu impact met zich mee. Daarom is het toepassen van elementen met een lange levensduur meestal gunstig.

Transport en energie spelen eveneens een rol. Zo kun je lineaire materialen vervangen door bio-based materialen, maar kijk ook waar het materiaal vandaan moet komen. Tenslotte, wat gebeurt er na gebruik met het materiaal? Kan het hoogwaardig, meerdere malen worden hergebruikt of gerecycled dan is dit gunstig voor de LCA, mits de componenten, producten en materialen makkelijk te scheiden zijn van elkaar! En, let ook op de impact van die teruglussen. Idealiter hebben de teruglussen een zo laag mogelijke impact in het benodigde transport en verwerking proces.

### *Lage milieu impact nu of later*

Het is belangrijk na te denken over wanneer de impact plaatsvindt in de levenscyclus. Zo kan milieu impact worden verlaagd door virgin materialen demontabel te maken zodat ze in te toekomst herbruikbaar zijn. De impact kan ook worden verlaagd door nu secundaire materialen toe te passen. Virgin materiaal brengt bij gebruik nu, milieu impact (ten gevolge van productie) met zich mee. Pas wanneer je het materiaal gaat hergebruiken over 10/15/30 jaar vindt de milieuwinst plaats. Je hoeft dan tenslotte geen nieuw product meer te produceren. De milieuwinst van hergebruikte materialen toepassen is er 'meteen': je hoeft immers nu geen nieuw materiaal te produceren. Houd hier rekening mee!

### *Materiaal Stroom Analyse (MFA)*

Circulariteit gaat naast milieu impact ook over materiaalgebruik en het blijven cycleren van deze grondstoffen in biologische of technologische lussen. Daarom vergelijken we ook het materiaal ge-, en verbruik ervan in ontwerpvarianten, van het gebouw of component over de levensduur. Hiervoor gebruiken we een Materiaal Stroom Analyse (MFA). Simpel uitgelegd tekenen we om het gebouw of component een 'blokje' en meten we wat er aan materialen ingaat in [kg] en wat eruit komt in [kg].

Dit noemen we de instroom en uitstroom. Uiteraard meten we deze over de levensduur van het gebouw of component (dus inclusief vervangingen). Het is handig om de periode waarover gemeten wordt zoveel mogelijk af te stemmen met de LCA.

We inventariseren in een MFA ook de kwaliteit van instroom en uitstroom materialen. Bij instroom meten we hoeveel procent virgin of non-virgin, hernieuwbaar of eindig, en kritisch of niet kritisch is. Bij uitstroom meten we hoeveel wordt hergebruikt, gereviseerd, gerecycled, gedowncycled, biodegradeerd, verbrand, of gestort. Door herbruikbare uitstroom van de totale hoeveelheid instroom af te halen kan ook het materiaalverbruik van het ontwerp worden berekend.

Uiteraard probeer je in een circulair ontwerp zoveel mogelijk non-virgin-, hernieuwbare-, en niet-kritische instroom en herbruikbare, refurbishbare, recyclebare uitstroom te realiseren. Echter, in een ontwerp kan toepassing van een virgin materiaal niet per se slechter zijn dan de toepassing van een hergebruikt materiaal. Stel, het hergebruikte materiaal leidt tot veel meer vervangingen dan kan het beter zijn om toch voor een virgin materiaal te kiezen<sup>11</sup>. De MFA zegt immers niks over de milieu impact van het ontwerp.

Zie kader 5: Met een MFA onderzoeken we onder anderen:

1. Wat is de bron van het materiaal?
- 2a. Heb je veel of weinig van dit materiaal nodig [kg]?
- 2b. Heeft het materiaal een hoge of lage impact [impact/kg]?
- 3a. Is het materiaal herbruikbaar en of hoogwaardig recyclebaar of wordt het verbrand, gedowncycled of gestort?

In het voorbeeld hieronder is een MFA weergegeven in een materiaalbalans.

kader 5

## Voorbeeld van een Materiaal stroom analyse, MFA

### Materiaal maak je inzichtelijk middels een materialenbalans

Resultaat categorie	Totaal tonnen	Nieuw tonnen	Hernieuwbaar tonnen	Gerecycled tonnen	Hergebruikt tonnen	
Bouwmaterialen	20	13	0	8	0	details
Aarde, asfalt en stenen	148	104	0	44	0	details
Bouwplaats-materiaalverspilling	9	6	0	3	0	details
Materiaal vervangen en gerenoveerd	96	68	4	24	0	details
<i>Totaal</i>	<i>273</i>	<i>191</i>	<i>4</i>	<i>79</i>	<i>0</i>	<i>details</i>

### Building Circularity - Materialen teruggekeerd

Resultaat categorie	Hergebruikt als materiaal tonnen	Recyclen tonnen	Downcyclen tonnen	Gebruik als energie tonnen	Stort tonnen	
Bouwmaterialen	0	18		0	0	details
Aarde, asfalt en stenen	0	0		148	0	details
Bouwplaats-materiaalverspilling	0	1		7	0	details
Materiaal vervangen en gerenoveerd	12	32		0	0	details
<i>Totaal</i>	<i>12</i>	<i>51</i>		<i>155</i>	<i>0</i>	<i>details</i>

Bron | Mandel.nl

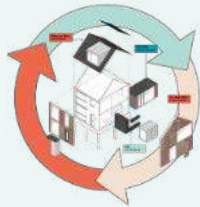
### Wanneer de milieu impact en materiaal gebruik/ verbruik meten

Vaak zijn de bovenstaande meetmethodes best complex om te gebruiken. Ook kan het veel tijd gaan kosten als je meerdere ontwerpscenario's met elkaar wilt vergelijken. Dit betekent dat een meting vaak pas gedaan wordt als een ontwerp al behoorlijk is uitgewerkt. Dit is echter zonde, want hoe langer er gewacht wordt hoe minder er nog veranderd kan worden aan het ontwerp. Vaak kan bij de 'grote'

<sup>11</sup> van Stijn, A, Eberhardt, L. C. M., Wouterszoon Jansen, B., & Meijer, A. (2020). Design guidelines for circular building components based on LCA and MFA. TU Delft. Unpublished.

keuzes in het schetsontwerp (en de haalbaarheidsfase) veel verschil worden gemaakt. Met behulp van de verschillende databases kan je ook zelf 'ruwe' berekeningen maken. Maar het kan ook zinnig zijn om de hulp van adviesbureaus in te schakelen of hun software (tools) toe te passen.

Aan de TU Delft is de milieuprestatie van verschillende circulaire bouwcomponenten met elkaar vergeleken. Hiervoor hebben zij MFA en LCA technieken gebruikt. Het kader gaat dieper in op de lessen die zij hebben geleerd.



## Voorbeeld varianten voor de circulaire schil doorgemeten op circulariteit. Welke is het meest circulair?

In het hoofdstuk circulair ontwerpen kwam al naar voren dat circulariteit op een hoop verschillende manieren kan worden geïntegreerd in gebouwen en componenten. In het REHAB project onderzocht Anne van Stijn, in samenwerking met Leonora Eberhardt, welke aanpak het meest circulair is bij het renoveren van de schil van een woning. In het onderzoek zijn verschillende ontwerpvarianten bedacht en vergeleken op circulariteit. Deze ontwerpvarianten worden hieronder<sup>17</sup> toegelicht.

### Vier varianten voor de Circulaire Renovatieschil

Veel woningen in Nederland moeten energiezuiniger worden gemaakt. Dit gebeurt vaak door de gevel te isoleren van buitenaf, waardoor veel extra materiaal nodig is. Vaak wordt de gevel geïsoleerd met een pakket van isolatieschuim (bijv. EPS of PIR) en afgewerkt met steenstrips. Dit kan zowel in het werk of prefab worden uitgevoerd. Qua circulariteit is zo'n oplossing vaak ook al heel lichtgewicht, met een lange levensduur waarin weinig onderhoud nodig is. Echter worden er eindige, virgin materialen toegepast en worden die verlijmd. Om grondstoflussen verder te vernauwen, vertragen en sluiten zijn verschillende varianten voor de Circulaire Renovatieschil bedacht, waaronder:

- **Variant 1 RECLAIM:** Isolatie gevel uit secundaire materialen, dus re-used or recycled materials. Denk bijvoorbeeld aan een hergebruikt houten houtskeletbouw, gevuld met isolatie van hergebruikte minerale wol. De afwerking bestaat uit hergebruikte houten gevelbekleding bevestigd aan hergebruikte houten stijl- en regelwerk. Door de verbindingen (d.w.z. schroeven en ankers) kan het houtskelet op het einde van zijn levensduur worden gedemonteerd en materialen worden ofwel direct hergebruikt (bijv. de houtskeletbouw), gerecycled (bijv. isolatie van minerale wol), gedowncycled (bijv. de bekleding wordt versnipperd voor de productie van OSB) of verbrand (bijv. het houten stijl-, en regelwerk).
- **Variant 2 BIO-SKIN:** Isolatie gevel uit bio-based en biologisch afbreekbare materialen. Denk bijvoorbeeld aan een houten frame gevuld met hennepisolatie en afgewerkt met leemstuc. Aan het einde van de levensduur worden de materialen dan industrieel gecomposteerd.
- **Variant 3 P2P:** De 'Product2Product (P2P) façade' is gebaseerd op direct hergebruik van bouwproducten: het bestaat uit bouwproducten met een lange technische levensduur met gestandaardiseerde maten. Slimme connectoren worden toegepast die het mogelijk maken om de bouwproducten eenvoudig te demonteren en opnieuw te monteren. Denk bijvoorbeeld aan schuimplaten die achter een aluminium stijl-, en regelwerk worden geklemd waarop keramische gevelplaten worden geklikt. Het businessmodel kan gebaseerd zijn op lease, of verkoop met terugkoop, of verkoop met wederverkoop. Na gebruik kan de gevel worden gedemonteerd, doorverkocht (bijvoorbeeld op een bouw materiaalplatform) en opnieuw worden gemonteerd op een andere gevel.
- **Variant 4 P&P:** De 'Plug-and-play (P&P) façade' past een combinatie van strategieën toe om de kringlopen te vertragen en te sluiten. De P&P-gevel is modulair opgebouwd en scheidt onderdelen op basis van hun functionele en technische levensduur. Het bestaat uit standaard isolatie modules die na gebruik weer kunnen worden hergebruikt op een andere gevel. Door de modules kan de gevel lay-out makkelijk worden aangepast. De houten isolatie modules zijn gevuld met isolatie van gerecyclede cellulose. Voor de afwerking van de gevel kunnen verschillende panelen met standaardafmetingen aan de isolatiemodules worden geklikt. De P&P-gevel wordt ofwel verhuurd, verkocht met terugkoopgarantie of met terugnamegarantie. Indien verkocht, worden bijbehorende onderhoudsabonnementen en updateservices aangeboden. Dit businessmodel geeft een prikkel voor de aanbieder



