

Leidraad

Circulair ontwerpen

Werkafspraken voor een circulaire bouw

Platform CB'23

Juli 2021





© 2021 Platform CB'23

Deze leidraad is zorgvuldig opgesteld. Desondanks kunnen fouten en onvolledigheden niet worden uitgesloten. Platform CB'23, de betrokken organisaties en de leden van de actieteam aanvaarden dan ook geen aansprakelijkheid die verband houdt met dit document.

Deze leidraad mag worden gedeeld en de inhoud mag – met bronvermelding – worden gebruikt.



Voorwoord

Nederland heeft de ambitie om toe te werken naar een **circulaire economie**: een economie waarin materiaalverbruik en bijbehorende **milieu-impact** zijn teruggedrongen. Dit betekent dat er ook binnen de bouwsector, die veertig procent van het materiaalverbruik én veertig procent van het **afval** voor zijn rekening neemt, veel moet veranderen. Platform CB'23 ondersteunt die transitie naar een circulaire bouweconomie onder meer met eenduidige werkafspraken.

Het moment dat circulaire ambities concreet vorm krijgen in een project is het moment van ontwerpen. Immers, de keuzes die dan worden gemaakt zijn van doorslaggevende invloed op het uiteindelijke resultaat. Maar weten we wel zeker dat juist in die eerste fase aan het begin van een nieuw project de juiste keuzes worden gemaakt? Circulair ontwerpen is nog verre van ingeburgerd. En wie de woorden googelt stuit op diverse strategieën om circulair te werken.

Met dit laatste als vertrekpunt zijn wij in het najaar van 2020 van start gegaan om circulair ontwerpen in kaart te brengen. Welke ontwerpstrategieën zijn er en hoe kun je deze het beste toepassen? Maar ook welke actoren zijn bij het proces betrokken en welke randvoorwaarden maken circulaire ontwerpprocessen gemakkelijker? Het zijn deze vragen waarmee in breed verband aan de slag is gegaan. Het resultaat is deze Leidraad die op tal van vlakken handreikingen en tools biedt om circulair ontwerpen gemeengoed te laten worden. Want alleen met dat doel voor ogen hebben we aan deze leidraad gewerkt.

Hans Wamelink, voorzitter actieteam Circulair ontwerpen
Charlotte Heesbeen, werkgroepontwerper Ontwerpstrategieën
Marc van den Berg, werkgroepontwerper Rollen en Samenwerking
Thijs Huijsmans, werkgroepontwerper Randvoorwaarden
Finbarr McComb, coördinator NEN
Julia Ravensbergen, werkstudent NEN



Werkgroepleden

Deze leidraad is tot stand gekomen dankzij de inzet van de volgende werkgroepleden:

Werkgroep Ontwerpstrategieën

Noortje Alders, ISSO
Arend van de Beek, Lagemaat Sloopwerken
Adrie van der Burgt, Heijmans
Rob Dijcker, Witteveen+Bos
Roger Feller, Kragten
Hans Hammink, de Architecten Cie.
Simone Hellebrand, Rijkswaterstaat
Martin Huiskes, Lksydd architecten
Rogier Joosten, StudioR
Hermen van de Minkelis, Sloopcheck
Maarten de Moel, BAM Infra
Vincent Swinkels, VSSS
Mark van der Vliet, HEVO
Evert van Vliet, BAM Infra
Cindy Vissering, Betonhuis

Werkgroep Rollen en samenwerking

Catherine De Wolf TU Delft
Stefan Dannel, TNO
Marijn Emanuel, W/E adviseurs
Tristan Frese, Schijf Groep
Bauke Geuzebroek, Knauf
Daan van Krevel, Studio DVK
Daan Schraven, TU Delft

Frits Schultheiss, HAN
Willem Stevense, Wearearchitects

Werkgroep Randvoorwaarden

Herman Beeke, Kuijpers
Yaël Ben Basat, iCircl
Egbert Broerse, Ballast Nedam
Fanauw Hoppe, AT Lawyers
Caroline Kruit, DAX Creative Company
Frido van Nieuwamerongen, Arconiko architecten
Quirien Reijtenbagh, Stichting Insert
Marie-Sophie Res, Alba Concepts
Anne Struiksma, Nieman Raadgevende Ingenieurs
Jim Teunizen, Alba Concepts
Els Zijlstra, Material MatchMaker
Ger van der Zanden, Smart Building Design



Inhoudsopgave

1.	Inleiding	10
1.1	Transitie naar een circulaire bouweconomie	10
1.2	Werkafspraken	10
1.3	Hoe en waarom van de leidraad	11
1.4	Leeswijzer	12
2.	Doel en toepassingsgebied	14
2.1	Doel van de leidraad	14
2.2	Toepassing	15
3.	Uitgangspunten.....	16
3.1	Circulair ontwerpen in breder perspectief	16
3.2	Definitie circulair bouwen	17
3.3	Definitie circulair ontwerpen.....	17
4.	Ontwerpstrategieën	18
4.1	Zes keuzes voor een circulair ontwerp	18
4.2	Ontwerpen voor preventie.....	20
4.3	Ontwerpen voor reductie van levenscyclusimpact	22
4.4	Ontwerpen voor toekomstbestendigheid	25
4.5	Ontwerpen met hergebruikte objecten.....	29
4.6	Ontwerpen met secundaire grondstoffen	31
4.7	Ontwerpen met hernieuwbare grondstoffen	33
5.	Rollen en samenwerking.....	36
5.1	Van ontwerpketen naar ecosysteem	36
5.2	Ecosysteem	37
5.3	Businessmodellen	48
5.4	Ontwerp-ecosysteem	52
5.5	Informatiebehoeften	53

6.	Randvoorwaarden Circulair ontwerpen	60
6.1	De context van circulair ontwerpen.....	60
6.2	Voortraject (input voor het ontwerpproces)	62
6.3	Checklist voor ontwerpteam	79
6.4	Natraject (output van het ontwerpteam)	84
6.5	Implementatieplan natraject	90
6.6	Kenniskringloop: feedback en feedforward	93
7.	Resultaten, aanbevelingen en vervolgstappen	96
7.1	Resultaten.....	96
7.2	Aanbevelingen	96
7.3	Vervolgstappen	97
Totstandkoming		98
Leden actieteam 2020-2021		100
Bijlage I		102
Bijlage II		108
Bijlage III.....		112
Literatuur		118



Samenvatting

Deze leidraad gaat over circulair ontwerpen, hét moment waarin circulaire ambities vorm krijgen. De keuzes die dan worden gemaakt, hebben immers een grote invloed op het resultaat. Maar dan moeten we er natuurlijk wel voor zorgen, dat de juiste keuzes worden gemaakt. En ook moeten alle betrokkenen bij het ontwerpproces dezelfde doelen en dezelfde oplossingen nastreven. Het zal duidelijk zijn dat goede afspraken hierover de ruis in de communicatie aanzienlijk vermindert en er uiteindelijk een effectiever ontwerpproces ontstaat.

Met deze leidraad 'Circulair ontwerpen' leggen we die afspraken vast. Het gaat daarbij om afspraken die geschikt zijn voor de bouwsector in de breedte (woning- en utiliteitsbouw en GWW/infra), met, waar relevant, specificering naar de deelsectoren. En ook om afspraken die zich niet alleen richten op ontwerpers maar ook op alle andere rollen die een bijdrage kunnen of moeten leveren aan een circulair ontwerp en de realisatie daarvan. De afspraken aan ontwerpers moeten uiteraard voldoende vrijheid geven en geen belemmering vormen voor innovatie.



Zes ontwerpstrategieën

In de leidraad komen de volgende ontwerpstrategieën, in willekeurige volgorde aan de orde:

- **Ontwerpen voor preventie**
Deze strategie richt zich op het voorkomen van het gebruik van producten, elementen of materialen door van het bouwwerk af te zien, verschillende functies slim te combineren of een andere oplossing te leveren.
- **Ontwerpen voor reductie van levenscyclusimpact**
In deze strategie wordt de impact door circulair materiaalgebruik afgewogen door de consequenties voor de milieu-impact en **milieuprestatie** in de gebruiksfase en bij het einde van de **levensduur** inzichtelijk te maken.
- **Ontwerpen voor toekomstbestendigheid**
Het ontwerp aanpasbaar maken voor toekomstige wensen en eisen staat in deze strategie centraal.
- **Ontwerpen met hergebruikte objecten**
In deze strategie gaat het om het opnieuw gebruiken van bouwproducten of bouwonderdelen/-elementen, al dan niet na bewerking.
- **Ontwerpen met secundaire grondstoffen**
Hierbij draait het om ontwerpen met **grondstoffen** die eerder zijn gebruikt of met reststromen van een ander productsysteem.
- **Ontwerpen met hernieuwbare grondstoffen**
Deze strategie gaat over het ontwerpen met zo veel mogelijk of uitsluitend bouwmaterialen uit hernieuwbare bron. Hernieuwbare grondstoffen worden geteeld, natuurlijk aangevuld of natuurlijk gereinigd.



Deze zes ontwerpstrategieën omschrijven dus welke circulaire ontwerpkeuzes wanneer moeten worden gemaakt en welke middelen daarvoor moeten worden ingezet om een **circulaire strategie** in te voeren. Uit deze groep van zes ontwerpstrategieën kan worden geput om tot een maatstrategie te komen. Met een maatstrategie wordt een project specifieke samenstelling van relevante ontwerpstrategieën bedoeld die het ontwerpteam samenstelt. Het is echter de bouwopgave die bepaalt welke ontwerpstrategieën van toepassing zijn. Niet elke situatie leent zich immers voor alle zes beschreven strategieën. Daarbij zijn onder andere de stedenbouwkundige context en de behoeften voor die locatie of het civiele **object** ook van belang.

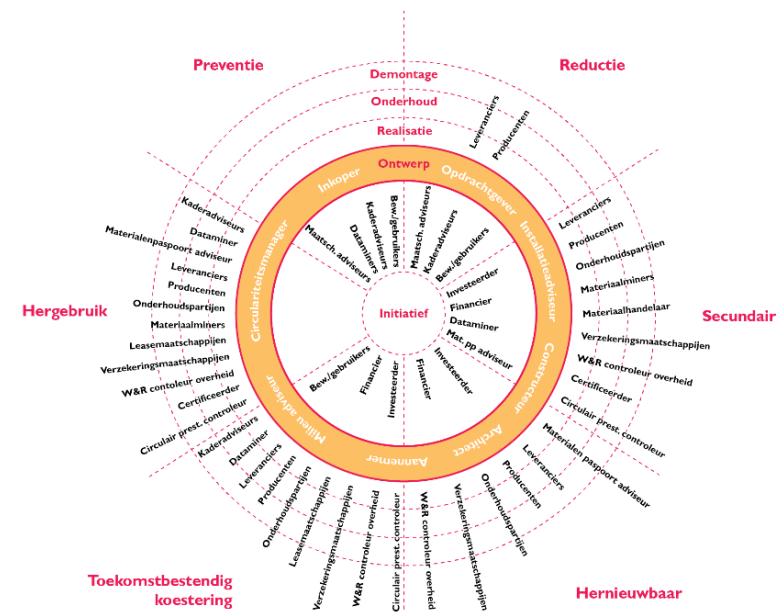
Overigens zal de tijd leren of dit een uitputtende lijst van strategieën is. Met de ontwikkeling van het begrip circulair ontwerpen, de toename van gerealiseerde circulaire projecten én de groeiende ervaring in circulaire ontwerpprocessen, is het veel aannemelijker dat deze verzameling wordt verfijnd.

Rollen en samenwerking

Als één ding duidelijk is, dan is dat wel dat traditionele rollen en samenwerkingsverbanden bij circulaire ontwerpprojecten veranderen. Deze veranderingen kunnen ingrijpend zijn, maar hangen vooral af van de gekozen ambities en de wijze waarop men circulaire doelen nastreeft. **Duurzaam** bouwen heeft ertoe geleid dat de ontwerpketen steeds verder is opgerekt en uitgebreid. Circulair ontwerpen breekt in zekere zin met deze traditie en transformeert het proces van lineair naar circulair. Niet langer hebben we met een verlenging van de ketens te maken, maar ontstaat er een nieuw speelveld. Een speelveld waarin actoren zich op een fundamenteel andere wijze tot elkaar verhouden. In

deze leidraad introduceren we het ontwerpecosysteem die de plaats van een ontwerpketen inneemt.

Initiatiefnemers (bijvoorbeeld rijk, gemeente, ontwikkelaar), adviseurs, uitvoerders en controleurs (bijvoorbeeld certificerende instanties) zijn vier categorieën van actoren die bij een circulair ontwerpproces betrokken zijn. Zij maken dus deel uit van een ecosysteem. Ieder heeft binnen het proces en op wisselende momenten een rol in het ontwerp. Ook kan die rol in één van de zes ontwerpstrategieën anders zijn. Het opstellen van een ecosysteem is een inspiratie en een motivatie voor het ontwerpteam om met nieuwe actoren in contact te treden.





Om een compleet overzicht te hebben van actoren die invloed op het ontwerpproces kunnen uitoefenen, introduceren we in deze leidraad het 'kompas ecosysteem circulair ontwerpproces'. In het kompas zijn de actoren rondom het ontwerpteam gerangschikt. Dit op basis van de rol die zij in een strategie spelen en de fase waarin zij een hoofdrol spelen.

Businessmodellen

Bij circulair ontwerpen veranderen de businessmodellen van ontwerppartijen. Zo is bij circulariteit bijvoorbeeld sprake van meervoudige waardecreatie en daar horen nieuwe verdienmodellen bij. Een businessmodel laat zien wanneer waarden worden gecreëerd en wanneer die waarden worden geëffectueerd. Met een circulair businessmodel canvas kan het realiseren van kringlopen bij circulair ontwerpen worden beschreven. Dit hulpmiddel geeft onder andere inzicht in meervoudige waardecreatie, hoe deze te effectueren en de levensvatbaarheid ervan.

Informatiebehoeften

Circulaire ontwerpprojecten worden door nieuwe en veranderende informatiebehoeften gekenmerkt. Elke ontwerpstrategie kent zijn eigen informatiebehoefte en ook een informatiebehoefte in de ontwerpfase van het project. Voor een succesvol verloop van een circulair ontwerpproces en een voorspoedige uitvoering- en beheerfase is kennis over die informatiebehoefte essentieel. Om te weten welke informatie de verschillende actoren die bij het proces betrokken zijn nodig hebben, kan een informatiebehoeftenmatrix een goed hulpmiddel zijn. In deze matrix staat welke partij behoefte heeft aan welke informatie, van wie en op welke wijze. Wanneer deze informatiebehoeftenmatrix goed is ingevuld

wordt ook zichtbaar welke informatie er nog ontbreekt. Gedurende de opeenvolgende ontwerpfasen kan de matrix telkens worden geactualiseerd.

Randvoorwaarden Circulair ontwerpen

Het succes van een ontwerptraject wordt in hoge mate bepaald door de randvoorwaarden in het voortraject. De randvoorwaarden die in de leidraad aan de orde komen omvatten dan ook de volledige **levenscyclus** van een object of gebouw (zie figuur randvoorwaarden).



In deze leidraad zijn de randvoorwaarden die in het voortraject essentieel zijn voor een optimaal circulair ontwerp, in een breder perspectief gezet dan alleen de omgeving van het ontwerpteam. Dit omdat randvoorwaarden voor de initiatieffase en de realisatiefase belangrijke relaties hebben met (indirecte) factoren in het ontwerptraject. Denk hierbij aan wetgeving, onderwijs, stedenbouwkundige ontwikkelingen en civiele vraagstukken.



Om een handzaam instrument voor het ontwerpteam te maken, is voor deze leidraad een checklist 'voortraject' samengesteld. Deze checklist sluit aan op de zes ontwerpstrategieën en geeft een (beknopt) overzicht van aandachtspunten. De checklist maakt inzichtelijk of er kritieke randvoorwaarden zijn die een potentiële bedreiging vormen voor een succesvol circulair resultaat.

Het realiseren van het circulair ontwerp, dus het bouwen, beheer en **onderhoud**, komt in het natraject aan de orde. Ook dit traject brengt specifieke randvoorwaarden met zich mee. Denk aan bijvoorbeeld het in de ontwerpfase al vroegtijdig inschakelen van uitvoeringskennis om in de realiseringsfase niet in de problemen te komen. Om juist die randvoorwaarden helder te hebben is het implementatieplan 'natraject' ontwikkeld. Hiermee geeft een ontwerpteam na afloop van het ontwerptraject aan op welke wijze de circulaire ambities in het ontwerp in de realisatie (bouw) en vervolgens de gebruiksfase kunnen worden waargemaakt. Dit implementatieplan is uiteraard aanvullend op het ontwerp zelf, dat een goed gedocumenteerde output moet zijn waarnaar kan worden verwezen (vanuit het implementatieplan). Het implementatieplan moet zo worden opgesteld dat het per ontwerpstrategie duidelijk is welke randvoorwaarden in het natraject horen.



I. Inleiding

I.1 Transitie naar een circulaire bouweconomie

Nederland staat voor de transitie naar een **circulaire economie**. Een circulaire economie is een manier om wereldwijd materiaalverbruik en bijbehorende milieu-impact terug te dringen. Daarmee draagt een circulaire economie bij aan de integrale duurzaamheidsopgave waarvoor we staan: het tegengaan van klimaatverandering, **biodiversiteitsverlies** en overbelasting van de aarde. Dit vraagt om een wijziging van onze huidige manier van werken, die is gebaseerd op een lineaire economie.

De Rijksoverheid heeft de ambitie om in 2050 een volledig circulaire economie te hebben. De ambities zijn geformuleerd in het Rijksbrede programma 'Nederland Circulair in 2050' (Rijksoverheid, 2016) en worden tussentijds verder uitgewerkt.

De bouwsector speelt een belangrijke rol in de transitie naar een circulaire economie. De doelstellingen voor de Nederlandse bouwsector zijn uitgewerkt in de 'Transitieagenda Circulaire Bouweconomie' en het bijbehorende Uitvoeringsprogramma (Transitieteam circulaire bouweconomie, 2019).

I.2 Werkafspraken

Dat de bouw circulair moet worden, is voor veel mensen wel duidelijk. Hoe de transitie eruit moet zien en wat daarvoor nodig is, is echter een zoektocht. Een belangrijke stap is om bestaande ideeën bij elkaar te brengen en van daaruit te komen tot eenduidige afspraken. Dergelijke afspraken verankeren het circulair denken en doen in de dagelijkse bouwpraktijk.

Platform CB'23 zet zich in voor dergelijke afspraken. CB'23 staat voor **Circulair Bouwen** in 2023. Binnen Platform CB'23 gaan betrokkenen in de bouwsector (zoals opdrachtgevers, ontwerpers, leveranciers, bouwers, recyclers, beleidsmakers en wetenschappers) in gesprek om tot gedragen afspraken te komen. De afspraken vanuit Platform CB'23 zijn werkafspraken of leidende principes en geen formele standaarden of normen. Wel worden ze gebruikt als input voor nationale en Europese meetmethoden en initiatieven (zie *Leidraad Meten van circulariteit*).

De inzet van Platform CB'23 heeft geresulteerd in de volgende zes documenten:

- Lexicon circulaire bouw (Platform CB'23, 2020a): eenduidig taalgebruik in de circulaire bouw
- Framework circulair bouwen (Platform CB'23, 2019a): overzicht van kaders in de circulaire bouw
- Leidraad Meten van circulariteit (Platform CB'23, 2020b): kernmeetmethode voor circulariteit in de bouw
- Leidraad Paspoorten voor de bouw (Platform CB'23, 2020b): informatieopslag en data-uitwisseling voor een circulaire bouw
- Leidraad Circulair inkopen: leidende principes voor circulair inkopen in de bouw
- Leidraad Circulair ontwerpen: werkafspraken voor circulair ontwerpen in de bouw



1.3 Hoe en waarom van de leidraad

Deze leidraad gaat over circulair ontwerpen en is opgesteld door het actieteam Circulair ontwerpen van Platform CB'23 (hierna: het actieteam). Een overzicht van de leden van het actieteam is achter in deze leidraad opgenomen.

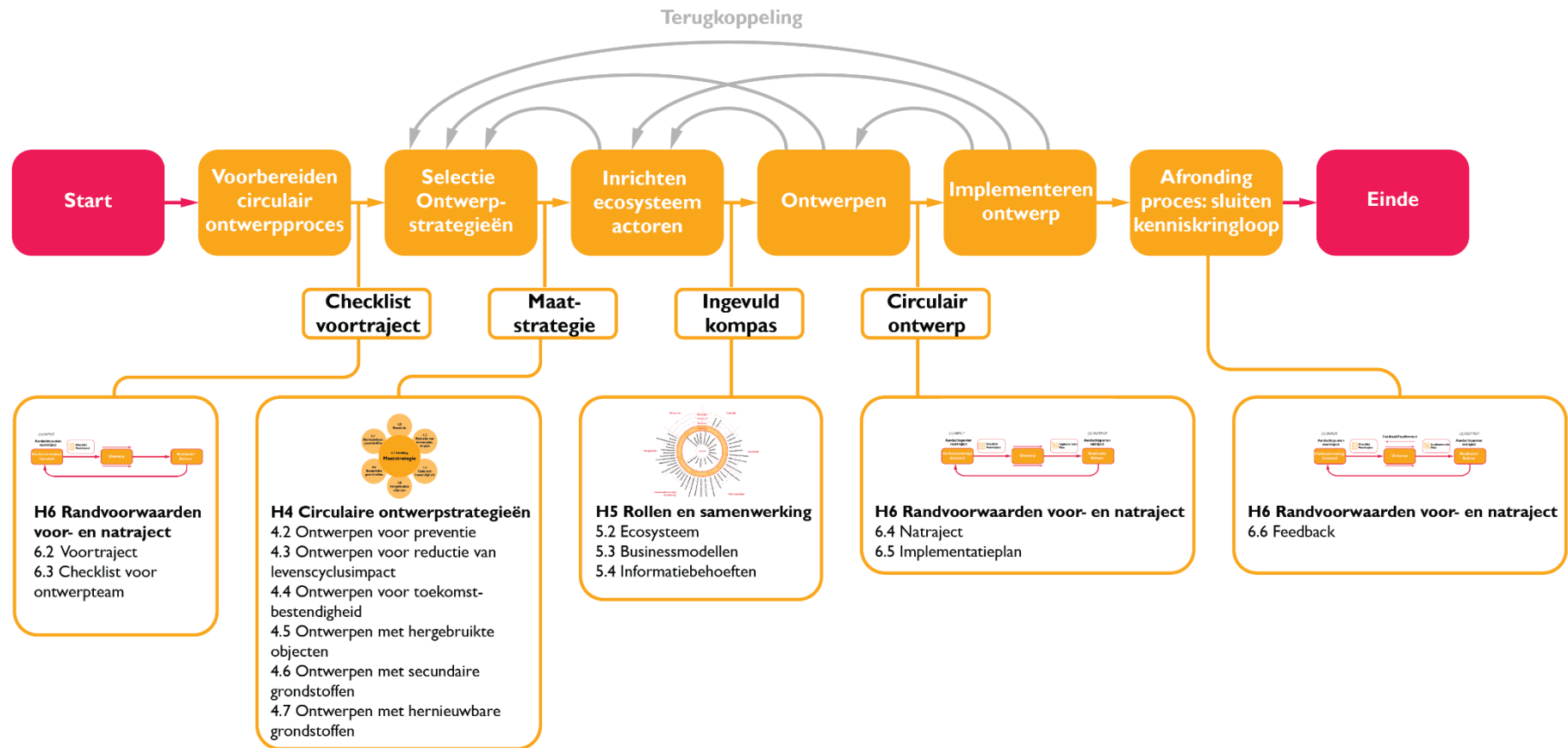
Circulaire ambities krijgen concreet vorm in een project bij het ontwerpen. De keuzes die dan worden gemaakt, hebben grote invloed op het resultaat. Maar hoe zorgen we dat de juiste keuzes worden gemaakt? En hoe zorgen we dat alle betrokkenen bij het ontwerpproces dezelfde doelen delen en dezelfde oplossingen nastreven?

Goede afspraken hierover verminderen de ruis in de communicatie en dragen bij aan een effectief ontwerpproces. Het doel van deze leidraad is om die afspraken vast te leggen en daarbij gebruik te maken van bestaande inzichten op het gebied van circulair ontwerpen. Het gaat om afspraken die:

- geschikt zijn voor de bouwsector in de breedte (woning- en utiliteitsbouw en GWW/infra), met waar relevant specificering naar de deelsectoren;
- zich niet alleen richten op ontwerpers, maar ook op alle andere rollen die een bijdrage kunnen of moeten leveren aan een circulair ontwerp en de realisatie daarvan;
- voldoende vrijheid laten aan ontwerpers en geen belemmering vormen voor innovatie.



I.4 Leeswijzer



Figuur I – De samenhang van de hoofdstukken in deze leidraad, naar de te nemen stappen in een circulair ontwerpproces



Tijdens het ontwerpproces neemt het ontwerpteam besluiten die bepalend zijn voor het niveau van circulariteit dat zal worden bereikt. Vóór het werkelijke ontwerpproces zijn echter ook al belangrijke besluiten genomen die veel invloed hebben op de mogelijkheden die het ontwerpteam heeft. Het voortraject levert bijvoorbeeld randvoorwaarden, die essentieel zijn om een optimaal circulair ontwerp te maken. **Hoofdstuk 6** beschrijft deze randvoorwaarden. Paragraaf 6.3 geeft een checklist die het ontwerpteam kan gebruiken om de factoren uit het voortraject te scannen. Het ontwerpteam kan hiermee de mogelijkheden/randvoorwaarden bepalen voor het circulaire succes van het project.