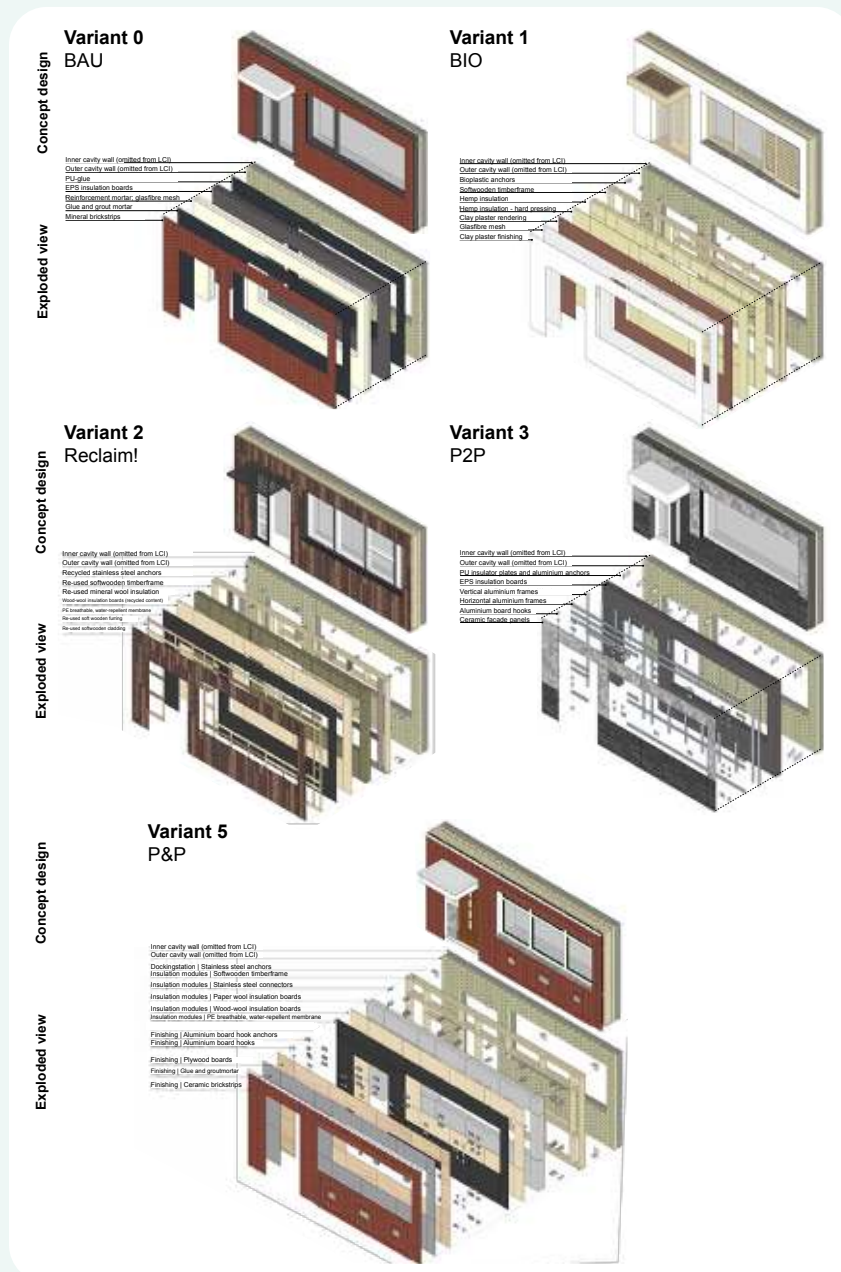
(d.w.z. fabrikant en aannemer) om een gevel te realiseren die gemakkelijk te repareren, updaten, hergebruiken of recyclen is. Na het eerste gebruik kunnen de gevelmodules en panelen worden aangepast en/of hergebruikt op dezelfde of een andere gevel. Wanneer de gevel echt op het einde van zijn levensduur is, kunnen de modules en panelen worden gedemonteerd en worden de materialen gerecycled, gedowncycled of verbrand.

De verschillende schil varianten zijn doorgemeten op de milieuprestatie. Hierbij is gekeken naar zowel milieu impact over alle lussen als naar de materiaalstromen. Uit de eerste resultaten van dit onderzoek blijkt dat de meest circulaire gevel een combinatie van de varianten is. Iedere variant brengt namelijk op een andere manier milieuwinst mee.

Sommige varianten brengen vooral 'nu' milieuwinst mee door minder (en alternatieve) materialen toe te passen. Andere varianten zorgen voor een milieuwinst door in de toekomst te vertragen en te sluiten.

### De ideale gevel

De meest circulaire gevel is dus een modulaire gevel die gedeeltelijke vervanging mogelijk maakt, zoals technische reparaties en functionele en esthetische updates. Zo hoeft alleen datgene te worden vervangen wat echt nodig is en wordt er niet te veel weggegooid. De gevel en onderdelen hebben het liefst meerdere toekomstige cycli. Gebruik standaard maatvoering en demontabele verbindingen om hergebruik mogelijk te maken en pas materialen toe die na het einde van hun levensduur de cirkel te sluiten (recyclebaar zijn). Om de gevel en onderdelen zo lang mogelijk te laten cycleren is het raadzaam om materialen toe te passen met een lange technische levensduur.



Deze gevel is wel het liefst zo efficiënt mogelijk. Let op dat je de modulariteit zo materiaalefficiënt mogelijk realiseert. Kies ook zoveel mogelijk voor niet-virgin materialen, en / of bio-based, biologisch afbreekbare materialen. Daarbij moet er wel op worden gelet dat de materialen een lage impact hebben, een lange levensduur, en dat er niet veel meer materiaal nodig is in vergelijking met virgin, niet-hernieuwbare materialen.

Kortom: zet in op het optimaal vertragen en sluiten van lussen maar doe dit tevens zo efficiënt mogelijk aan de voorkant.

### Een kritische noot

Als toekomstige cycli niet in de keten kunnen worden georganiseerd of in het businessmodel worden gestimuleerd, is het circulaider om een gevel te maken die efficiënt en lichtgewicht is. De gevel wordt dan het liefst zo lang mogelijk in gebruik gehouden; pas materialen toe die low-impact, non-virgin en/of bio-based materialen zijn. Tevens moeten deze materialen biologisch afbreekbaar of recyclebaar zijn door derden.

### Richtlijnen om te onthouden

Het onderzoek sloot af met enkele ontwerprichtlijnen voor bouwcomponenten gebaseerd op de meetresultaten van een circulaire keuken en schil.

- Ontwikkel integraal (ontwerp, keten en business model) en in samenwerking met de stakeholders.
- Denk niet alleen aan de renovatie nu, maar alle cycli/lussen in verleden en toekomst.
- Denk na over het gebouw als een systeem van componenten, onderdelen en materialen met ieder hun eigen levensduur en cyclus.
- Meer R-en is beter.
- Impact van transport is bij lichte bouwcomponenten minder groot dan de productie van materialen. Meer transport om een teruglus te realiseren is vaak minder erg dan het materiaal opnieuw moeten produceren.
- Circulaider maken van een niet-circulaire oplossing heeft vaak minder potentie dan iets circulair opnieuw bedenken.

### Profijt: economische prestatie

Naast het meten van de milieu impact zal men ook een inschatting willen maken van de economische prestatie van de verschillende ontwerpmogelijkheden. Hoeveel kost het over de levensduur heen?

*Bij circulair renoveren zal de verhouding tussen investeringskosten en exploitatiekosten veranderen. Dit kan twee kanten op gaan. Enerzijds kunnen de investeringskosten relatief hoger worden, bijvoorbeeld op het moment dat de restwaarde van producten hoger wordt. Anderzijds kan het ook zo zijn dat de investeringen omlaag gaan en de exploitatiekosten omhoog. Dit is bijvoorbeeld het geval als elementen in een leaseconstructie als dienst worden ingekocht. Bron | Cirkelstad.*

### LCC Life Cycle Costing en TCO Total Cost of Ownership

Het financieel rendement maken we meetbaar door niet alleen directe investeringskosten in acht te nemen maar ook de **levenscyclus kosten (LCC)** af te wegen. Dit zijn alle kosten die gemaakt worden tijdens de levenscyclus van het gebouw of component.

Er wordt onder andere gekeken naar de kosten van materiaal, productie, transport en bouw, maar ook naar die van gebruik, onderhoud en vervanging, alsmede sloop- en afvalverwerkingskosten. Naast de kosten nemen we ook de baten mee. Denk hierbij aan kostenbesparingen door potentiële energiebesparing en opwekking. Ook kostenbesparingen door hergebruik van componenten, onderdelen en materialen kunnen in LCC meegenomen worden, evenals kostenbesparingen door het sturen op deel vervangingen (waardoor vervanging van het gehele gebouw of component kan worden uitgesteld).

Een belangrijke term in de circulaire economie is de restwaarde.

Dit is de geschatte waarde van het gebouw, componenten, producten en materialen na afloop van de levensduur (exploitatiefase). Die restwaarde kan worden opgenomen in de businesscase. Steeds meer externe adviesbureaus zijn hier tools voor aan het ontwikkelen. Door niet alleen te kijken naar onderhoudskosten maar ook restwaarde mee te nemen, kom je tot een financieel positiever resultaat in de exploitatie van je vastgoed object. Let op! In een LCC is restwaarde van componenten, producten en

<sup>17</sup> van Stijn, A, Eberhardt, L. C. M., Wouterszoon Jansen, B., & Meijer, A. (2020). *Design guidelines for circular building components based on LCA and MFA: The case of the Circular Kitchen*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 588, 1–8.

van Stijn, A, Eberhardt, L. C. M., Wouterszoon Jansen, B., & Meijer, A. (2021). *Design guidelines for circular building components based on LCA and MFA*. TU Delft. Unpublished.

materialen niet als aparte categorie opgenomen. Echter, kan het wel verwerkt worden in besparingen in de toekomst.

Een LCC geeft de kosten van alle partijen van de keten gedurende de levenscyclus weer. Voor de producent, woningcorporatie, of gebruiker daarentegen, is het vaak interessanter om 'hun' eigen kosten over de levenscyclus inzichtelijk te krijgen. De LCC kan ook worden uitgevoerd vanuit het perspectief van een stakeholder in de keten.

De totale kosten om het gebouw of component in eigendom te hebben noemen we ook wel de Total Cost of Ownership (TCO).

Bij componenten gebruiken we ook wel Total Cost of Use (TCU). TCU is bijvoorbeeld relevant voor het gebruikersperspectief (huurder) of als de corporatie een component niet aankoopt maar leaset.

Hoewel de investering voor de gehele levenscyclus geldt, mag er geen te grote investeringslast zijn. Anders is het project niet haalbaar, of kan er maar een klein deel van de voorraad aangepakt worden. Om de investeringslast lager te houden kan een circulaire renovatie over verschillende levenscycli worden uitgesmeerd door een componentsgewijze aanpak te hanteren. Daarnaast kan er voor sommige ingrepen gekozen worden voor circulaire businessmodellen (zoals lease) waardoor de voorinvestering lager uitvalt.

#### **Andere manieren om circulariteit te meten.**

Er zijn meerdere manieren om circulariteit te meten.

CB23 houdt bijvoorbeeld de volgende 3 hoofddoelen aan: bescherming van materiaalvoorraden; bescherming van het milieu; bescherming van bestaande waarde. Deze doelen komen overeen met bovenbeschreven meetmethode, alleen wordt profit hier niet direct in mee genomen. Vanuit de behoefte aan een nieuwe uniforme methode voor het meten van circulariteit, is door CB23 de "Leidraad Meten" van circulariteit in de bouw opgesteld link.

## i

### CB 23 Leidraad meten van circulariteit

De Leidraad Meten van circulariteit in de bouw is de eerste stap naar een breed gedragen en geharmoniseerde kern meetmethode voor circulariteit.. Deze kern meetmethode bouwt zoveel mogelijk voort op bestaande meetmethoden voor duurzaamheid en circulariteit. Deze methoden zijn nu geharmoniseerd, waardoor een breed gedragen kern meetmethode is ontstaan. In de kern meetmethode wordt geprobeerd om inzichtelijk te maken in hoeverre materiaal voorraden worden beschermd, in hoeverre het milieu wordt beschermd, en hoe bestaande waarde wordt beschermd.

Andere meetmethodes die worden gebruikt:

- **Circulariteit Prestatie Gebouw (CPG)** link: bij de opzet van de CPG-methode is zoveel mogelijk aangesloten op de resultaten van de GPR Gebouw berekening, met naast de EPG, MPG en DPG ook een subthema circulair materiaalgebruik.
- **Building Circularity Index (BCI)** link. In de BCI-methode heeft Alba Concepts de circulaire economie vertaald in twee KPI's, 3 randvoorwaarden en 3 drivers.
- **Level (s) Embodied Carbon Analysis** Europese methode om duurzaamheid van gebouwen te bepalen. Dit is een raamwerk met indicatoren om de duurzaamheid van gebouwen inzichtelijk te maken. De indicatoren worden berekend volgens bestaande standaarden en methodes. Het raamwerk helpt de 'taal' van duurzaamheid in gebouwen te harmoniseren.
- **Duurzame** Levenscyclus Assessment bestaat uit de volgende drie meetmethodes:
  - Life Cycle Assessment (Milieu-Impact),
  - Life Cycle Costing (Kosten)
  - Social Life Cycle Assessment (GINI-index/coefficient, Human Development Index, SDG's, etc.)

## Hergebruik van bouwmaterialen is nu nog maatwerk...

... maar de berekening van de haalbare milieu impact reductie bij de Gooische Mij levert interessante cijfers op. Het toepassen van gebruikte materialen bij nieuwbouw zou dan ook een logische keuze moeten zijn.

### Milieuwinst

Voor de Gooische Mij heeft het Nederlands Instituut voor Bouwbiologie en Ecologie (NIBE) de milieuwinst doorgerekend voor hergebruik van vijf basis bouwmaterialen: systeemplafonds, de stalen constructie, HPL deuren, houten balken voor de vloeren en underlayment platen. Deze materialen hergebruiken levert een milieuwinst op die varieert tussen de 76 en de 97 procent ten opzichte van nieuw geproduceerd materiaal. In totaal kan er voor het voorbeeldproject een reductie worden behaald van 6920 euro aan schaduwkosten. De milieu-impact die is voorkomen, is gelijk aan 331.100 kilometer rijden in een personenauto. Oftewel ongeveer 640 keer de afstand van Amsterdam naar Parijs. Bijna de helft van deze reductie, ruim 3000 euro aan schaduwkosten, wordt bereikt door hergebruik van stalen HEA 280 liggers. De winst in milieu impact komt, doordat de milieubelastende productie van nieuw staal niet meer nodig is. Vooral de winning van nieuwe grondstoffen zoals ijzererts en steenkool in bijvoorbeeld Australië en Brazilië, het transport over zee naar de hoogovens en het gebruik van steenkool en het omsmelten van ijzererts tot stalen liggers zorgen voor veel impact.

### Circulaire bouw

Op dit moment is hergebruik nog maatwerk. Echter, de milieu impact reductie van 83 procent bij de Gooische Mij in combinatie met besparing op inkoop is dusdanig interessant dat het een logische eerste keus zou moeten zijn om serieus te kijken naar hergebruik van materialen bij nieuwbouw. Wat ook zal toenemen is de productie van 'circulaire' producten. Deze producten zijn gemakkelijk aan te passen aan veranderende eisen. In die gevallen waarin dit echt niet mogelijk is, zijn ze eenvoudig terug te brengen tot zuiver te recyclen grondstoffen. De informatie over de mogelijkheden en de samenstelling van deze producten zijn, bewaard in een centrale database, bereikbaar voor iedere gebouw eigenaar. Zo kunnen zij zien wat de hergebruikopties zijn bij demontage van hun vastgoed. Wanneer we op deze manier de circulaire economie gangbaar maken in Nederland, levert dat veel winst op. Hierbij valt te denken aan de al eerdergenoemde milieu impact reductie, besparing op sloop-, en demontagekosten en besparing op inkoop van nieuwe materialen. Ook zorgt hergebruik en opwaardering van materialen voor nieuwe bedrijvigheid. En tenslotte kan er veel langer, in sommige gevallen zelfs oneindig gebruik worden gemaakt van grondstoffen. Dit is belangrijk want onze grondstofvoorraad is niet oneindig, en bovendien zullen wij minder afhankelijk zijn van andere landen met een grondstofmonopolie.

## 4.2 Circulaire keten en businessmodel: circulariteit organiseren en stimuleren

Een renovatieplan circulair ontwerpen, uitwerken en realiseren is niet genoeg. Na de oplevering van het project zullen alle teruglussen ook echt moeten gaan plaatsvinden. Daarom moet circulariteit ook worden georganiseerd in de keten en gestimuleerd in het businessmodel.

### 4.2.1 Circulaire keten vormen en anders samenwerken met de markt

Bij de traditionele manier van verbouwen en renoveren zijn we gewend om met hoofd- en onderaannemers te werken, die met elkaar concurreren voor de laagste prijs. Hierbij wordt de opdracht door 'interne' teams van de opdrachtgever bedacht en in detail voorgeschreven. Dit leidde niet altijd tot een goede prijs-kwaliteit verhouding.

Inmiddels zijn veel woningcorporaties al op een andere manier gaan samenwerken. Hoofd-, en onderaannemers worden vaker al vroeg in het proces betrokken (al vanaf initiatief of vanaf de voorbereiding). Het idee is dat er veel kennis in de markt is waardoor voor dezelfde (of lagere prijs) een beter eindresultaat kan worden bereikt.

Er bestaat verschil in samenwerkingsvormen, denk aan bouwteams en resultaatgerichte samenwerkingsvormen. Ook bestaat er verschil in de verdeling van taken en verantwoordelijkheden, en verschil in contractvormen. Denk hierbij aan renovaties waarbij er door de aannemer tientallen jaren garantie wordt gegeven over de afgesproken prestatie, en partijen die zowel ontwerpen, bouwen als onderhouden.

Zoals in de initiatieffase al is aangestipt zijn er voor het ontwerpen, uitwerken en uitvoeren van een circulair project andere partners nodig. Maar nadat het project is opgeleverd zullen alle teruglussen van de circulaire economie plaats moeten gaan vinden. Het is in het ontwerpproces dus ook belangrijk om na te denken over het **organiseren** van de 'ontworpen' circulariteit.

Wie gaat verantwoordelijkheid nemen voor het gebruik en waardebehoud van materialen en producten tijdens en na afloop van een project? Kortom, we moeten afspreken welke partner, welke activiteiten, waar doet, en wanneer.

Stel een modulair dak wordt zo ontworpen dat goed herbruikbaar is.

Na 30 jaar wordt de woning gedemonteerd en de dak modules komen vrij. Dan kan het hergebruik op verschillende manieren in de keten georganiseerd zijn<sup>12</sup>.

1. De aannemer (of producent) komt de modules na ontmanteling ophalen en organiseert hergebruik in nieuwe projecten.
2. De sloper demonteert de modules (met korting) en verkoopt de modules weer door.
3. Een materiaalmakelaar koopt de modules van de corporatie en verkoopt deze in het eigen netwerk.
4. De woningcorporatie organiseert hergebruik in eigen voorraad. Zij slaat de modules zelf op, of stemt het vrijkomen en gebruik van materialen in eigen projecten op elkaar af.
5. De woningcorporatie organiseert hergebruik van modules in samenwerking met andere woningcorporaties (denk aan een lokale materialenbank, of een netwerk van repair-, refurbishment groepen).
6. Via een (online) materiaal marktplaats worden de dak modules voor hergebruik aangeboden.
7. De producent, aannemer, onderhoudspartijen en sloper zijn één grote organisatie geworden (verticale integratie van keten) zij organiseren zowel productie, (her)plaatsing, en alle teruglussen van de dak modules.

Dit voorbeeld betreft alleen nog maar de mogelijkheden voor het organiseren van hergebruik van een dak module. Voor alle andere componenten, producten, onderdelen en materialen zijn soortgelijke opties mogelijk. Hetzelfde geldt voor de andere teruglussen zoals onderhoud, reparatie, toekomstige updates en aanpassingen, recycling, etc.

<sup>12</sup> van Stijn, Anne Workshop REHAB

Het maken van een circulair keten model begint met een inventarisatie van alle teruglussen op het niveau van het gebouw, componenten, producten, onderdelen en materialen. Vervolgens kan per lus bekeken worden wie deze kan uitvoeren, waar, en wanneer. Hieruit kan blijken dat er nog aanvullende afspraken moeten worden opgenomen in contracten of dat er partners nodig zijn die nog niet bestaan. Lukt het niet om de keten rond te krijgen? Dan kan het nodig zijn om andere ontwerpkeuzes te maken. Stel dat de circulariteit van een dakmodule grotendeels bepaald wordt door de hergebruik potentie in de toekomst. Alleen er is (nog) geen partij die deze dakmodule wel wil (gaan) hergebruiken. In dat geval is deze module waarschijnlijk toch minder circulair dan in eerste instantie gedacht.

Een circulaire keten opstellen kan een behoorlijke kluit zijn. Er zijn veel materialen, producten en componenten in een gebouw met veel teruglussen. Het is daarom raadzaam een circulaire keten componentsgewijs samen te stellen en deze project-overstijgend met partners te verkennen. Het zal een extra uitdaging worden als de partners die het product maken niet betrokken zijn bij de teruglussen. Dan is er namelijk minder incentive om goed na te denken over de teruglussen en deze zo eenvoudig mogelijk te maken.

### Vastleggen van informatie

Afhankelijk van wie wat doet is het belangrijk om op de juiste plek, over de juiste dingen informatie te documenteren. Denk bijvoorbeeld aan het vastleggen van informatie in een BIM model, of materialenpaspoort. Afhankelijk van het circulaire keten model kan deze worden vastgelegd bij de woningcorporatie, onderhoudsbedrijf, producent, aannemer, of in een nationale database. Meer over het vastleggen van informatie in [hoofdstuk 5.2.1](#).

### Samenwerking met de markt

De omvang van de corporatie kan van invloed zijn op de samenwerking met marktpartijen. Zo zullen relatief kleine corporaties andere mogelijkheden tot samenwerking met de markt hebben dan een grotere corporatie.

## De rollen van de ketenpartijen veranderen

Door het toepassen van nieuwe businessmodellen en door het zien van bestaande bouwwerken als bron van materialen, ontstaan er andere rollen:

- **Woningbouwcorporatie:** In plaats van eigenaar van een woningportefeuille, worden woningbouwcorporaties nu ook leverancier van materialen zodra deze vrijkomen door sloop. Dit lukt steeds beter dankzij digitalisering. Hierdoor is het eenvoudiger om mutatie behoefte en materiaal aanbod te sturen en te voorspellen. Een woningcorporatie kan de sloper vragen om materialen die vrijkomen en herbruikbaar zijn, op te slaan op eigen terrein. Dit kan als voorwaarden worden opgenomen in de aanvraag aan de sloper.
- **Sloper:** In plaats van het slopen van oude gebouwen zullen slopers steeds meer materialen gaan 'oogsten' voor hergebruik. Hun rol zal steeds meer gaan verschuiven naar een demontage-, transport-, en opslagbedrijf. In sommige gevallen worden er bij het aannemen van een sloopwerk al afspraken gemaakt dat materialen worden hergebruikt (bron: Vlasman, 2020). Woningbouwcorporaties hebben in deze transitie veel invloed omdat zij in de sloopbestekken kunnen sturen hoe materiaal uit gebouwen wordt gehaald en waar het naartoe wordt gebracht. Daarnaast kunnen ze ook in de renovatiebestekken opnemen dat aannemers gebruik moeten maken van hergebruikt materiaal.
- **(Onder)aannemer:** Voor de aannemers is de focus vooral gericht op montage niveau en de logistiek. Het remontabel monteren van materialen zal leiden tot meer modulaire en prefab elementen. Daarnaast kan het prefab en demontabel bouwen en monteren helpen bij het verkorten van de bouwtijd. Ook zal BIM een vereiste worden. Aannemers krijgen dus steeds meer te maken met digitalisering en modulair, demontabel bouwen. Het hergebruiken van materialen zal mogelijk wel tot meer handelingen leiden, namelijk, om het materiaal schoon te maken en te herbewerken.

- **Leveranciers van materialen en groothandels:** Hun kans ligt in het combineren van hergebruikte en nieuwe (circulaire) materialen. Hierdoor hebben ze een breder aanbod en kunnen ze hybride leveren. Daar zullen ze een refurbish lijn voor moeten opzetten en eventueel gaan samenwerken met slopers. De uitdaging zal liggen in de normering en kwaliteit van hergebruikte materialen.
- **Materiaal producenten:** Producenten zullen prefab, modulaire en remontabele concept oplossingen ontwikkelen in samenwerking met andere producenten. Een voorbeeld van zo'n conceptoplossing is een badkamer en keuken met een alles in 1 module. Door de toenemende materiaalschaarste zullen producenten het materiaal van hun eigen gesloopte product steeds meer als grondstof gaan zien voor hun nieuwe producten. Ze zullen dus gebruik gaan maken van grondstoffen die ze zelf kunnen hergebruiken. Hierbij is het van belang dat de grondstoffen niet worden vermengd met giftige en onoplosbare bindmiddelen.

Bron | Eigen Haard Circulaire Mutatie eindrapportage

## 4.2.2 Circulair renoveren vraagt om circulaire businessmodellen

Naast een circulair ontwerp en circulaire keten moet de circulariteit ook worden gestimuleerd in een circulair businessmodel. Vaak wordt gesproken over het terugleggen van de verantwoordelijkheid voor een product, na verkoop (of na oplevering), in de producerende keten. Wanneer producerende ketenpartners zelf verantwoordelijk zijn voor onderhoud, updates, hergebruik, recycling, etc., dan wordt dit in het ontwerp beter mogelijk gemaakt.

Wij voegen hier graag het woord 'belang' aan toe. Het circulaire waardebehoud (zoals reparatie, refurbishen, hergebruik) moet minstens zo interessant worden voor de stakeholders als 'nieuwe verkoop', om te zorgen dat circulaire potentie ook echt gerealiseerd wordt.

Om het implementeren van nieuwe businessmodellen te laten slagen, dient er te worden nagedacht over de volgende onderdelen<sup>13</sup>.

- Wie zijn de betrokkenen?
- Wie is de klant, en wie is de eigenaar?
- Hoe ziet het verdienmodel eruit?
- Wat is de waarde propositie?
- Wat zijn de kosten?
- Welke adoptiefactoren zien we?