De volgende stap voor het ontwerpteam is het bepalen van de maatstrategie. Een maatstrategie is een project specifieke samenstelling van relevante ontwerpstrategieën. Hoe het ontwerpteam dit kan doen en wat de verschillende ontwerpstrategieën zijn, wordt uitgebreid beschreven in **hoofdstuk 4**.

Een circulair ontwerpproces vereist echter ook een andere samenwerking in de keten. Traditionele rollen en samenwerkingsverbanden veranderen: de ontwerpketen verandert in een ecosysteem van met elkaar samenwerkende actoren. Het inrichten van dit ecosysteem is de volgende stap in het ontwerpproces. **Hoofdstuk 5** beschrijft hoe men dit ecosysteem kan inrichten, en beschrijft ook de rollen van actoren, hun businessmodellen, de waarde proposities en hoe (digitale) informatie een belangrijke rol speelt in de samenwerking tussen actoren.

Nadat het circulaire ontwerp klaar is, stelt het ontwerpteam een implementatieplan op (paragraaf 6.5). Met het Implementatieplan geeft een ontwerpteam na afloop van het ontwerptraject bij wijze van overdracht naar de volgende fase aan op welke wijze de circulaire

ambities in het ontwerp zijn geconcretiseerd en hoe deze tijdens de realisatie (bouw) en het gebruik moeten worden gerealiseerd.

Tenslotte beschrijft paragraaf 6.6 hoe tijdens de afronding van het ontwerpproces de opgedane kennis en ervaring moet worden vastgelegd.

Deze leidraad is geschreven voor iedereen die met circulair ontwerpen aan de slag wil of hier vanuit een organisatie opdracht voor heeft gekregen. In de leidraad wordt basiskennis verondersteld van zowel de circulaire bouw als het ontwerpproces. Specifieke termen uit de circulaire bouw zijn de eerste keer in **oranje en vet** weergegeven. De betekenis van deze termen is op te zoeken in het *Lexicon circulaire bouw* (Platform CB'23, 2020a).

2. Doel en toepassingsgebied

2.1 Doel van de leidraad

Opdrachtgevers, ontwerpers en andere betrokken partijen nemen tijdens het ontwerpproces belangrijke besluiten over het realiseren van circulaire ambities. Daarmee is ontwerpen een belangrijk proces voor circulair bouwen.

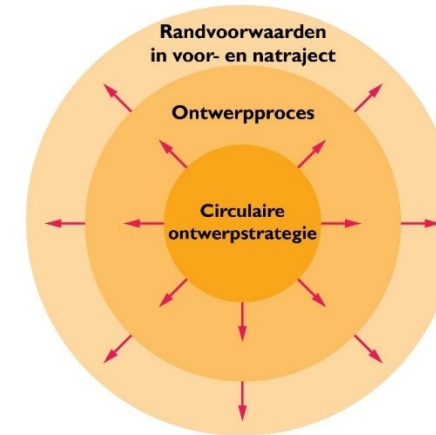
De afgelopen jaren zijn al veel circulaire ontwerpen tot stand gekomen. De opgedane ervaringen leveren belangrijke inzichten, zoals:

- inzicht in wat onder circulair ontwerpen wordt verstaan en welke strategieën daarbij kunnen worden ingezet;
- inzicht in de keuzes die bij een circulair ontwerpproces worden gemaakt, met de mogelijke gevolgen;
- welke (basis)kennis nodig is in het ontwerpproces.

Het doel van deze leidraad is ontwerpstrategieën vast te leggen om een circulair ontwerpproces in te richten. Daarbij onderscheidt de leidraad de volgende onderdelen:

- een opsomming van mogelijke circulaire ontwerpstrategieën ([hoofdstuk 4](#));
- afstemming met niet-ontwerpnde rollen in het bouwproces ([hoofdstuk 5](#));
- randvoorwaarden van het ontwerpproces ([hoofdstuk 6](#))

De samenhang tussen deze onderdelen is weergegeven in figuur 2.



Figuur 2 – De ringen van circulaire ontwerpstrategie

Centraal in deze leidraad staan de ontwerpstrategieën. Een *ontwerpstrategie* omschrijft welke circulaire ontwerpkeuzes wanneer moeten worden gemaakt en welke middelen daarvoor worden ingezet.

Bij het *ontwerpproces* is een keten van actoren betrokken. Deze actoren hebben ieder een eigen rol en dragen gezamenlijk bij aan het circulaire ontwerp.

Voor het invoeren van een circulaire ontwerpproces moet aan een aantal *randvoorwaarden* worden voldaan.



Ontwerpstrategieën

Welke circulaire ontwerpstrategieën zijn er en welke kun je wanneer het best toepassen?

Circulair ontwerpen is op dit moment nog verre van standaard en er zijn verschillende strategieën om circulair te werken. Het is nodig om te weten welke ontwerpstrategieën er bestaan en onder welke voorwaarden je deze kunt toepassen. Wat is de kern van een strategie en welke processtappen, randvoorwaarden, afspraken en schaalgrootte passen erbij? Wat betekent dit voor de ontwerp vrijheid? Hoe kunnen elementen binnen de geïnventariseerde strategieën (eventueel) met elkaar worden gecombineerd?

Rollen en samenwerking

Welke rollen en informatiebehoeften zijn er in het ontwerpproces en hoe zorg je voor een optimale samenwerking?

De huidige ontwerp- en bouwketen is volgordelijk en gefragmenteerd georganiseerd. Er is ook geen duidelijke verantwoordelijke om tijdens het gehele proces 'circulariteit te bewaken'. Terwijl circulair ontwerpen draait om samenwerking en het benutten van kennis en ervaring uit de gehele keten. Het proces moet worden aangepast om de verschillende ketenpartners met elkaar te laten communiceren en samenwerken waar nodig. Een eerste stap hierin is het inzichtelijk krijgen in hoe je een ontwerpproces het beste inricht qua rollen, kennis, en samenwerking. Hoe zorg je ervoor dat iedere ketenpartij de plek krijgt die ze verdient in het ontwerpproces?

Randvoorwaarden

Welke randvoorwaarden zijn nodig voor succesvolle circulaire ontwerpen en aanbestedingen?

Hoewel een goed ontwerpproces van groot belang is om de circulaire potentie te benutten, wordt een groot deel van dat potentieel al in eerdere stadia vastgelegd. Als ervanuit bijvoorbeeld een opdracht, bestemmingsplan of organisatievisie niet de juiste randvoorwaarden worden geschapen, of zelfs belemmeringen worden opgeworpen, heeft een ontwerper weinig ruimte voor creatieve circulaire oplossingen. Hetzelfde gaat op voor een aanbestedingsproces: als er vanuit de uitgangspunten/randvoorwaarden weinig ruimte is, kan ook een goede aanbesteding maar beperkt tot een circulair project leiden.

Het is van belang om in het voortraject de juiste aandachtspunten in te brengen en besluiten te nemen, die zorgen dat er optimale (ontwerp)vrijheid voor een circulair ontwerp is, en voor een circulaire uitvraag. Dat geldt ook voor de latere fasen: een ontwerper kan een prachtig circulair ontwerp opleveren, en een aanbesteding een mooie circulaire aanbieding, maar hoe borg je dat in latere fasen (realisatie, gebruik) die circulariteit ook echt wordt gerealiseerd en benut.

2.2 Toepassing

Deze leidraad richt zich op de gehele gebouwde omgeving, dat wil zeggen op zowel de B&U- als de GWW-sector. Waar de informatie slechts voor een van beide sectoren van toepassing is, is dit in de tekst aangegeven.

Deze leidraad richt zich niet alleen op ontwerpers, maar ook op alle andere actoren die een bijdrage kunnen of moeten leveren aan een circulair ontwerp en de realisatie daarvan.

Circulair bouwen heeft een relatie met zowel grondstoffen, emissie van gassen en toxische stoffen als energie. Bij het opstellen van deze eerste versie van de leidraad is ervoor gekozen het toepassingsgebied te beperken tot grondstoffen (en daaruit geproduceerde materialen, elementen en objecten).



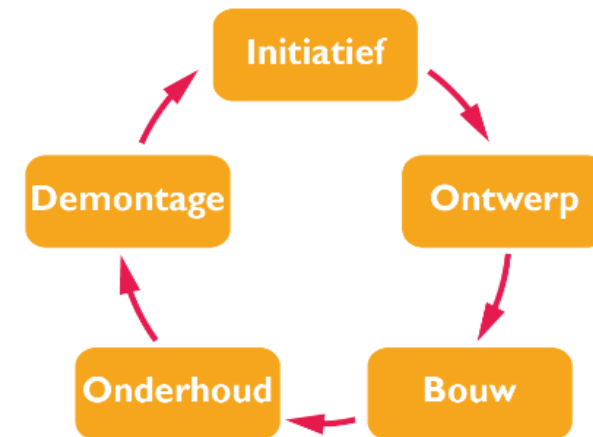
3. Uitgangspunten

3.1 Circulair ontwerpen in breder perspectief

Grondstoffen, onderdelen en producten behouden in een circulaire economie hun waarde. Het circulaire model gaat ervan uit dat de producten van nu de grondstoffen zijn voor later: na gebruik kunnen de materialen waaruit een product bestaat, opnieuw worden gebruikt.

In een volledig circulair bouwproces staan gesloten kringlopen centraal. Dat geldt niet alleen voor de materiaalstromen, maar ook voor het bouwen en infraobject. De verschillende fasen die een object gedurende zijn levensduur doorloopt, maken dan ook deel uit van een gesloten cyclus (figuur 3).

De ontwerpfase is geen op zichzelf staand traject, er is een voor- en natraject. Oftewel, een initiatieffase en een realisatiefase. In deze leidraad wordt circulair ontwerpen dan ook in een breder perspectief bekeken.



Figuur 3 – Fasen van een object in een gesloten cyclus



3.2 Definitie circulair bouwen

Er bestaan verschillende definities voor circulair bouwen en **circulair bouwwerk**. Deze leidraad hanteert de volgende definities uit het Lexicon van Platform CB'23:

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 bouwen leidt tot een:

circulair bouwwerk

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

Circulaire doelen worden bereikt door het gebruik van een:

circulaire strategie

activiteit die wordt uitgevoerd met de intentie om bij te dragen aan een circulaire economie

Voorbeelden van circulaire strategieën zijn:

- **levensduurverlenging**;
- het vergroten van **adaptief vermogen**;
- **R-principes**.

3.3 Definitie circulair ontwerpen

Als onderdeel van een circulaire strategie onderscheidt deze leidraad circulaire ontwerpstrategieën. Hiervoor hanteert deze leidraad de volgende definitie:

circulaire ontwerpstrategie

strategie die omschrijft welke circulaire ontwerpkeuzes wanneer moeten worden gemaakt en welke middelen daarvoor worden ingezet om een circulaire strategie te implementeren.



4. Ontwerpstrategieën

4.1 Zes keuzes voor een circulair ontwerp

In dit hoofdstuk komen de volgende ontwerpstrategieën, in willekeurige volgorde, aan de orde:

- Ontwerpen voor preventie
- Ontwerpen voor reductie van levenscyclusimpact
- Ontwerpen voor toekomstbestendigheid
- Ontwerpen met hergebruikte objecten
- Ontwerpen met secundaire grondstoffen
- Ontwerpen met hernieuwbare grondstoffen

Deze ontwerpstrategieën zijn het resultaat van een inventarisatie van verschillende bronnen, namelijk de ervaringen van werkgroep- en actieteamleden, de indicatoren uit de Platform CB'23 leidraad 'Meten van circulariteit' en wetenschappelijke literatuur en handreikingen uit de overheid en de industrie¹. Hiermee willen we een zo volledig mogelijke set geven om het circulaire ontwerpproces te sturen naar een ambitie die al in de initiatieffase is geformuleerd is.

De tijd zal overigens leren of dit een uitputtende lijst van strategieën is. Met de ontwikkeling van het begrip circulair ontwerpen, de toename van gerealiseerde circulaire projecten en de groeiende ervaring in circulaire ontwerpprocessen, is het veel aannemelijker dat deze verzameling wordt verfijnd.

¹ Literatuur en handreikingen die zijn geraadpleegd bij het samenstellen van de verzameling strategieën: Alba Concept, 2021; CIRCO, 2021; Dijcker, Schepers & Witteveen+Bos, 2018; Durmisevic, 2020; Eberhardt, Birkved, Birgisdottir, 2020;

Uit deze groep van zes strategieën kan worden geput om tot een maatstrategie te komen. Met een maatstrategie wordt een project specifieke samenstelling van relevante ontwerpstrategieën bedoeld die het ontwerpteam samenstelt (figuur 4). De bouwopgave bepaalt welke ontwerpstrategieën van toepassing zijn, want niet elke situatie leent zich voor alle in deze leidraad beschreven strategieën. Daarbij zijn onder andere de stedenbouwkundige context en de behoeften voor die locatie en zijn gebruiker specifieke randvoorwaarden.

Het zijn zes bouwblokken die een ontwerpteam tot zijn beschikking heeft om naar eigen inzicht te gebruiken om het ontwerp zo circulair mogelijk te maken. De Platform CB'23 leidraad 'Meten van Circulariteit 2.0', geeft een methode om de mate van circulariteit te bepalen. Voorbeelden van beschikbare alternatieven om de aspecten van circulair ontwerpen te meten en te beoordelen zijn de *CirculariteitsPrestatie Gebouw* (W/E adviseurs, 2021), of de meetmethode *Losmaakbaarheid* (Alba Concepts, 2021). De indicatoren uit de methode van Platform CB'23 zijn herkenbaar in de ontwerpstrategieën in deze leidraad.

Voor elk van de ontwerpstrategieën is een greep uit beschikbare technieken en middelen beschreven waarmee deze strategie te realiseren is en mogelijke ontwerpkeuzes die hieruit kunnen voortvloeien. Het voert te ver om iedere denkbare techniek en ontwerpkeuze te behandelen,

Ellen MacArthur Foundation, 2017; Ludeke-Freund, Gold & Bocken, 2018; Vlaanderen Circulair, 2021; W/E adviseurs, 2021

simpelweg omdat de mogelijkheden eindeloos zijn. Er is daarom een keuze gemaakt voor tot de verbeelding sprekende voorbeelden.

Het overzicht van de ontwerpstrategieën is de kaart van het landschap circulair bouwen en de meetmethode het kompas. Samen leiden ze tot circulaire ontwerpen. Daarbij is het belangrijk dat er regelmatig tussentijdse peilmomenten plaatsvinden. Dit om te beoordelen of het ontwerp nog in de juiste richting gaat of dat er moet worden bijgestuurd.



Figuur 4 – Ontwerpstrategieën en maatstrategie

Een inventarisatie van de kansen op gebied- en bouwwerkniveau in de initiatieffase van een ontwerpproces is essentieel om het ontwerpteam een goede start te geven en relevante circulaire ontwerpstrategieën te kiezen. De checklist uit hoofdstuk Randvoorwaarden in het voortraject is hiervoor een goede basis ([zie 6.3](#)).



Figuur 5 – Circulair ontwerpen van initiatief naar ontwerp

4.2 Ontwerpen voor preventie

4.2.1 Omschrijving

De strategie 'Ontwerpen voor preventie' richt zich op het voorkomen van het gebruik van producten, elementen of materialen. Door simpelweg van het bouwwerk af te zien, verschillende functies slim te combineren of door een geheel andere oplossing te leveren. Deze strategie staat niet op zich. Houd bij het onderzoeken van alternatieven bijvoorbeeld rekening met de impact in een levenscyclusperspectief (strategie 'Ontwerpen voor reductie van levenscyclusimpact'). Het weglaten van zaken die nu niet nodig zijn, kan invloed hebben op aanpassingsmogelijkheden die in de toekomst wel nodig zijn (strategie 'Ontwerpen voor toekomstbestendigheid'). Ook zijn belangen op een langere termijn, na de eerste levenscyclus van het bouwwerk, in de afweging mee te nemen.

Preventie oplossingen liggen vaak in het combineren van objecten of het afwijkend uitvoeren van een standaardoplossing. Denk bijvoorbeeld aan de keuze tussen het plaatsen van een lichtmast of het aanbrengen van verlichting in de vangrail langs een snelweg. Het meedenken met andere disciplines is overigens een voorwaarde om met deze strategie succes te boeken.

4.2.2 Toepassing en middelen

Voor het toepassen van deze ontwerpstrategie kunnen de volgende afwegingen worden gemaakt (Dijcker, Schepers, & Witteveen+Bos, 2018):

- Wees kritisch op de beoogde functie en de prestatie van het mogelijk te ontwerpen onderdeel. Draagt het ontwerpvoorstel voldoende bij aan de oplossing?

- Onderzoek of er oplossingen zijn waarbij bepaalde onderdelen niet meer nodig zijn.
- Onderzoek op welk moment de verschillende onderdelen echt nodig zijn. Is daar nog een fasering mogelijk in korte, middellange en lange termijnmaatregelen of door geïntensiveerd en multifunctioneel gebruik van (bestaande) bouwwerken?
- Onderzoek of (gangbare) oplossingen door alternatieven met minder materiaalgebruik te vervangen zijn.

Renovatie Heinenoordtunnel



Voor de vervanging van technische installaties van de tunnel leek een tweede bedieningsgebouw nodig om de oude installaties in bedrijf te houden tijdens de renovatie. In het ontwerptraject voor het nieuwe bedieningsgebouw is een analyse gemaakt of er andere mogelijkheden zijn.

Daaruit bleek de renovatie en ombouw te kunnen worden uitgevoerd zonder een tweede bedieningsgebouw te bouwen, door in het bestaande bedieningsgebouw ruimte te maken door niet-essentiële installaties vroegtijdig te ontmantelen of in een tijdelijke behuizing te plaatsen.

Foto © Rijkswaterstaat / Joop van Houdt

De scheidslijn met de strategie ‘Ontwerpen voor reductie van levenscyclusimpact’ is dun. Het **vermijden** van **(deel)objecten** betekent op een hoger schaalniveau reductie. Echter, het is van belang de mogelijkheden van circulair ontwerpen zo breed en volledig mogelijk te belichten, waardoor enige overlap, ook bij andere ontwerpstrategieën, ontstaat.

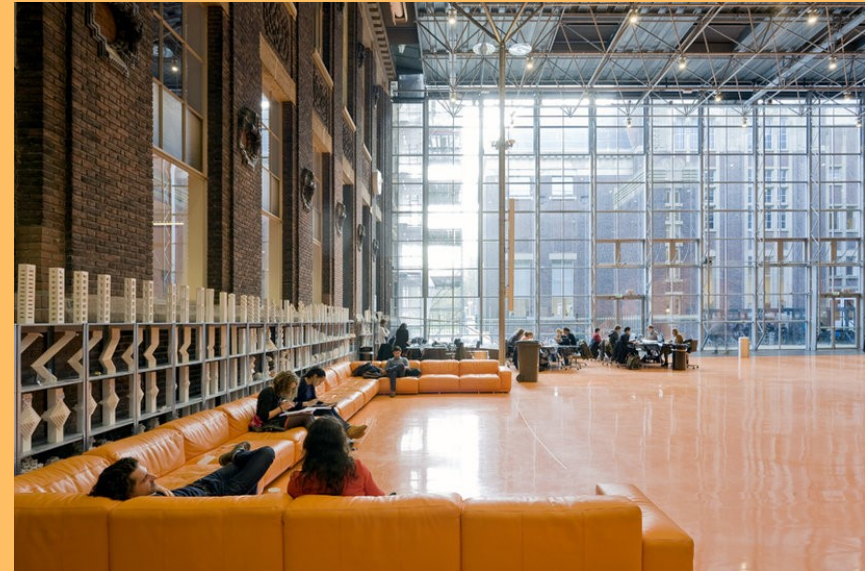
4.2.3 Ontwerpkeuzes

Onderzoek in de verkenningsfase andere systeemoplossingen. Wellicht kunnen bijvoorbeeld fysieke objecten worden gecombineerd of zijn deze niet allemaal nodig.

Stel telkens, voordat je gaat ontwerpen, ‘waarom’- en ‘wat’-vragen. Waarom is dit onderdeel nodig? Wat is de desbetreffende functie? Is daar een apart onderdeel voor nodig? Kan ik de functie combineren met een andere? En is het onderdeel dan nog wel nodig? Wat gaat er mis als je het onderdeel weglaat? Maak voor elk schaalniveau, van gebied tot grondstof, de eisen expliciet en verifieer en valideer of je ontwerp daaraan voldoende bijdraagt.

Onderzoek in onzekere situaties of er een ‘no-regret’-alternatief is: met zo weinig mogelijk ingrepen de korte termijnproblemen aanpakken zonder de keuzes voor de middellange of lange termijn te beperken. Kunnen lange termijnoplossingen bijvoorbeeld later worden gerealiseerd? Of kunnen ze worden ‘geleend’ bij een ander object?

Bouwkunde, TU Delft



Na het afbranden van het oude gebouw in 2008 kreeg de faculteit Bouwkunde binnen een paar maanden een tijdelijk onderkomen in het leegstaande gebouw aan de Julianalaan. Dit is mogelijk gemaakt door de inzet van vele aan de faculteit verbonden medewerkers, ontwerpers en ontwerp bureaus.

Vervolgens werden er besloten deze locatie te transformeren tot permanente huisvesting. Dit heeft als voordeel dat de tijdelijke aanpassingen later niet ongedaan gemaakt hoefden te worden. Bovendien is op deze manier de bouw van een compleet nieuw gebouw onnodig gemaakt.

Foto © [Faculty of Architecture and the Built Environment TU Delft](#)

4.3 Ontwerpen voor reductie van levenscyclusimpact

4.3.1 Omschrijving

In deze strategie wordt de impact door circulair materiaalgebruik afgewogen door de consequenties voor de milieu-impact en de milieuprestatie in de gebruiksfase en bij einde levensduur inzichtelijk te maken. In dit perspectief bepalen alle impacts welke ontwerpvariant de meest gunstige is. Daarvoor kunnen alternatieven van meerdere kanten en op basis van meerdere criteria worden beoordeeld. De oplossing die integraal de laagste impact veroorzaakt wordt dan gekozen (Alsemaa, et al., 2016).

De beoordeling gaat minstens uit van een complete object-levenscyclus, inclusief een aanneme voor het einde van de levenscyclus. Waar mogelijk wordt een toekomstscenario in de beoordeling meegenomen. De Platform CB'23-leidraad 'Meten van circulariteit 2.0' geeft een handreiking om dit scenario te formuleren.

Ontwerpkeuzes die zich richten op het verbeteren van de milieuprestatie in de realisatiefase, gebruiksfase en einde levensduur kunnen in een circulair ontwerp niet los van elkaar worden beschouwd. De diverse maatregelen en ontwerpkeuzes staan in relatie tot elkaar. Energiezuinige maatregelen, zoals efficiëntere isolatie en driedubbel glas in plaats van dubbel glas, kunnen zorgen voor een slechtere milieuprestatie bij realisatie en een betere milieuprestatie in gebruik. Een integrale benadering zorgt ervoor dat de impacts in verhouding tot elkaar worden beoordeeld. Een ander voorbeeld is ZOAB. Meer bindmiddel verlengt de potentiële levensduur, maar vergt in de realisatiefase een hogere milieubelasting.

Deze ontwerp strategie heeft invloed op andere strategieën. Ontwerpen voor preventie, iets niet bouwen, geeft mogelijk de laagste milieu-impact.

Circulair viaduct



In 2019 werd het eerste circulaire viaduct gedemonteerd, na succesvol gebruik op een bouwplaats nabij Kampen. De losse modules, die zowel in de overspanningsrichting als in de breedte van het viaduct via een voorspankabel aan elkaar te rijgen zijn, zijn nu opgeslagen en gereed voor een volgende levenscyclus. Hierdoor kan de initiële milieubelasting door grondstoffen over meerdere projecten worden verdeeld. Dat heeft een voordeel ten opzichte van dezelfde hoeveelheid materiaal, die slechts in één geval gebruikt had kunnen worden.

Door de aanpasbaarheid, losmaakbaarheid en vervoerbaarheid kunnen de modules in een andere verhouding en op een andere locatie weer nuttig ingezet worden, zonder veel extra belasting uit productie.

Foto © Rijkswaterstaat

Toekomstbestendige bouwwerken blijven langer in gebruik en de milieu-impact in de realisatiefase kan daardoor over een langere tijd worden verrekend. Maar een langere gebruiksduur betekent ook dat de milieu-impact door energiegebruik een groter effect heeft in de afweging. Secundaire grondstoffen of grondstoffen uit hernieuwbare bron en hergebruikte objecten verlagen de milieu-impact in eerste instantie wellicht (als de winning of het oogsten daarvan tenminste geen buitensporige impact met zich meebrengt), maar kunnen consequenties hebben voor de milieuprestatie gedurende de gebruiksfase. Denk bijvoorbeeld aan verkorte vervangings- en onderhoudsintervallen.

4.3.2 Toepassing en middelen

Het berekenen van milieu-impact kan met de **levenscyclusanalyse (LCA)**. De methode hiervoor wordt in ISO 14040 en ISO 14044 gedefinieerd. Praktische rekenhulpmiddelen op basis van LCA als GPR (gebouwen) en DuboCalc (infra) zijn hiervoor in ontwikkeling en beschikbaar. In Platform CB'23-leidraad 'Meten van circulariteit 2.0' geeft een aantal materiaal gerelateerde indicatoren, die uit een LCA te halen zijn.

De energieprestatie voor gebouwen moet sinds januari 2021 volgens de BENG-methode wettelijk worden berekend. Daarnaast geeft een *nearly Zero Energy Building* (PHPP)-berekening meer inzicht in energiestromen in een gebouw. Voor de infra is er geen vergelijkbare methode. Vanuit bijvoorbeeld de BREEAM-NL Gebied-certificering wordt er wel gekeken naar de energieprestatie van de openbare ruimte. Dat gaat echter over slechts een klein deel van de energievraag in de openbare ruimte, zoals openbare verlichting of pompgemalen in de riolering, en niet over energieopwekking.