In de literatuur worden verschillende circulaire businessmodellen genoemd.

Veel zijn er bedacht voor producten (in plaats van gebouwen). Een aantal businessmodellen voor renovatie zijn hierop gebaseerd<sup>14</sup>, maar ze zijn veelal nog in ontwikkeling. Hieronder lichten we deze toe.

### 1. Bouw(component) als dienst:

Producten worden niet meer verkocht, maar aangeboden als dienst met **lease, huur, of pay-per-use** contracten. Hier kunnen we onderscheid maken tussen het 'leasen' van het gebouw, component, of product zelf, of het betalen voor de prestatie. Het is bijvoorbeeld mogelijk om de warmtepomp te leasen, of te betalen voor een warm binnenklimaat. Omdat producten in het bezit blijven van de producent, is deze samen met de installateur ook verantwoordelijk voor onderhoud, hergebruik, refurbishen en de 'end-of-life'-oplossing.

Soms horen ook updates in het pakket, maar die kunnen ook los aangeboden worden. De producent zal daarom al bij het ontwerp nadenken over deze aspecten. Houdt bij lease en koop met terugkoop/terugname ook rekening met wat er gebeurt als een marktpartij failliet gaat. Wie neemt dan de verantwoordelijkheden over?

Het voordeel van dit model is dat voorfinanciering bij de marktpartijen ligt, waardoor een ingreep aan de voorkant minder hoeft te kosten. Dure energiemaatregelen kunnen zo sneller worden geïmplementeerd.

<sup>13</sup> van Stijn, Anne, & Gruis, V. (2020). [Towards a circular built environment: An integral design tool for circular building components. Smart and Sustainable Built Environment, 9\(4\), 635–653.](#)

<sup>14</sup> De businessmodellen zijn beschreven in: [bron samenvatting rehab workshop](#). Anne zijn o.a. geïnspireerd op: Bakker, C., den Hollander, M., van Hinte, E., & Zijlstra, Y. (2014). [Products That Last. Delft: TU Delft Library & Marcel den Hollander IDRC.](#) & Bocken, N. M. P., de Pauw, I., Bakker, C., & van der Grinten, B. (2016). [Product design and business model strategies for a circular economy. Journal of Industrial and Production Engineering, 33\(5\), 308–320.](#)

& Tukker, A. (2004). [Eight Types of Product Service Systems. Business Strategy and the Environment, 13, 246–260.](#)



## **2. Koop-terugkoop:**

De producent hoeft niet altijd eigenaar te blijven van een component of product. Soms kan dit namelijk fiscaal onaantrekkelijk zijn.

Bovendien kunnen woningcorporaties vaak onder betere voorwaarden geld lenen, waardoor dit goedkoper kan zijn dan voorfinanciering door marktpartijen. Gekozen kan worden voor een constructie waarbij het product wel wordt verkocht, maar waarbij gelijktijdig een afspraak wordt gemaakt over de terugkoop ervan na gebruik. Dit zorgt ervoor dat de producent wel nadenkt over onderhoud, demontabiliteit, herbruikbaarheid en restwaarde van zijn product. Het is dan ook denkbaar dat de aanbiedende partij zelf onderhoud-, reparatie-, update servicepakketten aanbiedt naast de verkoop. Als de eindwaarde van het product bij voorbaat al kan worden vastgesteld is het ook mogelijk om deze vooraf al door te berekenen aan de klant: “voor verrekende” koop met terugkoop. Dit betekent dan al aan de voorkant een lagere investering.

## **3. Koop-doorverkoop:**

Dit is een variatie op het koop-terugkoopmodel waarbij niet de producent het component of product terugkoopt bij de ‘end-of-life’, maar waarbij de corporatie het zelf doorverkoopt. Of er worden afspraken gemaakt met een derde partij voor de verkoop, soms met gegarandeerde restwaarde. Dit model past ook goed bij een platform economie. Woningcorporaties kunnen bijvoorbeeld lokaal samenwerken om materialen onderling her te gebruiken. Ook commerciële component-, product- en materiaalplatformen zijn denkbaar. Omdat er geen incentive is bij de producent voor waardebehoud zal de woningcorporatie wel duidelijke circulaire eisen moeten specificeren bij het ontwerpen of aanschaffen ervan. Denk hierbij aan eisen ten aanzien van de levensduur, het reparatiegemak, herbruikbaarheid, recyclebaarheid.

## **4. Koop met terugname:**

Dit model is vergelijkbaar met de koop-terugkoop. Echter, er worden alleen afspraken gemaakt met de producent, aannemer of installateur, over terugname. Dit levert ook een prikkel op om na te denken over de circulariteit van het product maar verplicht niet tot het bieden van de eindwaarde na gebruik. Uiteraard kan het daarom zijn dat de klant kiest voor een doorverkoop als elders meer geboden wordt. Door het lagere risico is dit model een goed transitie-model. Wanneer er aan de voorkant geen zekerheid is of er een eindwaarde is kan dit model soelaas bieden. Wanneer er in de loop der tijd duidelijkheid komt over de eindwaarde, kan een geleidelijke transitie plaatsvinden naar koop met terugkoop.

## **5. Groene Koop:**

In het groene koop model verandert er weinig aan het huidige businessmodel en de keten.

Component, product, of materiaal worden verkocht. De woningcorporatie is na oplevering zelf verantwoordelijk voor het gebruik en de teruglussen. Dit kan alleen circulair zijn als het product zelf bijna ‘impact-loos groen’ is. In de praktijk blijkt dit natuurlijk lastig.

### **Hoe kies je een businessmodel?**

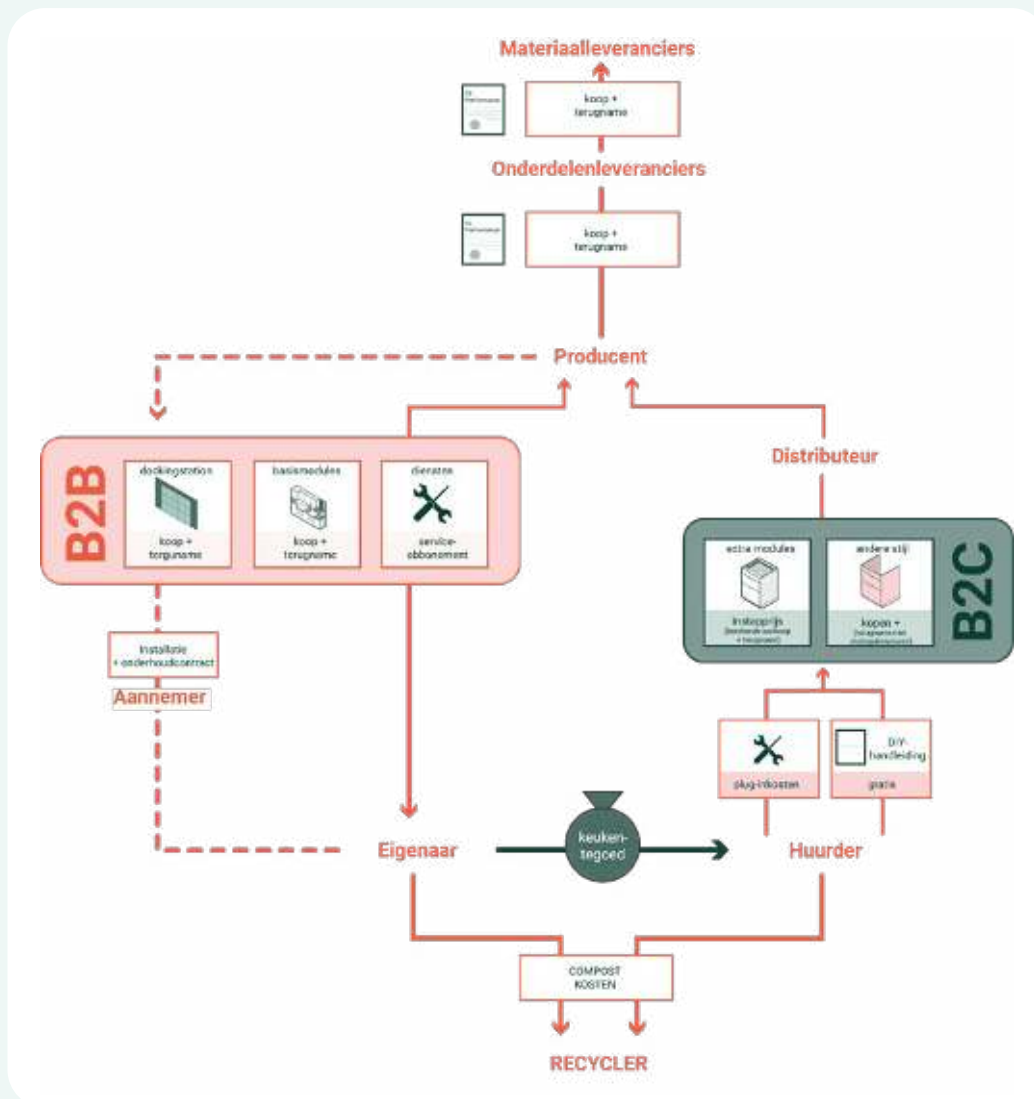
Bij circulaire businessmodellen staat centraal dat partijen die het beste de verantwoordelijkheid kunnen dragen voor producten en materialen, de controle hierover behouden. Voor elementen met een lange levensduur is dit veelal de eigenaar van het bouwwerk, dus de corporatie zelf.

Voor elementen met een kortere levensduur kan dit soms beter de producent of de leverancier zijn. Er zijn ook andere factoren die kunnen meespelen bij het bepalen van het businessmodel. Zo is bij een leaseconstructie vaak de producent verantwoordelijk voor renovatie en onderhoud. De vraag is of dit wenselijk is. Soms hebben de onderhoudsteams van de woningbouwcorporatie zelf, ook een sociale functie. Zij zijn degenen die direct contact hebben met de bewoners en een beeld hebben bij wat er daar speelt. Als je die sociale functie als woningbouwcorporatie wilt behouden dan dien je hier rekening mee te houden bij het wel of niet toepassen van een leasemodel. Of ervoor kiezen om zo’n model alleen toe te passen voor gemeenschappelijke installaties, zoals zonnepanelen of liften, waar de sociale functie minder belangrijk is<sup>15</sup>. Ook kan een woningcorporatie zich afvragen of het feitelijk ‘bezitloos’ worden wel een gewenste ontwikkeling is.

<sup>15</sup> Cirkelstad “Circulair bouwen door woningbouwcorporaties”, 2018

# Businessmodel Circulaire Keuken

Het businessmodel van de circulaire keuken is zowel gericht op business to business (B2B) als op business to consumer (B2C). Dit kan op verschillende manieren worden ingericht.



## Voorbeeld B2B

In de B2B-branche wordt de verkoop van het dockingstation en de basismodules gecombineerd met een onderhoudsabonnement en terugnamegarantie. Dit stimuleert de fabrikant om producten te maken die gemakkelijk zijn te repareren en die je daardoor een tweede (of derde, vierde...) leven kunt geven. De koper kan kiezen uit talloze keukenopstellingen: van een keukenmodule met alleen een spoelbak tot een zeer uitgebreide opstelling die in alle behoeften voorziet.

## Voorbeeld B2C

Denk voor de B2C-branche aan een scenario waarbij de dockingstations en basismodules al zijn geïnstalleerd, bijvoorbeeld tijdens de bouw of door eerdere bewoners. Bij lokale distributiepunten of dealers kopen keukengebruikers via constructies als lease en verkoop met terugname extra modules en stijlpakketten voor hun keukens. Dit model stimuleert de gebruikers het product na gebruik terug te sturen.

*Keukenproducent Bribus onderzoekt met stakeholders het best passende businessmodel. Naar verwachting worden in 2021 de eerste resultaten gepubliceerd.*

### Terugkoppeling ontwerp en keten

Na het kiezen van een businessmodel is het noodzakelijk weer terug te koppelen naar het gekozen ontwerp en ketenmodel. Wordt er gekozen voor een 'groene koop' model terwijl het ontwerp gebaseerd is op herbruikbare modules, dan zal het ontwerp weer aangepast moeten worden. Als geen van de partners hergebruik ziet zitten in het businessmodel of als activiteit in de keten, dan is het circulair-der om voor een ontwerp te kiezen waarin circulariteit is gestoeld op het gebruik van non-virgin of bio-based materialen<sup>16</sup>.

Kies je als corporatie ervoor om een installatie of bouwdeel te leasen, dan moet het ontwerp van circulaire keten wellicht weer worden bijgeschaafd. Denk bijvoorbeeld na over klachten. Normaliter kloppen bewoners voor reparaties altijd eerst bij de corporatie aan. Bij lease moet de producent deze activiteiten over nemen. Dan moet het in de keten wel zo georganiseerd zijn, dat de producent voor de bewoners klaar staat als het nodig is.

Zo kan het noodzakelijk zijn om enkele iteraties te maken. Uiteindelijk moeten het circulaire ontwerp van het gebouw, component of renovatieplan naadloos aansluiten bij de gekozen circulaire keten(s) en business model(len).

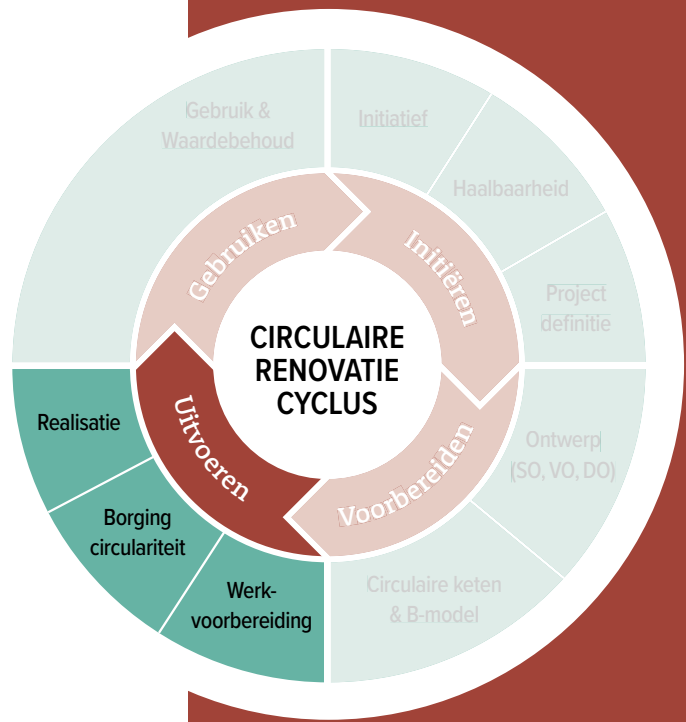
---

<sup>16</sup> van Stijn, A, Eberhardt, L. C. M., Wouterszoon Jansen, B., & Meijer, A. (2021). Design guidelines for circular building components based on LCA and MFA. Tu Delft. Unpublished.

# 5

## UITVOEREN

De uitvoering is bij uitstek een fase, waarin circulariteit een rol moet worden toebedeeld.



De uitvoering bestaat uit 3 fasen.

De uitvoering resulteert in de oplevering en acceptatie van het renovatieproject door respectievelijk de opdrachtnemende-, en de opdrachtgevende partij(en)). Daarmee eindigt de uitvoering en wordt overgegaan tot het gebruik (en waarde behoud).

1. De werkvoorbereidingsfase. Hier draait alles om goede communicatie en circulair inkopen.
2. De borging van de circulariteit. Borging zal gedurende alle fasen van het renovatieproces aanwezig moeten zijn. Alleen in de uitvoering leggen we hier extra nadruk op. In de uitvoering worden vaak nog veel keuzes gemaakt, regelmatig onder tijdsdruk. Bovendien worden in de uitvoering vaak nieuwe (uitvoerende) ketenpartners betrokken. Zij hebben het circulaire denken in de initiatief en voorbereiding niet meegekregen. Daarom besteden we hier in de uitvoering apart aandacht aan.
3. De realisatie. Hier staat op de voorgrond, het in stand houden van de (circulaire) motivatie, en het nauwkeurig en afvalvrij werken.

## 5.1 Werkvoorbereiding: communicatie en circulair inkopen

Tijdens de werkvoorbereiding zorgt de opdrachtgever (vaak in samenwerking met uitvoerende partij) ervoor dat de benodigde vergunningen en ontheffingen binnenkomen. Deze zijn nodig om te starten met de uitvoering<sup>1</sup>. In de werkvoorbereiding wordt een gedetailleerde planning en begroting gemaakt, rekening houdend met de circulaire plannen. Daarnaast zullen bouwcomponenten, producten en materialen circulair worden ingekocht met daarop afgestemde werktekeningen.

Gedurende deze fase zullen veel nieuwe partners aansluiten. Bovendien kan bij de aannemer sprake zijn van personeelwisseling waarbij het realisatie-team het project overneemt. Het meenemen van de nieuwe teamleden in circulaire ambities en ontwerpplannen is cruciaal. Een goede (start) kick-off met het gehele project- en uitvoeringsteam is dus van belang.

Bij een circulair renovatietraject zal er meer sturing plaatsvinden. Dit is nodig om de circulaire plannen echt een plaats te laten krijgen in de uitwerking en erop toe te zien dat deze daadwerkelijk worden gerealiseerd. Hieronder worden de aandachtspunten in de werkvoorbereiding toegelicht.

### 5.1.1 Circulariteit inbrengen in het uitvoeringsplan: meer tijd

Circulair bouwen is nog geen gemeengoed. Om alle betrokken partijen (leveranciers van circulaire materialen, projectteam, uitvoerders) mee te nemen in deze nieuwe manier van bouwen, is er voor alle aspecten binnen het uitvoeringsplan meer tijd nodig. Enerzijds hebben alle betrokkenen meer tijd nodig om te weten wat er moet gebeuren en hoe ze dat moeten doen. Anderzijds duren sommige stappen in de uitvoering ook langer. Denk hierbij aan het vinden van hergebruikte materialen, het oogsten van te hergebruiken materialen en het reviseren van de geogste materialen. Daarnaast kan de levertijd van circulaire producten langer zijn, omdat deze bijvoorbeeld niet op voorraad zijn. Er is ook ruimte nodig voor experimenteren, circulariteit meten en evaluaties. Wellicht is meer tijd nodig om uitgangspunten en plannen bij te stellen. Met andere woorden, tijd nemen voor het leerproces is noodzakelijk voor het succesvol realiseren van circulariteit in renovatie.

### 5.1.2 Communicatie

#### Neem de projecttrein mee en zorg voor een goede koppeling tussen de wagons

Vaak vindt een renovatieproject plaats in een 'treintje'. Bij grotere aannemers kan het zijn dat de planontwikkelaars het project 'doorgeven' aan de afdeling uitvoering. Hierbij haken ook weer andere ketenpartners aan om het bedachte plan te realiseren op de bouwplaats. Doordat er steeds andere partijen betrokken raken, is een goede overdracht tussen alle partijen essentieel.

<sup>1</sup> dr. Ir H. van Nunen iov RVO (2020)  
"Woningcorporaties als opdrachtgever voor  
circulaire renovatie en nieuwbouw"

De bouw heeft een traditie waarin we dingen ‘doen zoals we altijd doen’. Als we het bouwen anders gaan aanpakken, met andere technieken en andere materialen, bestaat er een grote kans, dat er al snel weer wordt vervallen in oude werkwijzen.

Om dit te voorkomen dient er in deze fase voldoende tijd te worden besteed aan afstemming. Allereerst is het belangrijk om alle ketenpartners (en alle individuen) die betrokken zijn in het project mee te nemen in het circulaire denken. Om het nut van een andere manier van bouwen in te zien, is het belangrijk dat iedereen snapt wat circulair is, wat de doelen zijn, hoe het plan bedacht is en wat er anders moet. Besteed ook aandacht aan het ‘waarom’. Maak deze informatie daarnaast ook zo concreet en specifiek mogelijk per stakeholder en individu. Het is evident dat theorie en ontwerpprincipes bij de ontwerpers geen vragen oproepen, maar een inkoper is wellicht meer geholpen met een checklist of flowchart voor circulair inkopen. Een voorman is eerder geholpen met concrete handvatten hoe de bouwplaats circulair moeten worden ingericht en aangestuurd. Diegenen die de renovatie daadwerkelijk realiseren (de schilders, timmerlieden, etc.) zullen vakspecifieke guidelines nodig hebben. Houd er dus rekening mee dat bij iedere ‘overdracht’ er workshops, lunch meetings, of toolboxmeetings nodig zijn om nieuwe mensen mee te nemen in de circulaire plannen.

### Communicatie naar de bewoners

Draagvlak creëren bij bewoners begint al bij het initiatief. Door hen tijdig mee te nemen in de renovatieplannen zorg je voor meer draagvlak op het moment dat bewoners moeten instemmen met de plannen en met de uitvoering. Ook kan zo bij de bewoners circulair bewustzijn worden gecreëerd.

Het is nuttig om hen te laten inzien hoe zij profijt kunnen hebben van de veranderingen, en hoe circulariteit daaraan bijdraagt. Bijvoorbeeld, door de toepassing van circulaire, modulaire oplossingen kan een renovatie beter op de wensen van de bewoners worden afgestemd, en/of kan deze in de toekomst beter worden aangepast aan veranderende woonwensen.

Neem eventuele zorgen weg door aan te geven dat een circulaire werkwijze niet ten koste zal gaan van de kwaliteit, het comfort en de betaalbaarheid van de woning.

Voor huurders is circulariteit uiteraard maar één van de aspecten van de renovatie. Zorg dat je ook de andere aspecten belicht die voor hen relevant(er) zijn, zoals verhoging van de woonlasten, de te verwachten overlast bij de renovatie, maar bijvoorbeeld ook de verbetering van het binnenmilieu (verhelpen van problemen met vocht en tocht).

### 5.1.3. Koop circulair in

Bij het uitwerken van de businesscase is het dan ook nodig om te bepalen wat de toekomstige woonlasten van huurders zijn. Hiervoor moet er een beeld zijn van de huidige woonlasten van huurders<sup>2</sup>. Bij een circulair project kan het helpen om de inkoper al bij de start aan tafel te hebben. De inkoper kan zo meedenken en helpen met het aandragen van goede producten en materialen voor het ontwerp. Nadat een woning met het oog op circulair bouwen zorgvuldig is ontworpen, moet dat in de fase van bouwvoorbereiding en uitvoering worden waargemaakt. Waar moet je in deze fase op letten?

Hieronder worden enkele vuistregels voor het inkopen toegelicht<sup>3</sup>

- Zorg dat producten en materialen waarvoor in het ontwerpstadium is gekozen, inderdaad worden ingekocht. Koop in ieder geval geen materialen waarvan de milieu-impact groter is, ook al zijn die misschien iets goedkoper of direct uit voorraad leverbaar. Begin dan ook op tijd met het inkoopproces.
- Koop de juiste materialen op maat en gefaseerd in. Registreer doorlooptijd, voorraden en restanten en stel de marges van inkoop indien nodig bij.
- Maak afspraken met leveranciers over het terugnemen van restanten.
- Houd het materialenpaspoort bij.

<sup>2</sup> CE Delft i.o.v. Aedes (maart 2020) “Aansluiten op warmtenetten Handreiking”

<sup>3</sup> LENTE AKKOORD (december 2018) “Aan de slag met circulaire woningbouw”

- Als een product dat in het bestek is voorgeschreven niet beschikbaar is, zorg dan voor een gelijkwaardig alternatief. Doe dat waar nodig in overleg met de opdrachtgever. Vraag de leveranciers naar de meest duurzame varianten van componenten en materialen. Ook in de gevalideerde rekentools, waarmee de MPG-berekening is gemaakt, kun je deze producten kiezen. Check dan ook tot welke MPG een andere productkeuze leidt.

Naast deze vuistregels kunnen inkopers onderstaande 9 geboden als leidraad nemen. Deze geboden dienen als simpele regels om de inkoper bewust te maken van circulair inkopen.

## i

# Do's van de Circulaire Inkoper

Opgesteld door Anne van Stijn samen met de ketenpartners tijdens het REHAB-project.