QO Hotel



Het ontwerp van het QO Hotel is erop gericht om de kringlopen van energie, water, afval en materiaal te sluiten. De technieken voor het terugdringen van de energiebehoefte en het watergebruik zijn gecombineerd met gebruik van lokaal bouw materiaal.

Een deel van het beton dat is gebruikt, is afkomstig van het oude Shell gebouw in Amsterdam en zijn de vloerkleden gemaakt van gerecyclede visnetten. Daarnaast zorgt de intelligente gevel voor een energiereductie van 65% verwarming en 90% koeling.

Foto © [TANK](#) / Today's Brew



In methoden die breder naar een gebouw kijken, zoals GPR en BREEAM-NL, worden verschillende impacts uit verschillende fasen met elkaar vergeleken. Daaruit blijkt dat milieu-impact en energie vaak als communicerende vaten werken. Bij het bepalen van een ontwerpstrategie is het dan ook belangrijk om vast te stellen welke prestatie op zowel de korte als de langere termijn het best te beïnvloeden is.

4.3.3 Ontwerpkeuzes

Weloverwogen ontwerpkeuzes worden gemaakt door alternatieven te vergelijken. Hierbij kun je onder denken aan de volgende afwegingen (geen uitputtende opsomming):

- Weeg de milieu-impact af inclusief het noodzakelijke preventieve en correctieve onderhoud en vervangingen gedurende de beoogde (ontwerp)levensduur.
- Overweeg om de milieu-impact in de realisatiefase iets hoger te laten zijn, wanneer dit een langere potentiële gebruiksduur oplevert. Hiermee wordt een voorinvestering gedaan voor de toekomstige mogelijke wijziging van eisen en behoeften. Het effect hangt samen met de waarschijnlijkheid dat de aanpassing werkelijk gaat plaatsvinden. Het belang van een meetmethode voor aanpasbaar vermogen als input voor het ontwerpproces wordt hier goed zichtbaar.
- Bij de toepassing van hernieuwbare en secundaire grondstoffen is mogelijk milieuwinst te boeken door de ontbrekende ontginning en primaire productie.
- Weeg de impact van het transport van grondstoffen mee. Maak een afweging tussen lokaal beschikbare grondstoffen en grondstoffen die van verder komen.
- Stem bij (tijdelijke) constructies de **technische levensduur** af op de verwachte gebruiksduur. Of zorg ervoor dat het object meerdere gebruikscycli kan doorstaan door **modulair** en remontabel te ontwerpen. Hierdoor is de milieu impact door realisatie te minimaliseren of over een langere periode en intensiever gebruik te verdelen.
- Inventariseer welk deel van de levenscyclus van een bouwwerk de grootste milieu-impact heeft. Een gesloten wegverharding van beton heeft bijvoorbeeld een hoge milieu impact in de productie- en bouwphase, maar heeft weinig onderhoud nodig. De milieu-impact in de gebruiksfase wordt daardoor beperkt en het bouwwerk heeft een lange levensduur. Een vergelijkbare weg gemaakt van een elementen constructie (bijvoorbeeld straatstenen) heeft initieel een lagere milieu-impact, maar zal vaker en meer onderhoud nodig hebben om eenzelfde levensduur te kunnen bereiken. De milieu-impact van de gebruiksfase is daardoor anders. De afweging welke verharding de minste milieu-impact heeft kan niet alleen rekenkundig worden gemaakt. Onzekerheden over toekomstige wijzigingen in functie en belasting, de frequentie dat een weg tijdens de gebruiksfase voor kabels en leidingen niet wordt opengebrouwen en de mogelijkheden voor (en waardering van) toekomstig hergebruik van materialen bij sloop, bepalen mede een keuze voor een gesloten constructie of een elementenconstructie.
- Initiële materiaaltoevoegingen kunnen in de gebruiksfase energiebesparing leveren, de mate van onderhoud verminderen of de levensduur verlengen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan installaties zoals zonnepanelen (vaak grondstoffen met een hoge milieu-impact), het toevoegen van bouwkundige zonwering, extra isolatie of extra warmte-accumulerende massa. Daarbij kan hoger, efficiënter of zuiver materiaalgebruik een hogere **restwaarde** opleveren.

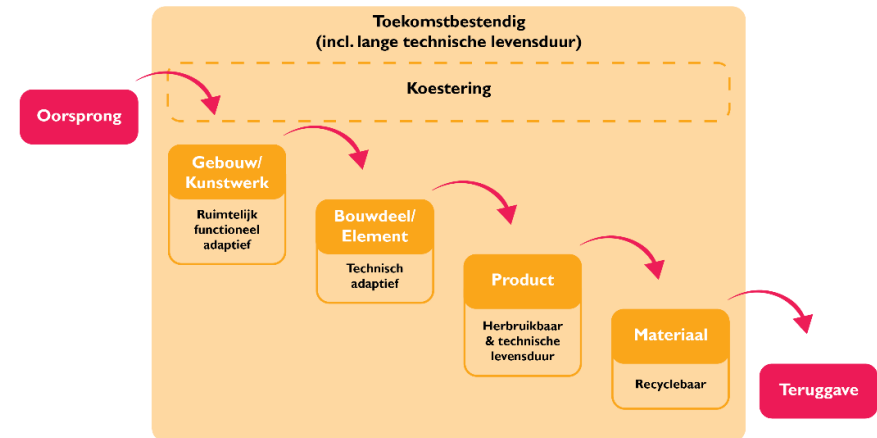
- Overweeg de impact van de vorm van een bouwwerk. Voor een compact bouwwerk zijn minder grondstoffen nodig en is er via transmissie minder energieverlies.

4.4 Ontwerpen voor toekomstbestendigheid

4.4.1 Omschrijving

In de strategie ‘Ontwerpen voor toekomstbestendigheid’ staat het ontwerp aanpasbaar maken voor toekomstige wensen en eisen centraal. Een bouwwerk of object is ruimtelijk-functioneel adaptief als het veranderingen in functies en ruimtebehoefte aankan. Een bouwwerk of object is technisch adaptief als verbindingen **losmaakbaar** zijn en onderdelen (elementen zoals installaties en bouwproducten) bereikbaar en fysiek onafhankelijk van elkaar zijn (Platform CB’23 leidraad “Metten van circulariteit”, paragraaf 6.2.1.).

In figuur 6 zijn de verschillende schaalniveaus van toekomstbestendigheid weergegeven. Het voorbeeld van het bouwen van een school illustreert dit het best. Het schoolgebouw wordt zodanig ontworpen, dat het zo flexibel mogelijk is en zonder grote aanpassingen lang als school kan functioneren of een andere functie kan aannemen. Dit valt onder ruimtelijk functionele adaptiviteit. Vervolgens zorgen aanpasbare, onderhoudsvriendelijke en opwaardeerbare elementen en bouwdelen voor een technisch adaptief geheel. Als de levensduur van het schoolgebouw niet langer in dezelfde of een andere functie kan worden verlengd, kunnen delen elders anders worden ingezet. Hierbij komen aspecten als herbruikbaarheid, technische levensduur en losmaakbaarheid kijken. Als dat geen optie is, moeten de materialen minstens in de biologische of **technische kringloop** door **recycling** of compostering opneembaar zijn.



Figuur 6 – Toekomstbestendigheid

De term *koestering* is in dit verband opgenomen. Dit omdat objecten waar de gebruiker of andere belanghebbenden aan hechten langer in gebruik blijven. Ondanks dat de technische eisen aan en eigenschappen van het object niet volledig overeenkomen. Het is een lastig meetbaar begrip, maar wel een eigenschap die in deze leidraad moet worden benoemd.

Margarethacomplex Kampen – adaptief vermogen



De architectuur en de structuur van zorgcomplex Margaretha zijn afgestemd op het stedelijk weefsel van de historische binnenstad van Kampen. Met een zo rank mogelijk betoncascos met extra vrije hoogte is de vrije indeelbaarheid van gevels en ruimte indeling gegarandeerd.

De gevels zijn uitgevoerd in HSB en de binnenwanden in metal stud. Het casco is met een basisverwarming/koeling met betonkernactivering uitgevoerd. Deze is aan een bodembron gekoppeld. De installaties zijn losmaakbaar gemaakt en de woningen kunnen worden 'ingeplugd' op de leidingenstramien welke deels per verticaal en deels in de gangzone in de plafondzone zijn aangebracht.

Foto © [LKSVD Architecten](#)

4.4.2 Toepassing en middelen

Bij het maken van ontwerpkeuzes met het oog op toekomstbestendigheid zijn de volgende punten van belang en kunnen de volgende toepassingen en middelen helpen:

- Koestering speelt zowel tijdens de ontwerpfase als tijdens de gebruiksfase bij circulariteit een belangrijke rol. Hoe meer de gebruikers tijdens de gebruiksfase de esthetiek en ruimtelijke kwaliteit van een bouwwerk waarderen, hoe groter de kans is, dat ze het goed behandelen, koesteren en onderhouden. Daardoor heeft het bouwwerk een langere levensduur. Het gaat om het beschermen van bestaande waarde door het verlengen van de levensduur van bouwwerken, elementen en materialen.
- Stem de technische levensduur af op de verwachte **functionele levensduur** en het materiaal.
- In hoofdstuk 6 van de Platform CB'23-leidraad 'Meten van circulariteit' worden handvatten aangereikt om het adaptief vermogen te meten (**Rethink**). Deze indicatoren kunnen de ontwerper helpen in het maken van ontwerpkeuzes:
 - Ruimtelijk-functioneel: Bouwwerken en objecten kunnen op eenvoudige wijze worden aangepast in functie en ruimtebehoefte. Daarmee kan worden geanticipeerd op veranderingen en gewijzigde inzichten in de toekomst.
 - Technisch adaptief: Door de lagen van een bouwwerk, met een verschil in aanpassing in tijd onderling losmaakbaar te maken is een (deel)object van dat bouwwerk eenvoudiger vervangbaar, herbruikbaar en/of te **repareren** (zie paragraaf 6.4.1 Bouwwerklagen in de Platform CB'23-leidraad meten van circulariteit) Bouwwerken en objecten worden ontworpen vanuit generieke maatsystemen, zodat hergebruik waarschijnlijker is.

- Anticipeer op meerdere levenscycli (Reuse):
 - Ontwerp voor re-montage op objectniveau: door middel van standaardisatie in geometrie. Verbindingen zijn constructies die modulair en uitwisselbaar zijn.
 - Ontwerp voor re-montage op deelobject-niveau: de verschillende lagen van bouwwerken en objecten zijn gescheiden van elkaar, zodat deze kunnen worden onderhouden, gereviseerd en vervangen, en geschikt kunnen worden gemaakt voor volgende levenscycli (Zie paragraaf 6.4.1. Bouwwerklagen in de Platform CB'23-leidraad 'Metten van circulariteit').
- Ontwerp materialen zo dat deze op eenvoudige wijze kunnen worden geoogst en gerecycled (**Recycle**). Bij gebruik van bijvoorbeeld PUR en kit aan beton, kan beton niet meer op een hoogwaardige manier worden gerecycled. Het ontwerpsteam moet zich hiervan bewust zijn en hiermee al in het ontwerp rekening houden.
- Borging van toekomstscenario's waarop het ontwerp is toegespitst, door middel van goed herleidbare documentatie. In het hoofdstuk Randvoorwaarden in deze leidraad is een implementatiedocument opgenomen, waarin wordt voorgesteld hoe dit eruit kan zien (zie 6.5). Voorbeelden van toekomstscenario's voor bouwwerken zijn:
 - Rekening houden met een extra bouwlaag of hogere dakbelasting ($+xx \text{ kN/m}^2$ rustende belasting en $+xx \text{ kN/m}^2$ variabele belasting) voor plaatsing zonnepanelen, groen dak of aanleg daktuin.
 - Rekening houden met toekomstige aanpassing van rijstrook- of spoorindelingen. Of een busbaan die geschikt is voor trams.

- Rekening houden met ontgravingsdiepte aan natte zijde kade tot $-xx \text{ m}$ NAP of ontgraving van $xx \text{ m}$ voorzien aan landzijde voor aanleg kabels en leidingen.
- Rekening houden met toename van $+xx \text{ kN/m}^2$ voor de installaties en met $+xx \text{ kN/m}^1$ voor de draagconstructie van de leidingen.
- Voor een fietsbrug de bouwphase voor asfalteren (asfalteringsmachine) als maat nemen, waardoor de belastbaarheid van de fietsbrug hoger is dan op basis van gebruiksfase mag worden verwacht.

Kademuur Maasvlakte



Het Havenbedrijf Rotterdam heeft voor de bouw van de Euromax kade, de kademuur voor toekomstige ontwikkelingen (adaptief) geschikt gemaakt. Dit is gedaan door naast een contractuele waterdiepte, ook een drie meter diepere toekomstige waterdiepte, voor te schrijven. Hierdoor was de kade bij oplevering geschikt voor toekomstige, grotere containerschepen en voor de aansluiting op de naastgelegen Maasvlakte 2.

Foto © [Hutchison Ports ECT Rotterdam](#)



4.4.3 Ontwerpkeuzes

Streef als ontwerper naar een bouwwerk met een zo hoog mogelijke waardering van gebruikers. Koppel circulaire mogelijkheden (gebruikte onderdelen, gerecyclede materialen) aan esthetische keuzes. Probeer zo goed mogelijk de onverwachte schoonheid van bestaande en gebruikte onderdelen te zien. Gebruikte onderdelen hebben vaak door gebruik en slijtage juist veel karakter en zeggingskracht. Ontwerp ook zodanig dat het bouwwerk bijvoorbeeld door gebruik en onderhoud alleen maar mooier wordt.

Door gewijzigde (klimatologische) omstandigheden moeten aan de voorkant van een project keuzes worden gemaakt over toe te passen (klimaat)adaptieve maatregelen. Dit is ook nodig om de beoogde technische levensduur te halen. Het gaat bijvoorbeeld om toename in hitte, droogte, overstromingen en wateroverlast of zeespiegelrijzing (0,26 tot 0,82 m in 2100 volgens KNMI) en (autonome) bodemdaling (tot ca. 0,50 m in 2050 voor West- en Noord-Nederland. Hierbij valt te denken aan de volgende maatregelen:

- Losmaakbaarheid voor het verwijderen van constructies in West-Nederland. Hierbij is het risicoprofiel van landelijk gelegen constructies hoger dan in een binnenstedelijk situatie.
- Neem bij klimaatbeheersing koeling (prominenter) mee.
- Pas verhard oppervlak toe of maak het geschikt voor groen (groene daken, groene gevels, halfopen bestrating, enz.)
- Realiseer meer voorzieningen voor (tijdelijke) waterberging in plaats van zo snel mogelijk afvoeren. Dit beslaat het spectrum van groene daken tot waterkelders van tunnels.
- Sta grotere grondwaterstandfluctuaties toe. Dit heeft gevolgen voor landbouw, houten paalfundaties, opdrijven constructies, vollopen van tunnels, enz.
- Hanteer flexibele verbindingen voor kabels en leidingen bij de aansluiting op een constructie op palen (anders dan op positieve kleef) om de verschilzetting te overbruggen.

- Leg tweede watersysteem aan op basis van regenwater voor douche, toilet, enz.
- Pas meterkasten boven NAP toe ter vermindering van gevolgen van wateroverlast/overstroming.
- Zie adaptief vermogen als een investering. Door extra materiaal toe te voegen wordt de levensduur van een bouwwerk of object verlengd en is nieuwbouw niet nodig (zie paragraaf 6.2.3 Platform CB'23 Leidraad Meten van circulariteit).
- **Demontage** is niet per definitie het omgekeerde van montage. In sommige gevallen behoeft demontage, en het borgen van restwaarde, een specifiek demontageplan waarbij rekening wordt gehouden met een gefaseerde ontmanteling, veiligheid, enzovoort.

4.5 Ontwerpen met hergebruikte objecten

4.5.1 Omschrijving

Bij de strategie 'Ontwerpen met hergebruikte objecten' gaat het om het opnieuw gebruiken van bouwproducten of bouwonderdelen/-elementen. Al dan niet na bewerking. Voorbeelden hiervan zijn het opnieuw gebruiken van een isolatiemateriaal als isolatiemateriaal, van een deur als een deur, van een dak als een dak. Ook het hergebruiken van componenten in een nieuwe functie is denkbaar, zoals het inzetten van oude gevels als binnenwanden. Een compleet gebouw of kunstwerk kan ook in zijn geheel worden hergebruikt of voor een andere bestemming ingezet worden. Bewerkingen zorgen ervoor dat het hergebruikte object beter in de nieuwe gebruikssituatie past en slijtage wordt hersteld. De bestaande waarde van het object wordt beschermd.

Deze strategie is in zowel de GWW als de woningbouw- en utiliteitsbouw toepasbaar. De essentiële vraag hierbij is: *Hoe kan de functionele waarde van een object bij behoud van gebruik, worden gemaximaliseerd?* Het verlengen van de levensduur van een bestaand object betekent dat er, vergeleken met vervanging, minder nieuwe grondstoffen nodig zijn. Het draagt bij aan het beschermen van bestaande waarden en bronnen en het voorkomen van afval. Omdat elk object zijn eigen specifieke technische levensduur kent, is het noodzakelijk om de hergebruiksmogelijkheden per situatie te bepalen. Hergebruik heeft een grote invloed op de levenscyclusimpact van datzelfde (deel)object en het object waarin het wordt toegepast.

Er kunnen specifieke (veiligheid)risico's aan hergebruik en mogelijk verplaatsing kleven. Bijvoorbeeld vermoeiing in materiaal en beschadiging door demontage en transport. Het is daarom essentieel om deze risico's en consequenties in het ontwerpproces aan het licht te brengen.

Zandkasteel



Het voormalig ING-hoofdkantoor het 'Zandkasteel' in Amsterdam-Zuidoost wordt onder meer naar een educatieve functie getransformeerd. Hierbij zijn de gevels en delen van het interieur hergebruikt, maar ook de installaties. Een treffend voorbeeld daarvan zijn de luchtbehandelingskasten, die ondanks de hoge leeftijd, tot een volledige nieuwstaat zijn gerenoveerd.

Foto © [Aalbers en Van Huut](#)



4.5.2 Toepassing en middelen

Om deze strategie toe te kunnen toepassen moeten bestaande objecten op de haalbaarheid van hergebruik worden beoordeeld. We zetten een aantal mogelijkheden daarvan op een rij:

- In een eerste stap wordt de beschikbaarheid van hergebruikte objecten in kaart gebracht. Hierbij kunnen aannemers en materiaalhandelaren helpen of digitale bronnen geraadpleegd worden, zoals de Bruggenbank (www.bruggenbank.nl).
- Bepaal aan de hand van inspecties, berekeningen en functieanalyses de restlevensduur van onderdelen en breng afwijkende eisen in kaart.
- Onderzoek welke geldende wetgeving op het gebied van veiligheid en ruimtelijke ordening en welke bestemmingsplannen het behoud van een object beperken of beïnvloeden.
- Analyseer welke (niet-wettelijke) eisen en wensen (ruimtelijk en technisch programma van eisen en wensen) het behoud van bestaande objecten verhinderen. Heroverweeg deze eisen en wensen als dit een duidelijke verbetering voor circulariteit oplevert.
- Bepaal welke mogelijkheden er zijn voor het behoud van objecten. Bijvoorbeeld door het gebouw met extra verdiepingen te verhogen of de wegbreedte aan te passen.
- Analyseer de mate van impact (reductie), en de gevolgen voor veiligheidseisen van het behoud van objecten op de uiteindelijke circulariteit van het project.
- Maak een materialenscan (materiaaleigenschappen, beschikbaarheid, restlevensduur, toepassingsmogelijkheden,

schades door gebruik en/of sloop, enz.) van vrijkomende materialen.

Hergebruik van oude trottoirbanden

Over het algemeen is de staat van hergebruikte objecten vooraf lastiger in te schatten dan nieuwe objecten. Dat kan doordat er nog geen volledig overzicht van beschikbare objecten bestaat waarop de beoordeling te maken valt. Of doordat de bemonstering vooraf geen goede afspiegeling is van de beschikbaarheid op het moment van bouwen.

Bestringsmiddelen, bijvoorbeeld, hebben een lange technische levensduur, waardoor deze objecten heel goed in meerdere levenscycli kunnen worden gebruikt. Hergebruikte trottoirbanden kunnen onderling uiteenlopen door gebruikssporen. Neem dit in het ontwerp mee en zorg ervoor dat deze kwaliteit op een goede manier wordt ingezet. Daarbij is het belangrijk dat het ontwerpteam een inschatting maakt van de te verwachten staat van deze objecten. Bijvoorbeeld door bronlocaties te bezoeken of een serie monsters op verschillende momenten in tijd.

4.5.3 Ontwerpkeuzes

Bij het hergebruiken van (deel)objecten is het essentieel om de impact gedurende de gehele levenscyclus in kaart te brengen. En deze vervolgens af te wegen tegen het voordeel van hergebruik: het beschermen van bronnen en bestaande waarde. Aspecten als brandveiligheid en energie-efficiëntie zijn onderhevig aan veranderende eisen. Deze kunnen dan ook botsen met de technische standaard van het te hergebruiken object. Onderzoek of alle maatregelen die nodig zijn om de levensduur te



verlengen, leiden tot een object dat gedurende de functionele levensduur zijn (veranderende) functies volgens de eisen kan blijven vervullen.

Bepaal welke objecten een grote invloed hebben op de hoeveelheid materiaal die niet moet worden vervangen. Denk hierbij niet alleen aan grote objecten, maar bijvoorbeeld ook aan objecten die veel voorkomen, materialen die veel energie vergen in de productie, lastig te demonteren objecten, enz.

Levensduurverlenging van objecten wordt beïnvloed door de losmaakbaarheid binnen het object en tussen andere constructies met een afwijkende technische levensduur. In de meetmethodiek losmaakbaarheid (Alba Concepts, 2021) worden concrete voorstellen voor losmaakbaarheid gegeven. Het registreren en monitoren van objecten in een onderhoudsplan wordt aangeraden.

4.6 Ontwerpen met secundaire grondstoffen

4.6.1 Omschrijving

In de strategie 'Ontwerpen met secundaire grondstoffen' draait het om ontwerpen met grondstoffen die eerder zijn gebruikt of met reststromen van een ander productsysteem. Deze grondstoffen worden zo ingezet, dat het **primaire grondstoffen** vervangt. Hiermee draagt het bij aan de doelen van een circulaire bouweconomie: immers, het beschermen van bronnen en het voorkomen van afval.

In deze ontwerpstrategie ligt de nadruk op het opnieuw inzetten van grondstoffen. Voor hergebruik van objecten op een hoger niveau, t.w. elementen, constructieonderdelen, constructies en gebouwen is de ontwerp strategie 'Ontwerpen met hergebruikte objecten' in deze leidraad van toepassing.

Het kiezen voor secundaire grondstoffen kan de levenscyclusimpact op meerdere wijzen beïnvloeden. Bijvoorbeeld door een lagere productie-energie of meer transportenergie in vergelijking tot het primaire materiaal. Deze impact moet in het afwegen van het gebruik van de grondstof uit primaire of secundaire bron, nauwkeurig worden beoordeeld.

Daarnaast is het nodig om al tijdens het ontwerpproces de verwachte vraag en het verwachte aanbod van secundaire grondstoffen naast elkaar te leggen. Eigenschappen als volume, afmetingen, technische eisen, moment waarop het materiaal vrijkomt, en locatie zijn ontwerpparameters waarmee het aandeel van de secundaire grondstof in het ontwerp kan worden beïnvloed.



4.6.2 Toepassing en middelen

Bij de afstemming tussen lokale beschikbaarheid en de vraag, zijn openbare en digitale bronnen (om beschikbaar komende grondstoffen te kwantificeren/lokaliseren) in combinatie met materiaalpaspoorten (om de grondstoffen te kwalificeren) een essentieel hulpmiddel. Voorbeelden van digitale bronnen voor beschikbare secundaire materialen zijn de Oogstkaart (www.oogstkaart.nl) en Madaster (www.madaster.nl). De Platform CB'23 Leidraad 'Paspoorten voor de bouw' geeft een aanzet om tot standaardisatie van paspoorten te komen.

Het is belangrijk dat de uitvoerende partij waar mogelijk een functionele specificatie krijgt in plaats van een voorschrijvende specificatie. Hierdoor kan de beschikbaarheid van alternatieven worden gecombineerd met geschiktheid, wanneer de uitvoering nadert, zonder dat voorgeschreven specificaties een belemmering veroorzaken.

4.6.3 Ontwerpkeuzes

Bij het inventariseren van beschikbare secundaire grondstoffen moet een inschatting worden gemaakt van de **toekomstwaarde** van het te **recyclen** materiaal. Hierbij kunnen grofweg drie kwaliteiten worden onderscheiden:

- hoogwaardige secundaire grondstoffen (**upcycling**): geoogste grondstoffen met een verbeterde kwaliteit, functionaliteit en/of hogere waarde dan de reststromen.
- gelijkwaardige secundaire grondstoffen (recycling): grondstoffen met een vergelijkbare kwaliteit, functionaliteit en/of waarde als de reststromen of de oorspronkelijke grondstof.
- laagwaardige secundaire grondstoffen (**downcycling**): nieuw toe te passen grondstoffen met een mindere kwaliteit, verminderde

functionaliteit of lagere waarde dan het bronmateriaal uit reststromen of de oorspronkelijke grondstof.