- 1 Is er al een circulair product of materiaal gespecificeerd, dan die bij voorkeur inkopen.**
- 2 Moet je zelf kiezen maak dan de afweging tussen:**
  1. Kosten (aanschaf en kosten over de levensduur)
  2. Functionele waarde (kwaliteit)
  3. Milieuprestatie
    - a. Materiaal van de bron (hernieuwbaar/ eindig/ nieuw/ hergebruikt materiaal)
    - b. Impact over de levensduur (vraag naar LCA, EPD of MPG-scores)
    - c. Materiaal aan het einde (recyclebaar?)
- 3 Draag er zorg voor dat alle materialen die over zijn na de bouw kunnen worden terug geleverd aan de producent, hergebruikt in een ander project, doorverkocht, ofwel hoogwaardig gerecycled.**
- 4 Leg de vraag bij de markt: vraag naar hun meest circulaire product.**
- 5 Zoek naar een partij die serieus bezig is met circulariteit.**
- 6 Vraag bij de producent of het product of materiaal kan worden onderhouden, gerepareerd, hergebruikt, ge-update en/of gerecycled.**
- 7 Vraag bij de producent ook naar hun rol in deze processen:**
  - a. Doen ze zelf onderhoud?
  - b. Nemen ze hun producten bijvoorbeeld terug?
- 8 Kun je circulaire afspraken opnemen in de contracten?**
  - a. Onderhoud en reparatie
  - b. Hergebruik
  - c. Recycling
  - d. Verpakkingsmateriaal, zo min mogelijk ("afval")
- 9 Start met de producten die de meeste impact kunnen gaan maken of quick wins.**

Denk aan de producten waar heel veel van moet worden ingekocht. (Of producten die kunnen worden weggelaten, niet hoeven worden ingekocht, zoals single use plastic afstand houders, of deze vervangen door her te gebruiken producten. Etc.)



## Eigen Haard en ERA Contour Circulaire aanbouw

### Circulaire aanbouw

Wat is de beste aanpak voor het aanbrengen van circulariteit in renovatiewoningen? Deze vraag stond centraal in de samenwerking tussen Eigen Haard, ERA Contour en TU Delft. In een pilot onderzochten deze partijen gezamenlijk hoe een bestaand tochtportaal van sociale huurwoningen zo circulaair mogelijk kon worden gerenoveerd. Belangrijk in deze pilot was dat de lessen opschaalbaar waren naar een volledige aanbouw. Inmiddels is er bij 2 modelwoningen een circulaire aanbouw gerealiseerd. Op de planning staat de realisatie van nog eens 58 woningen in dezelfde straat en nog eens 40 circulaire aanbouwen.

### Nauwe samenwerking vanaf de start

Wat deze aanpak succesvol maakte was dat de corporatie, de bouwer, en de architect vanaf de start van de pilot nauw hebben samengewerkt. Zo werden er veel gezamenlijke werksessies georganiseerd. In deze werksessies kwamen verschillende aspecten van circulariteit uitgebreid aan bod. Dit hielp om tot een gezamenlijke ambitie te komen en om de focus te leggen op herbruikbare en bio-based materialen, modulariteit, standaardisatie en losmaakbaarheid. Door samen met alle ketenpartijen goed de tijd te nemen in het voortraject en door te starten met 2 proefwoningen, is de verwachting dat er minder verrassingen zullen ontstaan tijdens de realisatiefase. Daarnaast is de projectleider van ERA Contour vanaf de conceptontwikkeling in het voortraject tot en met de realisatiefase nauw betrokken. Hierdoor wordt de continuïteit geborgd gedurende het hele proces. Tot slot werd er in de uitvoering extra tijd genomen om rol-specifieke, circulaire richtlijnen op te stellen voor de partners en individuen die in de werkvoorbereiding en realisatie aansloten bij het project. Zo werden bijvoorbeeld de 'Do's voor de circulaire inkoper' opgesteld.

### Geleerde lessen m.b.t. realiseren van circulaire aanbouw

- Loop niet te hard van stapel, ontdek eerst met de (hele) werkgroep wat circulariteit betekent en wat het beoogde doel is. De sessies met Anne van Stijn van de TU Delft waren hierin zeer waardevol.
- Je hebt marktpartijen nodig bij de ontwikkeling en het technisch uitvoerbaar maken.
- Combineer de uitvraag van een project met een circulaire pilot, zo snijdt het mes aan twee kanten.
- Vanaf de start samenwerken met aannemer, architect en sloper maakt het eenvoudiger met hergebruik van materiaal te werken.
- De vraag stellen in de uitvraag brengt de keten in beweging.
- Voor wat betreft het meten van circulariteit hebben we meer zicht gekregen op de verschillende componenten die meewegen in de keuze voor een bepaalde methodiek.





Ilse en Fred

*“Hou het klein en leer door te doen...”*

... Een renovatieproject direct helemaal circulair maken is een utopie. Wij hebben er bewust voor gekozen 1 element uit te werken zijnde het tochtportaal die toch al vervangen moest worden. Hierdoor hebben we snel resultaat geboekt. De nieuwe circulaire aanbouw is zo ontworpen dat deze makkelijk is uit te breiden tot een volledige aanbouw, werkkast op een balkon, opbouw voor technische installaties, etc. Bij Eigen Haard lopen diverse circulaire pilots, de insteek hierbij is dat ze allen toepasbaar zijn bij volgende projecten. We nemen de geleerde lessen uit de pilots mee en kijken bij een volgend project of we weer een klein onderdeel kunnen toevoegen aan onze lijst met circulaire oplossingen.”

Saskia

*“Door één element te nemen bleef het behapbaar...”*

... Het risico is dat je te veel tegelijk wil. Alles wat wij daar hebben geleerd kunnen we weer meenemen in volgende projecten. En dan heb ik het niet alleen over de aanbouw, maar ook over het proces. Welke stappen zet je om zo circulair mogelijk te ontwikkelen. En welke keuzes maak je hierin?”

## 5.2 Borging circulariteit

Circulariteit moet worden gewaarborgd tijdens alle fases van het renovatieproces. Hier verstaan we onder: bewaking van het PvE, de circulaire ambitie en doelstellingen, de begroting, en de tijdsplanning tijdens de uitvoering. Door regelmatig evaluatiemomenten in te plannen in zowel de werkvoorbereidings-, als de uitvoeringsfase, kun je monitoren of alle relevante partijen op de juiste wijze invulling geven aan het thema circulair bouwen. En dat circulariteit wordt gewaarborgd tijdens alle fases van het renovatieproces. Zo kan tijdig worden bijgestuurd. Onderstaande punten zijn hierbij van belang.

### 5.2.1. Verslaglegging

Kwaliteitsbewaking in werkvoorbereiding en realisatie kan door het maken van goede onderlinge afspraken en regelmatige momenten van terugkoppeling. Daarnaast moet de circulariteit van het geleverde werk geëvalueerd worden. In veel gevallen strookt het uiteindelijke uitvoeringsbestek niet helemaal met het ontwerpbestek, bijvoorbeeld omdat er toch voor andere materialen is gekozen bij het inkopen. Door van tevoren af te spreken dat ook de materialen die niet in het ontwerpbestek staan moeten aansluiten op de circulaire ambitie van de woningcorporatie, blijft circulariteit geborgd.

Het goed vastleggen van wat er is gebeurd tijdens de uitvoering is hiervoor belangrijk. Maar ook de verslaglegging van eerdere circulaire projecten is zeer waardevol: Wat zijn de geleerde lessen? Wat waren de *best practices*? Het maakt daarbij niet uit of het betrekking heeft op een groot project of een klein onderdeel van de renovatie: elke circulaire stap brengt waardevolle informatie met zich mee, om een volgende stap te kunnen zetten.

In de ontwerpfase is er als het goed is nagedacht over de eindfase van een gebouw(onderdeel) en de materialen die daarbij vrijkomen. Zo kan het potentieel van de materialen die vrijkomen bij een circulaire sloopwijze al vooraf worden vastgelegd. Door de gekozen materialen op levensduur van de verschillende onderdelen vast te leggen, weet je dus ook wanneer er welke materialen zullen vrijkomen.

Het verlengen van de levensduur van het gebouw of product wordt gerealiseerd door het onderhoud van de verschillende onderdelen optimaal te organiseren en het gebouw flexibel te ontwerpen. Hiervoor is het nodig om in de bestektekeningen en technische omschrijving niet alleen de toepassing van de producten of het materiaal te omschrijven, maar ook de afspraken over hoe het product/component moet worden onderhouden, hoe het kan worden aangepast, en hoe onderdelen/materialen weer uit elkaar

moeten worden gehaald en kunnen worden hergebruikt of gerecycled. Door dit aan de voorkant goed te beschrijven, wordt het gemakkelijker om het vast te leggen in een BIM model of een materialenpaspoort.

Een materialenpaspoort is volgens de definitie van CB'23: *“Een digitaal document dat een object vastlegt. Het documenteert waar een object uit bestaat (zowel kwantitatief als kwalitatief), hoe het is gebouwd en waar het zich bevindt. Het documenteert het eigenaarschap van het geheel en/of de delen”*<sup>4</sup>

Een paspoort geeft dus inzicht in de beschikbaarheid en kwaliteit van natuurlijke en technische objecten voor toekomstig hergebruik. Het kunnen vergelijken en uitwisselen van objecten in de bouw is essentieel voor een circulaire bouwwereld. Met behulp van de ‘Leidraad paspoorten voor de bouw’ van CB'23 kan een materialenpaspoort worden opgesteld.<sup>5</sup>

### 5.2.2. Toetsing

Zeker in de transitie is het nodig om door het gehele renovatie proces te toetsen en monitoren op circulariteit. Staat het topic in de ontwerp sessies voldoende op de agenda? Is de uitvoerder voldoende op de hoogte van circulaire werkwijze op de bouw? En, is het circulaire plan uiteindelijk ook zo gerealiseerd tijdens de bouw? Grote opdrachtgevers zetten ook wel ‘toetsers’ in: mensen die ervoor zorgen dat de gemaakte afspraken in de praktijk worden geborgd. Dit wordt ook wel uitvoeringsbegeleiding genoemd. Zij zullen ook ingezet kunnen worden als op 1 januari 2022 de Wet Kwaliteitsborging voor het bouwen wordt ingevoerd. Deze zorgt voor meer toezicht en controle in de bouw, zodat bouwers zich aan de geldende kwaliteitseisen houden. Binnen deze wet ligt ook de mogelijkheid om te beoordelen of een bouwwerk voldoet aan de milieuprestatie-eisen en circulaire criteria.

Wat ook helpt om gemaakte afspraken te borgen, is om ruimte op te nemen voor proeven om te beoordelen of prestaties worden behaald, of dat er bepaalde uitgangspunten moeten worden aangepast. Het faciliteren van een leerproces is noodzakelijk voor het succesvol borgen van circulariteit.

De circulaire praktijk is vaak weerbarstig en circulaire ambities kunnen door onvoorziene omstandigheden toch onhaalbaar blijken. Hierbij is het raadzaam om van tevoren af te stemmen hoe wordt omgegaan met concessies op de ambities, evenals met afspraken die niet (kunnen) worden nagekomen. .... een gezamenlijk risico van het leren?

## 5.3 Realisatie, motivatie, nauwkeurigheid en afvalvrij

In de uitvoeringsfase worden de plannen uiteindelijk daadwerkelijk gerealiseerd. Heldere communicatie naar de werkvloer is wederom onontbeerlijk, opdat iedereen goed is geïnformeerd, nauwkeurig werkt, afval probeert te voorkomen en, bovenal, gemotiveerd blijft. In deze stap moeten we ernaar streven om alle circulaire doelstellingen te behalen.

### 5.3.1 Motivatie

Onbekend maakt onbemind, en aangezien een circulair project waarschijnlijk zal afwijken van de gangbare manier van werken, is het hard nodig om iedereen gemotiveerd te houden tijdens de uitvoering. Veel aandacht besteden aan het waarom tijdens de werkvoorbereidingsfase en het vieren van kleine successen helpt hierbij.

*“Circulair renoveren is mensenwerk, wil je het laten slagen in je project dan moeten ook de vaklieden erin geloven anders gaat het niet lukken.”*

Paul Terwisscha van Scheltinga, Woonbedrijf

<sup>4</sup>Platform CB'23 (2020). Lexicon circulaire bouw. Eenduidige termen en definities.

<sup>5</sup>Platform CB'23 (2020). Leidraad Paspoorten voor de bouw. Werkafspraken voor een circulaire bouw.

### 5.3.2 Werk nauwkeurig en afvalvrij

Circulair bouwen betekent secuur aan het werk zijn. Denk bijvoorbeeld goed na hoe bouwmaterialen verzaagd of versneden worden. Zo kunnen we ervoor zorgen dat we minder materiaal verspillen. Probeer materialen zoveel mogelijk heel te laten. Hele materialen hebben namelijk een hogere eindwaarde omdat ze beter hergebruikt kunnen worden. Versnijdt bijvoorbeeld isolatieplaten niet als je ze ook heel kunt laten.