Het ontwerpteam heeft de mogelijkheid te kiezen voor **secundair materiaal**. Het ontwerpteam heeft ook grote invloed op de herbruikbaarheid van dit materiaal in de toekomst. Het is de verantwoordelijkheid van het ontwerpteam om voor de toepassing te kiezen, die de hoogste toekomstige waarde garandeert. Hierbij zijn een hoge losmaakbaarheid (voorkomt later vervuiling) en een zuivere toepassing van het materiaal (niet gemixt met andere materialen) vereist. De meetmethodiek Losmaakbaarheid (Alba Concepts, 2021) geeft praktische verwerkingsvoorbeelden hiervan.

A en B-hout

Hout kan in optima vorm een aantal levenscycli worden ingezet. Maar hout wordt nu bij einde levensduur van het bouwwerk hoofdzakelijk als brandstof voor energieopwekking gebruikt. Door de reststroom te verwerken tot spaanplaat kan de grondstof langer nuttig worden ingezet.

De spaanplaatindustrie is op dit moment toegerust om A- en B- sloophout in hoge mate deel te laten uitmaken van de benodigde grondstof voor (constructie-) spaanplaat. Dat werd tot voor kort voor het overgrote deel uit kap- en resthout werd vervaardigd.

Hierdoor kunnen partijen A- en B-hout met een einde levensduur status nog worden ingezet als secundaire grondstof in de bouw. In het geval van spaanplaat voor tal van afbouw- en interieuroepassingen.

De actieve levensduur van zachthout wordt hierdoor verlengd. Een spaanplaat is dan in hoge mate zelf ook nog als grondstof voor nieuw spaanplaat te gebruiken.



Oogstbeton

Sloopbeton is als basis voor de vervaardiging van nieuwe betonmortel en betonproducten honderd procent opnieuw inzetbaar. Het vormt daarmee een belangrijke secundaire grondstof. Nieuwe technieken zijn in ontwikkeling om de benodigde energie voor het breken en recyclen van betonafval te verminderen.

Door sloopbeton al aan de bron te scheiden en als aparte minerale stroom te behouden, wordt voorkomen dat deze grondstof verdwijnt in het menggranulaat. Dat wordt als gedowncyclede grondstof voor wegebouwfundatie gebruikt.

Het sloopbeton wordt dan volgens het Betonakkoord behouden en kan bij de productie van nieuw beton worden toegepast. Dit kan bijvoorbeeld in de vorm van betongranulaat, waarbij vermalen beton in een bepaalde afmeting als grindvervanger in nieuw beton wordt toegepast.

Een hoogwaardiger wijze is het verwerken van sloopbeton tot de basisstoffen grind, zand en cementsteenpoeder. Deze kunnen als hoogwaardige grondstof worden ingezet voor het vervaardigen van nieuw beton met een zeer hoog gehalte aan secundair teruggewonnen grondstoffen.

4.7 Ontwerpen met hernieuwbare grondstoffen

4.7.1 Omschrijving

De strategie 'Ontwerpen met **hernieuwbare grondstoffen**' gaat over het ontwerpen met zo veel mogelijk of uitsluitend bouwmaterialen uit hernieuwbare bron. Hernieuwbare grondstoffen worden geteeld, natuurlijk aangevuld of natuurlijk gereinigd op een menselijke tijdschaal. Een hernieuwbare hulpbron kan worden uitgeput, maar door duurzaam beheer en goed rentmeesterschap wordt dit voorkomen. Voorbeelden van hernieuwbare hulpbronnen zijn: bomen in bossen, grassen in grasland, klei uit de Nederlandse rivierdelta en vruchtbare grond. Een hernieuwbare grondstof kan van zowel abiotische als biotische oorsprong zijn. **Biotische grondstoffen** worden uit levende bronnen gewonnen en zijn van plantaardige of dierlijke oorsprong (inclusief algen en bacteriën). **Hernieuwbaar materiaal** wordt geproduceerd uit hernieuwbare grondstoffen.

Het gebruik van hernieuwbare grondstoffen voorkomt het gebruik van **niet-hernieuwbare grondstoffen** en de eventuele uitputting ervan. Het draagt hiermee direct bij aan het beschermen van bronnen en het regenereren van biotische en hernieuwbare **abiotische grondstoffen**.

Alle materialen degraderen door blootstelling aan de elementen. Rekening houden met onderhoud en vervanging in het ontwerp is dan ook essentieel. Door de werking van de **biologische kringloop** kan hernieuwbaar materiaal bij ondoordachte detaillering, onvoldoende bescherming of een ongunstige oriëntering in een bouwwerk vroegtijdig degraderen. Het ontwerpteam is verantwoordelijk voor een voorstel van de onderhouds- en vervangingsstrategie van deze (deel)objecten.

Er moet naar het gebruik van hernieuwbare grondstoffen uit de directe omgeving worden gestreefd die in balans is met de lokale ecologie.

Grondstoffentransport vergt namelijk energie en kan de druk op bepaalde regio's onevenredig vergroten. Een goed voorbeeld daarvan is het tropisch hardhout dat in Europa wordt gebruikt.

Vooraf bij bio- composieten en bio-polymeren is het belangrijk om te kijken hoe grondstoffen weer te scheiden zijn of hoe het geheel **afbreekbaar** is. Hernieuwbare materialen worden door niet-losmaakbare combinaties met niet-hernieuwbare grondstoffen buiten de biologische kringloop geplaatst. Dit is bijvoorbeeld het geval bij bio composieten waarbij natuurlijke vezels met een chemische hars worden gecombineerd. Deze zijn niet (makkelijk) te scheiden of niet geheel afbreekbaar en dit moet dus door het ontwerpteam worden voorkomen.

4.7.2 Toepassing en middelen

Binnen deze strategie is het scheiden van technische en biologische kringlopen een voorwaarde. Bijvoorbeeld door het ontwikkelen van bio-composieten op basis van honderd procent hernieuwbare grondstoffen. Deze materialen moeten wel te scheiden of samen composteerbaar zijn.

Deze strategie is toepasbaar in combinatie met het gebruik van materiaal uit duurzaam beheerde hernieuwbare bronnen, zoals aantoonbaar duurzame bosbouw. De TPAC (*Timber Procurement Assessment Committee*) heeft de volgende certificatiesystemen goedgekeurd: FSC, PEFC, MTCS, STIP en KEURHOUT.

Houten viaduct



De twee bruggen over de A7 in de buurt van Sneek zijn de eerste viaducten in Nederland die van hout zijn gemaakt. Ze zijn ook geschikt voor zwaar verkeer. Normaal worden dit soort verkeersbruggen van beton of staal gemaakt omdat hout niet sterk genoeg is. Door een speciaal soort hout te gebruiken (accoya-hout met acetylatische behandeling) en met behulp van voorspanning in de houten liggers, is het gelukt om deze sterke houten viaducten te realiseren.

Foto © [Achterbosch Architecten](#) en [Onix Architecten](#)

4.7.3 Ontwerpkeuzes

Materialen uit hernieuwbare bron zijn per definitie circulair als de biologische kringloop niet wordt doorbroken. Dit is de cyclus waarin biologische voedingsstoffen in de biosfeer worden teruggebracht. En wel op zo'n manier, dat **natuurlijk kapitaal** wordt hersteld en het regenereren van biotische grondstoffen mogelijk wordt.

Het mengen van de technische en biologische kringloop is taboe (Ellen MacArthur Foundation, 2017) en een losmaakbare toepassing van hernieuwbare materialen een vereiste om de biologische kringloop in stand te houden.

Hotel Jakarta



De draagconstructie van het hotel is volledig in hout uitgevoerd, evenals een groot deel van de binnenafwerking. De hotelkamers bestaan uit prefab houten modules met dragende wanden en plafonds van CLT. Op deze manier kon een korte bouwtijd gerealiseerd worden. Bovendien zorgt het gebruik van hout voor een prettig binnenklimaat en een warme uitstraling.

Foto: [SeARCH architecture and urban planning](#)



5. Rollen en samenwerking

5.1 Van ontwerpketen naar ecosysteem

Bij circulaire ontwerpprojecten veranderen traditionele rollen en samenwerkingsverbanden. Deze veranderingen kunnen ingrijpend zijn, maar hangen vooral af van de gekozen ambities en de wijze waarop men circulaire doelen nastreeft. In dit hoofdstuk laten we zien hoe de ontwerpketen verandert in een ecosysteem van met elkaar samenwerkende actoren. We gaan in op de rollen van die actoren, hun businessmodellen en waardenproposities. Ten slotte maken we inzichtelijk hoe (digitale) informatie een belangrijke rol speelt om de samenwerkingen tussen actoren vorm te geven.



5.2 Ecosysteem

1. Het proces

Traditioneel vs. circulair

2. Rollen en competenties

4 categorieën

Bestaande en nieuwe rollen

3. Het ecosysteem

Actoren, ontwerpstrategieën en fasering

Het kompas

Organogram

Schaalniveaus



Verbinding maken

Inzicht en tools (kompas en organogram) voor het verbinden van nieuwe en bestaande rollen in een circulair project



5.3 Businessmodellen

1. Keten en ecosysteem

Actoren

Waardesoorten

2. Businessmodel canvas

Circulaire ontwerprollen

3. Waardematrix

Vaardecreatie

Partners



Waarde creëren

Inzicht en tools (businessmodellen canvas en waardematrix) voor het creëren van waarde in een circulair project



5.4 Informatiebehoeften

1. Informatiematrix

Informatiebehoefte

2. Stappenplan

Informatie delen in zeven stappen

3. Toepassingen

Case-studies



Informatie delen

Inzicht en tools (informatiebehoeftematrix en stappenplan) voor het tijdig en volledig delen van informatie in een circulair project

Figuur 7 – Overzicht hoofdstuk 5



5.2 Ecosysteem

Onder druk van duurzaam bouwen is de ontwerpketen steeds verder opgerekt en uitgebreid. Circulair ontwerpen breekt in zekere zin met deze traditie en transformeert het proces van lineair naar circulair. Niet langer hebben we met een verlenging van de ketens te maken, maar ontstaat er een nieuw speelveld. Een speelveld waarin actoren zich op een fundamenteel andere wijze tot elkaar gaan verhouden.

Circulariteit leidt tot het gelijktrekken van belangen. Bestaande objecten en materialen, nieuwe objecten en materialen, milieu-impact en businesscases zijn immers allemaal even belangrijk. Dit vraagt om een harmoniemodel om ieder belang op het juiste moment in het ontwerpproces zorgvuldig te wegen. Dit streven naar harmonie heeft geleid tot het concept van een ontwerpecosysteem in plaats van een ontwerpketen.

5.2.1 Proces

Het verschil tussen een lineair proces en een circulair proces illustreren we met het model in figuur 8. De fasering in een traditioneel systeem is opeenvolgend en kent begin en een eindstaart, respectievelijk het initiatief en op zijn best sloop/afval. In veel gevallen is in een lineair proces de sloop/afval fase niet of minimaal vertegenwoordigd. Het houdt vaak op bij onderhoud of in het slechtste geval bij de afronding van de bouwfase (oplevering).

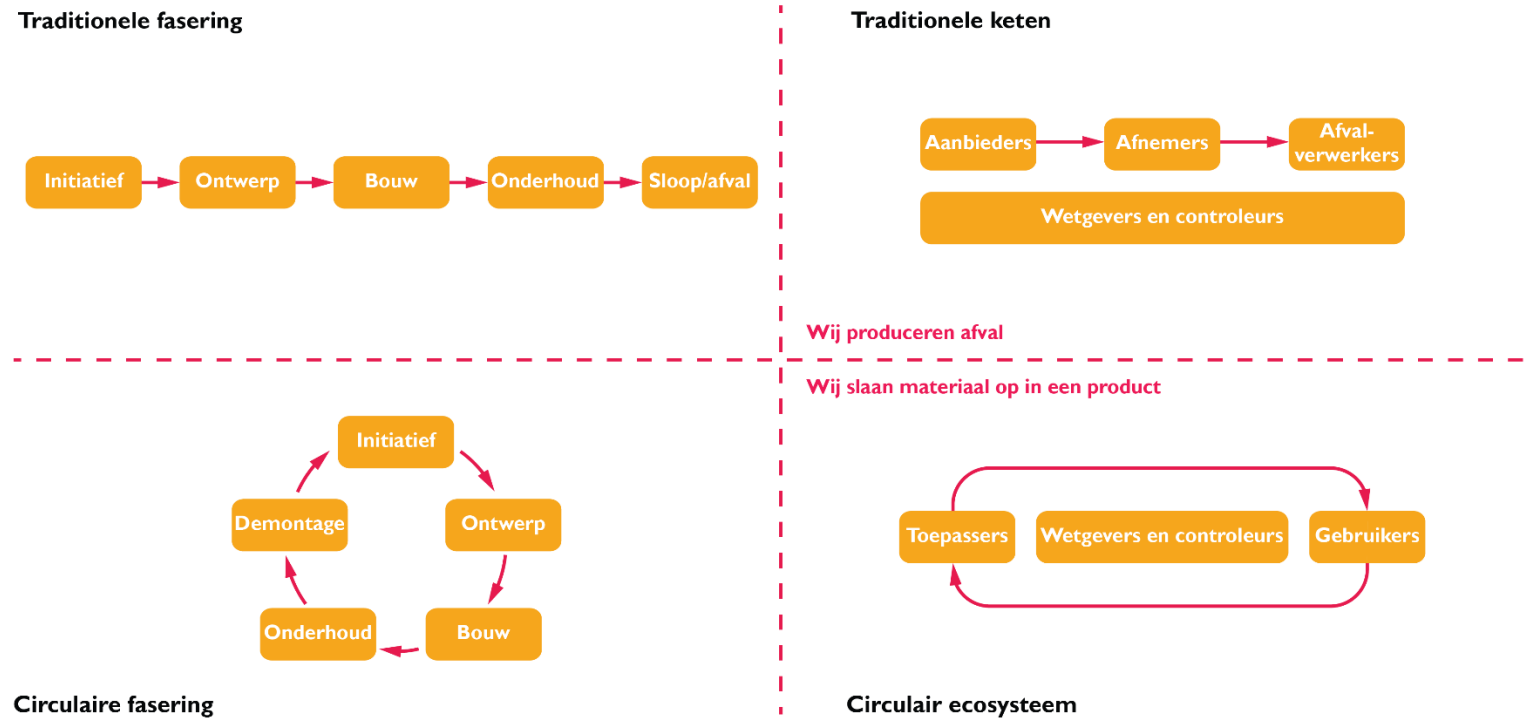
Een circulair proces overstijgt de objectfase en is eerder een weergave van waarde, activiteiten en materiaalopslag gedurende een cyclus, gevolgd door meerdere cycli. De tijdslijn is feitelijk oneindig en dwingt dus tot het leveren van prestaties die object-overstijgend zijn. Voor de keten betekent dit dat de traditionele rol van *aanbieders* en *afnemers* verandert in respectievelijk *toepassers* en *gebruikers*. Zij staan voor de opvolging van meerdere cycli in wederzijds contact met elkaar. Dus niet lineair van *aanbieder* naar *afnemer*.