Draag er zorg voor dat er op de bouw nauwkeurig wordt gewerkt. Onnauwkeurig werken kan leiden tot extra 'ruimte' tussen aansluitingen. Deze ontstane ruimte zal opgevuld, afgesmeerd, of dichtgestopt dienen te worden (bijv. met PUR of kit). Dit past natuurlijk niet in het circulaire ontwerp.

Nauwkeurig werken verhoogt ook de kwaliteit en de levensduur van het gebouw. Zorg daarom voor een goede detaillering en/of koop onderdelen die prefab of op maat aangevoerd worden.

Beperk de hoeveelheid bouwafval, door nauwkeurig en gefaseerd in te kopen, zorgvuldig te werken, overbodig materiaal en zoals verpakkingen te weren. Afval dat alsnog overblijft, kan op de bouwplaats worden gescheiden<sup>6</sup>. Dat beperkt de kosten voor de afvoer ervan en maakt hergebruik en recycling van materiaal mogelijk. Het kan hierbij helpen om een afvalstromen planning te maken. Om de hoeveelheid bouwafval te operationaliseren kunnen de volgende acties worden ondernomen:

- Maatregelen nemen om het vrijkomen van afvalmateriaal te minimaliseren, afgestemd op de gestelde doelstellingen.
- De hoeveelheid vrijkomend afvalmateriaal monitoren en de doelstellingen ten minste één keer per twee weken evalueren.
- Eén persoon aanwijzen (door het ontwerp-/terreinmanagementteam) om het bovenstaande te implementeren.
- Materialen sorteren in de volgende groepen:

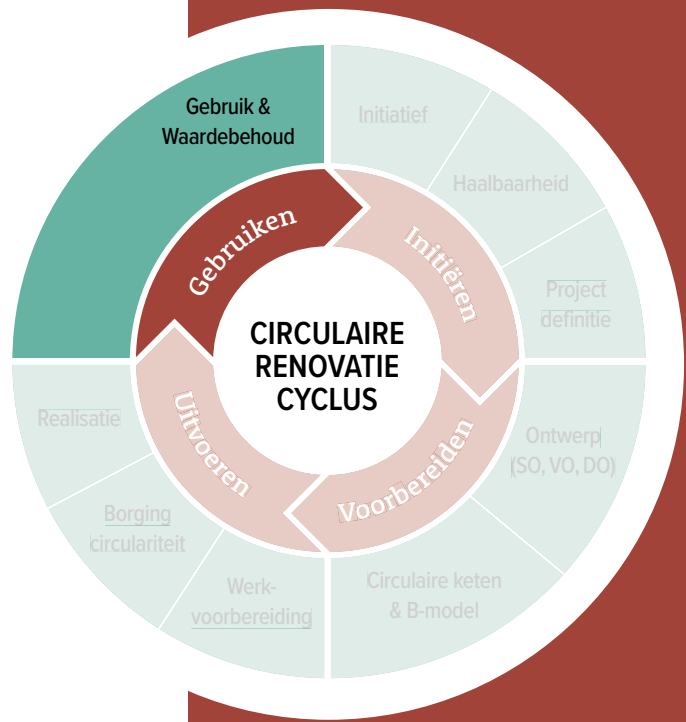
Hoofdgroep	Subgroep
Hout	Zacht hout, hardhout, boardproducten zoals triplex, spaanplaat, medium density fibreboards (MDF)
Steenachtige materialen	Baksteen, terrastegel, betonpuin, etc.
Isolatie	Minerale wol (glaswol, steenwol), schuimplastic (gesorteerd per soort: pur, pir, eps, xps), isolerende folies
Metaal	Radiatoren, kabels, draden, stangen, platen
Kunststof	Harde kunststoffen, PE-folie
Glas	VLakglas
Papier en Karton	Verpakkingsmateriaal
Gips	Gipsplaat, pleister, platen van vezelcement

<sup>6</sup> LENTE AKKOORD (december 2018)  
"Aan de slag met circulaire woning-  
bouw"

# 6

# GEBRUIK & WAARDEBEHOUD

Na een circulaire renovatie zal het gebruik er waarschijnlijk anders uitzien dan na een normale renovatie. Nu vindt tijdens het gebruik namelijk ook het waardebehoud plaats.



Het gebruik start wanneer de renovatie is opgeleverd in de uitvoering. De woning wordt (weer) in gebruik genomen door de bewoner. De bewoners zullen begeleid moeten worden in hun circulaire woning. Daarnaast is er aandacht nodig voor circulariteit in verschillende soorten onderhoud, en zal er sprake zijn van meer deelvervangingen. Ook is het nodig om aandacht te geven aan toekomstige aanpassingen van woningen. Bovendien zullen alle teruglussen wel moeten worden gemaakt om circulariteit die was bedacht in het ontwerp, echt te realiseren. Tot slot is het van belang om zowel goede als slechte ervaringen met circulaire componenten terug te koppelen naar de producent. In dit hoofdstuk zullen deze aspecten nader worden toegelicht.

## 6.1 Begeleid bewoners in hun circulaire woning!

Het begeleiden van bewoners dient zowel vóór als na de circulaire renovatie te gebeuren. Vooraf dienen bewoners vroegtijdig geïnformeerd te worden. Circulariteit kan door de vergroting van flexibiliteit, betere vochtregulatie door bio-based isolatie, de esthetiek van hoogwaardig hergebruik of inzicht in de gerealiseerde milieu-besparing van de circulaire ingreep een meerwaarde bieden aan de bewoners. Het is goed om de bewoners hierop te wijzen en mee te nemen in deze gedachtegang

Na de circulaire renovatie is het verstandig om bewoners te ondersteunen. Dit kun je bijvoorbeeld doen door ze een handleiding te geven met duidelijke uitleg over hoe om te gaan met hun "circulaire" woning. Het is aan de corporatie, hoe zij het onderhoud, reparatie, aanpassingen van de woning met de bewoners organiseert. Dit is afhankelijk van de bedachte circulaire keten. Uiteraard moeten bewoners wel geïnformeerd worden bij wie ze precies terecht kunnen. Dit kan een standaard contactnummer zijn dat ze moeten bellen, of ze kunnen voor bepaalde componenten direct contact opnemen met de leverancier. Zo hebben bepaalde gebouwonderdelen, zoals bv kozijnen een QR-code die gescand kan worden en waarmee direct contact opgenomen kan worden met de leverancier. Deze leverancier weet door registratie en specifieke code, om welk kozijn het gaat, waar het is geplaatst en hoe het moet worden onderhouden en hoe het is onderhouden. Meer lezen zie "[digitale techniek voor duurzame en circulaire kozijnen](#)".

## 6.2 Houd rekening met verschillende soorten onderhoud

Onderhoud bij woningcorporaties bestaat uit drie componenten: reparatie onderhoud, mutatieonderhoud en planmatig onderhoud (zie kader 6). De drie soorten onderhoud vinden plaats op verschillende momenten in tijd, en er zijn vaak verschillende partijen bij betrokken. Zo besteedt het overgrote deel van de woningcorporaties het reparatie onderhoud uit aan één of meerdere aannemers, terwijl mutatieonderhoud vaker wel nog in eigen beheer wordt gehouden. Zorg er dus voor dat je inzicht hebt in de betrokken partijen bij elk type onderhoud. Deze partijen dienen goed op de hoogte te zijn van de circulaire aanpak. Ook is het zaak om goed af te spreken wie waarvoor verantwoordelijk is bij de circulaire renovatie. Omdat circulair renoveren vaak gepaard gaat met een nieuwe werkwijze, kost dit meestal meer tijd.

## Soorten Onderhoud

- **Reparatie onderhoud** | hiermee wordt het onderhoud bedoeld dat wordt gepleegd naar aanleiding van reparatieverzoeken van huurders. Een andere benaming voor reparatie onderhoud is 'klachtenonderhoud'. Over het algemeen betreft dit onderhoud de relatief kleine reparaties.
- **Mutatieonderhoud** | onderhoud dat plaatsvindt op het moment dat een woning vrijkomt, voordat een nieuwe huurder de woning kan betrekken. Dit onderhoud vindt vaak plaats in de woning, zoals het stuken en/of schilderen van wanden of het plafond, het vervangen van de keuken of het verwijderen van tussenwanden.
- **Planmatig onderhoud** | periodiek onderhoud aan woningen. Dit wordt meestal complexgewijs uitgevoerd. Op basis van inspecties (bijvoorbeeld door conditiemeting) en gegevens zoals het bouwjaar van de woning wordt het onderhoud ingepland. Het planmatig onderhoud vindt meestal plaats aan de schil van de woning. Hierbij valt te denken aan het schilderen van het houtwerk aan de buitenkant, het herstellen/vervangen van kozijnen, het herstellen/vervangen van daken of dakgoten of het herstellen/vervangen van metsel- en of voegwerk.

Bron: [Corporatiestrategie.nl](http://Corporatiestrategie.nl)

### Pas de circulaire verbeteringen aan op het type onderhoud dat gepland staat

Maak gebruik van de verschillende typen onderhoud om circulaire verbeteringen door te voeren. Focus hierbij op de quick wins zoals een circulaire keuken, wanneer er mutatie onderhoud wordt gepleegd of het gebruiken van bio-based verf wanneer het tijd is voor planmatig onderhoud.

### Neem de onderhoudsdienst mee in de circulaire renovatie

Of onderhoud intern wordt opgepakt of wordt uitbesteed aan derden, in beide gevallen geldt dat de partij die verantwoordelijk is voor het onderhoud betrokken wordt bij het bedenken van de circulaire ingrepen. Bij voorkeur wordt de onderhoudsdienst al tijdens het ontwerpproces betrokken. Zij weten dan wat ze kunnen verwachten en kunnen tijdig de onderhoudsplanning hierop aanpassen.

### Benut voorspellend onderhoud als onderhoudsstrategie

Onderhoud wordt meestal vooral correctief of preventief uitgevoerd. In de toekomst bieden nieuwe technieken de mogelijkheid dit op basis van de daadwerkelijke conditie te doen. Dit noemen we voorspellend onderhoud. Voorspellend onderhoud heeft een aantal voordelen: producten kunnen langer in optimale conditie gehouden worden, waardoor de effectieve levensduur verlengd wordt. Daarnaast leidt voorspellend onderhoud tot grotere betrouwbaarheid van producten door het vroegtijdig zien aankomen van storingen, en valt er te besparen door onnodig preventief onderhoud te voorkomen.

## 6.3 Deelvervangingen in plaats van vervangen in grote renovatie cycli

Nu kiezen we vaak voor onderhoudsvrije oplossingen: zo lang mogelijk geen onderhoud plegen. Circulaire materialen zijn vaak niet onderhoudsvrij maar 'goed te onderhouden'. Denk hierbij bijvoorbeeld aan een houten kozijn in plaats van een kunststof kozijn. Mogelijk gaan we zelfs meer onderhoud plegen. In plaats van grote renovatie cycli van 30 jaar zal het onderhoud, en deelvervangingen vaker kort cyclisch plaatsvinden. Zo houden we de woning langer op een hoger kwaliteitsniveau en zijn er in een volgende renovatie cyclus minder grote ingrepen nodig.



## 6.4 Aanpassingen aan woningen: ZAV is geen straf

Het aanpassen van woningen of componenten aan veranderende woonwensen draagt bij aan het waardebehoud van de woning. Denk als corporatie dus na over de mogelijkheden met betrekking tot Zelf Aangebrachte Voorzieningen (ZAV) door bewoners. Maar hoe zorg je ervoor dat de ZAV ook circulair zijn? Het toepassen van gestandaardiseerde circulaire modules die de-, en remontabel zijn biedt kansen om woningen aan te passen aan bewonerswensen. Deze aangebrachte voorzieningen kunnen door bewoners worden geleased, of gekocht en doorverkocht. Doordat ze de-, en remontabel zijn kunnen ze na het vertrek van de huurder zo nodig weer eenvoudig verwijderd worden uit de woning. De standaard modules kunnen daarna elders worden hergebruikt. Hier kunnen bijvoorbeeld afspraken over worden gemaakt met de leverancier.

Het aanbieden van zulke standaard modules voor veelgevraagde aanpassingen aan woningen kan bijdragen aan het woongeluk van huurders. Daarnaast geeft het de corporatie handvatten om het kwaliteitsniveau van de zelf aangebrachte voorziening te controleren. Zo wordt ZAV geen straf.

## 6.5 Monitor, en houd circulariteit vol

Na verloop van tijd zakt de kennis over het project en de circulaire plannen weg. Het blijven monitoren van de realisatie van alle teruglussen is dus noodzakelijk. Blijf bij alle deelvervangingen circulaire componenten, producten, onderdelen en materialen toepassen. Wanneer je tijdens een deelvervanging gaat kisten of tijdens onderhoud het bio-based materiaal aflakt wordt het aan het eind van de levensduur alsnog lastig om de materialen circulair te verwerken. Bij iedere ingreep is het belangrijk om terug te kijken naar de circulaire plannen en vastgelegde documentatie. Wat was ook alweer circulair aan het ontwerp? Welke teruglussen moeten we maken en wanneer? Met welke ketenpartner hebben we hier afspraken voor?

Voortschrijdend inzicht, nieuwe technieken en partners leiden wellicht tot veranderingen van de gemaakte plannen. Zorg in ieder geval dat je de documentatie (paspoorten) up to date houdt.

Helaas zien we in de praktijk dat het vaak nog blijft bij circulaire pilots en projecten. Helaas komt er nog geen gestructureerde lijn in. Wil circulair renoveren echt slagen dan moet dit goed worden vastgelegd. Ook zullen er continu mensen binnen de organisatie mee bezig moeten blijven. Een CE team is wellicht een optie. Kennis uit (gemonitorde) projecten, pilots, en ervaringen van collega's kunnen zo worden geborgd, gedeeld en van worden geleerd. De organisatie moet van een individueel lerende organisatie naar een collectief lerende organisatie.

## 6.6 Evalueer en koppel terug!

Circulariteit staat nog in de kinderschoenen. Daarom is het des te belangrijker om zowel goede als slechte ervaringen terug te koppelen naar alle ketenpartners. Als gedurende het gebruik blijkt dat een bepaald circulair component niet voldoet aan de maatstaven of niet goed te onderhouden valt, moet dit worden gecommuniceerd naar de relevante ketenpartners. Zo kan de producent in de toekomst kiezen voor ander materiaal of de leverancier voor andere componenten. Om te borgen dat deze informatie daadwerkelijk weer terecht komt bij de juiste persoon, is het verstandig om iemand in de keten verantwoordelijk te maken voor de evaluatie.

# BEGRIPPENLIJST

## **BIO-BASED BOUWEN**

Bouwen met biobased bouwmaterialen en/of toepassen van biobased producten.

## **BIO-BASED MATERIALEN (PRODUCTEN)**

Materialen (producten) die geheel of gedeeltelijk gemaakt is van biomassa.

## **BIODEGRADABLE / BIOLOGISCH AFBREEKBAAR**

Geschikt om onder bepaalde condities binnen een bepaalde tijd volledig af te breken en weer te worden opgenomen in de biologische kringloop.

## **BOUWPRODUCT (OF GEBOUWONDERDEEL)**

Item vervaardigt of bewerkt voor opname in bouwwerken, opgebouwd uit één of meerdere materialen.

## **BOUWWERK**

Een bouwwerk is een andere benaming voor een gebouw. Het bestaat uit een constructie van elementen, bouwproducten en materialen, en voorziet altijd in een bepaalde functie.

## **CIRCULAIR BOUWEN**

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 verantwoord is en bijdraagt aan het welzijn van mens en dier. Hier en daar, nu en later.\*

## **CIRCULAIR BOUWWERK**

bouwwerk dat is ontworpen en uitgevoerd volgens circulaire ontwerpprincipes en/of is gerealiseerd met circulaire producten, elementen en materialen.\*

## **CIRCULAIRE ECONOMIE**

Economisch systeem waarbij de inzet en waarde van grondstofstromen worden geoptimaliseerd zonder daarbij het functioneren van de biosfeer en de integriteit van de maatschappij te belemmeren.\* Dit betekent dat wordt gestreefd naar bescherming van biologische en technische materiaal voorraden, milieupact wordt vermeden en bestaande waarde wordt behouden.\*

## **CIRCULAIR INKOPEN**

Een levering, dienst of werk inkopen waarbij circulariteit een criterium is. Dit kan bijvoorbeeld door:

- te sturen op circulaire technisch-inhoudelijke aspecten;
- rekening te houden met een langere levensduur;
- onderhoud en retourname vast te leggen aan het einde van de levensduur;
- financiële prikkels in te bouwen om circulair gebruik te borgen.\*

## **CIRCULAIR RENOVEREN**

Het onderhouden, vernieuwen en hergebruiken van gebouw(delen), zonder natuurlijke hulpbronnen onnodig uit te putten, de leefomgeving te vervuilen en ecosystemen aan te tasten. Gebouwen renoveren op een wijze die economisch verantwoord is en bijdraagt aan het welzijn van mens en dier. Hier en daar, nu en later.

## **COMPONENT (OF GEBOUWELEMENT)**

Deel van een bouwwerk met een bepaalde combinatie van (bouw)producten (NMD: gebouwonderdeel). Het element is opgebouwd uit (één of meer) bouwproducten.

## **ECONOMISCHE LEVENSDUUR**

Is de levensduur waarna het object economisch 'afgeschreven' is.

## FUNCTIONELE LEVENSDUUR

Is de levensduur van een object waarna het niet meer aan regelgeving of woonwensen voldoet.

## GRONDSTOF

Basismateriaal dat in een proces wordt gebruikt om goederen, energie, (bouw)materialen, (bouw)producten of halffabricaten te maken.

## KORT CYCLISCHE COMPONENTEN OF BOUWPRODUCTEN

Componenten of bouwproducten die één korte(re) gebruiks-, of levensduur hebben. Deze hebben hierdoor één of of meerdere korte gebruiks-, of 'snelle' levenscycli hebben. Een keuken heeft bijvoorbeeld een relatief kortere gebruiksduur dan de gevel of hoofdconstructie. Hierdoor zullen de circulaire lussen van de keukens, keukens onderdelen en materialen sneller plaatsvinden dan die van de hoofdconstructie.

## LEAN OPLOSSING

Een oplossing waarbij we met minder dezelfde (of betere) waarde creëren. Het woord Lean komt van het 'Lean manufacturing' gedachte goed. De 'Lean oplossing' sluit het beste aan bij de principes van het 'vernauwen van de grondstof lus'. Een 'Lean oplossing' wordt geoptimaliseerd en zo efficiënt mogelijk gemaakt. Er wordt bijvoorbeeld gekeken of er met minder materiaal of minder stappen in het productieproces kan worden volstaan. Om de oplossing efficiënt te maken worden functies dikwijls geïntegreerd. Let op dat dit weer nadelig kan zijn voor het vertragen en sluiten van de lussen.

## MATERIAAL

Materiaal is een natuurlijke of kunstmatig geproduceerde stof, bestemd om verwerkt te worden tot bruikbare producten. Een materiaal is dus een stoffelijke zaak, geselecteerd op basis van zijn eigenschappen met het oog op een bepaalde toepassing. De term materiaal wordt gewoonlijk alleen gebruikt als de verwerkte stof nog aan te wijzen is in onderdelen van het eindproduct. Anders spreekt men eerder van grondstof of ingrediënt. Het materiaal is derhalve een (samenvoeging van) grondstof(fen) met als specifiek doel om toe te passen in een bouwproduct.

## RENOVATIE

Een zodanige architectonische, ruimtelijke, bouwkundige en installatietechnische integrale aanpak van een vastgoedobject, gericht op verbetering van het prestatieniveau, met behoud van de functie ervan, dat – mede ten gevolge van het door deze ingreep verlengen van de beoogde levensduur – een renderende continuering van de exploitatie van dat object mogelijk geacht wordt op het geplande niveau en in de gewenste (deel)markt ten behoeve van de beoogde doelgroep(en), dan wel de (eventueel) toegekende maatschappelijke functie. (Object in renovatie) In renovatie of ontwikkeling worden geacht te zijn die vastgoedobjecten, waarvan de renovatiekosten meer bedragen dan 25 % van de marktwaarde van het project voor het moment van renoveren.

## RENOVEREN

Latijn: renovare = vernieuwen (van een woning of wijk) ver- of hernieuwen; = verbeteren (van Dale).

## TECHNISCHE LEVENSDUUR

is de materiele levensduur waarna het technisch kapot of versleten is en vervangen moet worden.

# NAWOORD

Het was een mooie en uitdagende opdracht om dit boek samen te stellen, in een tijd waarin veel corporaties plannen maken om circulair te gaan werken of hier zelfs al mee begonnen zijn. Hopelijk kan dit boek hen hierbij van nut zijn en geeft het ze inzicht en enthousiasme om alle plannen om te zetten in praktische en goed uitvoerbare projecten.

We benadrukken dat de kennis met betrekking tot circulair (renoveren) nog in ontwikkeling is. Inzichten in dit handboek kunnen veranderen door de introductie van nieuwe producten, systemen, regelgeving etc.

Onze dank gaat uit naar alle mensen, (collega's) en corporaties, die spontaan hun medewerking hebben verleend aan de totstandkoming van dit boek.

## **Hierbij willen wij speciaal noemen**

Suzanne van den Noort, Gerard Ballast en Chandar van der Zande, provincie Noord-Holland

Tineke Beuker, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties

Hester ten Zijthoff, Ymere

Ilse van Andel, Eigen Haard

Ingrid Pierik, Wonion

Fred Springintveld, Eigen Haard

Saskia van der Weerd, Era Contour

Bas Jansen, TUDelft

Bram van Vliet, Dura Vermeer

Henk Marsman, Dura Vermeer

Thijs Kurstjens, W/E adviseurs

Peter Kuindersma, Nieman

Vincent Gruis, TUDelft & Transitieteam Circulaire Bouweconomie

Julian Loef, HumbleBuildings

Lotte Loeber, Kirkman Company

Jurgen Klaassen, Alliantie

Jeroen Hollander, Alliantie

Maarten de Laat, Stadsgenoot

Rickwin Huisman, Boombuilds

Davy Wagenmakers, Hemubo

Pierre van Vliet

Thomas Wellink en Hans Korbee, RVO

# DE AUTEURS

Dit handboek is opgesteld door Merel Stolker in samenwerking met Anne van Stijn. Merel is werkzaam bij C-Creators, een stichting opgericht voor het opschalen van de circulaire economie in de bouw. Anne is PhD onderzoeker bij de Technische Universiteit Delft en Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions (AMS).



***Merel Stolker, MSc***  
**Architect en circulair bouwspecialist**  
**C-creators & TransforMEER.**

Merel Stolker is architect en circulair bouwspecialist. Bij C-creators is ze betrokken bij diverse projecten die zich richten op de versnelling van de circulaire economie in de MRA. Hiervoor werkt ze samen met onder andere gemeentes, provincies, woningcorporaties, bouwbedrijven en andere ketenpartners in de bouw.

Als architect is haar interesse vooral gericht op transformaties en herbestemming van bestaand vastgoed. Binnen dit werkveld is haar persoonlijke drijfveer het vinden van de meest duurzame oplossing, met behoud van esthetiek en kwaliteit. Dit (zoveel mogelijk) op basis van circulaire principes. Met haar energie weet zij partijen te enthousiasmeren en te verbinden en zo te zorgen dat kansen daadwerkelijk gerealiseerd worden.



***Anne van Stijn, MSc***  
**PhD Onderzoeker**  
**Afdeling Management in the Built Environment, Faculteit**  
**Bouwkunde, Technische Universiteit Delft, Amsterdam Institute for**  
**Advanced Metropolitan Solutions (AMS).**

Anne richt zich in haar promotieonderzoek op het ontwikkelen van circulaire gebouwcomponenten voor woningrenovatie. Gebouwen bestaan uit vele verschillende componenten, zoals gevels, keukens en badkamers. Door deze componenten tijdens de natuurlijke onderhouds-, en renovatiemomenten te vervangen door circulaire componenten kan de woningvoorraad stapsgewijs circulair worden gemaakt.

In haar onderzoek ontwikkelt en test zij circulaire gebouwcomponenten voor woningrenovatie. Deze componenten worden ontwikkeld in co-creatie tussen de TU Delft, AMS Institute, woningcorporaties, en bouwpartners en uitgetest in prototypes en projecten. In het REHAB-project worden twee componenten ontwikkeld: een circulaire schil en een circulaire aanbouw. Daarnaast is Anne ook betrokken bij het Circular Kitchen (CIK) project, waarin een circulaire keuken wordt ontwikkeld. Tenslotte werkt zij ook aan de ontwikkeling van circulaire ontwerp- en beoordelingstools.

Onderzoek doen we niet alleen voor de wetenschap, maar juist om 'echt' impact te maken in de gebouwde omgeving. Daarom brengen we kennis die is opgedaan binnen de CIK en REHAB onderzoeken graag naar de praktijk door deze op te nemen in dit handboek.



In opdracht van