Nog meer dan in traditionele lineaire processen, is samenwerking voor het uitvoeren van circulaire processen dus cruciaal. Ook zijn de rollen van de actoren vaak anders. Dit heeft alles te maken met het verschil in verantwoordelijkheid. De verantwoordelijkheid in een lineair proces loopt tot en met de oplevering, eventueel gevolgd door een garantietermijn. De verantwoordelijkheid in een circulair proces is over de gehele cyclus van het product en zijn grondstoffen, prestatiegericht.

Dit verschil maakt een circulair proces echter wel complexer. Zo zijn er over een langere periode meer relaties, meer stakeholders en wisselende doelen. Alle fasen van een bouwwerk (initiatief, ontwerp, bouw, onderhoud, demontage en weer een nieuwe cyclus) zijn van belang in de ontwerpfase van een circulair te ontwikkelen bouwwerk. Deze fasen moeten dan ook in de methodiek van het ontwerpen ervan worden geïncorporeerd.

Een traditioneel proces hanteert een ontwerpstrategie waarin voor een vastgesteld investeringsbudget een bouwwerk uit nieuwe materialen voor een beperkte gebruikperiode wordt gerealiseerd. Als deze periode afloopt en het bouwwerk zijn economische waarde verliest (afschrijvingsperiode), wordt het bouwwerk gesloopt en worden de meeste materialen **laagwaardig hergebruikt** of anders als afval verwerkt.

De toe te passen strategieën om te komen tot een circulair bouwwerk zijn uiteenlopend en zijn uitvoerig omschreven in [hoofdstuk 4](#) van deze leidraad. Deze strategieën onderscheiden zich door het gebruik van bestaand of hernieuwbaar materiaal, de integratie van onderhoudsbudgetten of het koersen op restwaarde. Ze benadrukken daarmee verschillende uitgangspunten. Afhankelijk van de gekozen strategie zien de daarvoor benodigde ecosystemen er daarom anders uit.



Figuur 8 – Lineair versus circulair



5.2.2 Rollen en competenties

In een circulair proces ontstaan er, zoals eerder gesteld, meer actoren en dus ook nieuwe rollen. Een visie daarop is reeds beschreven in de Platform CB'23-leidraad 'Paspoorten voor de bouw' versie 2.0 van 2 juli 2020, Bijlage C. In deze paragraaf geven we een overzicht van bestaande en nieuwe rollen in een circulair ontwerpproces, zonder de pretentie volledig te zijn.

Met in het achterhoofd dat het aantal actoren en hun rollen veranderlijk zijn en waarschijnlijk per project verschillen, hebben we de rollen in vier categorieën onderverdeeld: initiatiefnemers, adviseurs, uitvoerders en controleurs. Een uitgebreide uiteenzetting van alle geïdentificeerde rollen behorend tot deze vier categorieën is in [Bijlage I](#) opgenomen.

Initiatiefnemers

Initiatiefnemers zijn partijen die een bouw initiëren of die (indirect) verantwoordelijk zijn voor de behoefte van de bouw van een object. Kenmerk van een initiatiefnemer is de directe betrokkenheid en/of profijt bij het resultaat van de realisatie van de bouw. De volgende actoren zijn voorbeelden van initiatiefnemers:

- Rijk of lokale gemeente
- Investeerder/belegger
- Ontwikkelaar
- Particuliere of professionele opdrachtgever (privaat, professioneel en overheid)
- Directievoerder
- Financier
- Bewoner of gebruiker

Adviseurs

Adviseurs zijn partijen die op basis van de wensen van de initiatiefnemers een proces en een ontwerp ontwikkelen om tot het beoogde resultaat te komen. Kenmerk van een adviseur is dat deze voor de planvorming van een object wordt beloond. De werkzaamheden hiervoor kunnen zowel voor als na de contractering plaatsvinden en de rollen kunnen door verschillende adviseurs worden ingevuld. De volgende actoren zijn voorbeelden van adviseurs:

- Technische adviseurs (bijv. ingenieurs, architecten, installateurs)
- Financieel adviseur (bijv. kostenramer)
- Procesadviseurs (bijv. projectmanagers, procesmanagers)
- Circulariteitsmanager
- Inkoopadviseur
- Milieuadviseurs (bijv. biologen, toxicologen)
- Maatschappelijke adviseurs (bijv. antropologen, sociologen)
- Kaderadviseurs (bijv. juridisch, financieel, verzekering)
- Dataminer
- Materiaalpaspoortadviseur

Uitvoerders

Uitvoerders zijn partijen die fysiek (met bijv. materiaal, arbeid of techniek) voor de uitvoering en het onderhoud van het beoogde object zorgen. En eventueel voor daaraan vooruitlopende demontage en sloopwerkzaamheden. Kenmerk van een uitvoerder is dat deze voor de fysieke realisatie, het onderhoud of de verwijdering van het object of delen ervan wordt beloond. De volgende actoren zijn voorbeelden van uitvoerders:

- Aannemers (bouwers en slopers)
- Leveranciers
- Producenten
- Beheerder (onderhoudspartijen)



- Materiaalhandelaar
- Leasemaatschappijen
- Verzekeringsmaatschappijen

Controleurs

Controleurs zijn onafhankelijke partijen, commercieel of publiek, die objecten en planvorming van objecten op wet- en regelgeving of commercieel overeengekomen clausules (bijvoorbeeld verzekeringen of productcertificaten) controleren. De volgende actoren zijn voorbeelden van controleurs:

- Regelgever
- Regelgeving controleur (bijvoorbeeld BoWoTo)
- Certificeerder
- Prestatiecontroleur

5.2.3 Inzichten in samenhang ecosysteem

Om een passend ecosysteem te ontwikkelen is het belangrijk om de onderlinge samenhangen inzichtelijk te maken. Tabel 1 geeft inzicht in hoe de actoren zich verhouden ten opzichte van de fasering van projecten en de verschillende ontwerpstrategieën. De tabel laat ook zien waar de actor zijn grootste invloed uitoefent of waar hij vooral actief is (rood of oranje gekleurd). De tabel is omgezet in een visualisatie (figuur 9), dat wij het *kompas ecosysteem circulair ontwerpproces* noemen. Dat kompas kan als tool worden gebruikt om een project-specifiek ecosysteem te ontwikkelen.

Het weergeven van alle faseringen is nodig omdat bij circulair ontwerpen er niet alleen naar het ontwerpen van het object wordt gekeken. Er moet namelijk in het ontwerp met de gehele levenscyclus en opvolgende cycli rekening worden gehouden. Bij het ontwerpen voor een circulair gebouwde omgeving is het belangrijk dat alle relevante belanghebbenden op de juiste momenten in het ontwerpproces worden betrokken.



Tabel I – Overzicht alle actoren en fasering en ontwerpstrategieën

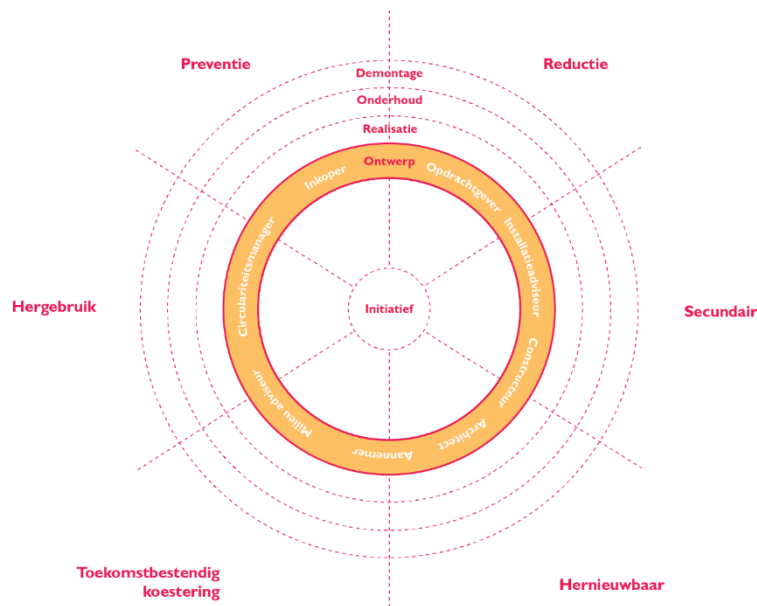
Rollen		Ontwerpstrategieën						Fasering				
		Ontwerpen voor preventie	Ontwerpen voor reductie	Ontwerpen met grondstoffen uit secundaire bron	Ontwerpen met grondstoffen uit hernieuwbare bron	Ontwerpen voor toekomstbestendigheid	Ontwerpen voor hergebruik	Initiatiefase	Ontwerpfase	Realisatiefase	Gebruiksfase	Transitiefase
Initiatiefnemers	Investeerder											
	Opdrachtgever ontwikkelaar											
	Opdrachtgever privaat											
	Opdrachtgever professioneel											
	Opdrachtgever overheid											
	Directievoerder											
	Financier											
	Bewoners/gebruikers											
Adviseurs	Technisch adviseurs											
	Kostenrammer											
	Proces adviseurs											
	Inkoopadviseur											
	Milieuadviseurs											
	Maatschappelijk adviseurs											
	Kaderadviseurs											
	Dataminer											



Rollen		Ontwerpstrategieën						Fasering				
		Ontwerpen voor preventie	Ontwerpen voor reductie	Ontwerpen met grondstoffen uit secundaire bron	Ontwerpen met grondstoffen uit hernieuwbare bron	Ontwerpen voor toekomst-bestendigheid	Ontwerpen voor hergebruik	Initiatiefase	Ontwerpfase	Realisatiefase	Gebruiksfase	Transitiefase
	Materiaalpaspoort-adviseur											
Uitvoerders	Aannemers											
	Leveranciers											
	Producenten											
	Onderhoudspartijen											
	Sloopbedrijven/ materiaalminers											
	Materiaalhandelaar											
	Leasemaatschappijen											
	Verzekeringsmaatschappijen											
Controleur	W&R controleur overheid											
	Certificeerder											
	Prestatie controleurs (circulair)											

Kompas ecosysteem circulair ontwerpproces

Het voorgaande geven we weer in een kompas dat de gezamenlijke richting van circulaire ambities visualiseert. Het kompas (figuur 9) is ontwikkeld om een compleet overzicht van actoren te geven die invloed op het ontwerpproces kunnen uitoefenen. De actoren zijn, op basis van de strategie, gerangschikt rondom het ontwerpteam, waarin zij een rol spelen én in de fase waarin zij een hoofdrol spelen (figuur 10).



Figuur 9 – Kompas ecosysteem circulair ontwerpproces

Ontwerpteam

Het ontwerpteam is samengesteld uit actoren die minimaal nodig zijn om circulariteit in een ontwerpogave te borgen. De opbouw is als volgt tot stand gekomen:

Traditioneel ontwerpteam actoren

Het traditionele ontwerpteam bestaat uit een architect/ingenieur, een constructeur en een installatieadviseur.

Bouwteam actoren

Wanneer een ontwerpteam wordt opgewaardeerd tot een (traditioneel) bouwteam worden de opdrachtgever en uitvoerende partijen zoals aannemers en productleveranciers (onderaannemers) aan het ontwerpteam toegevoegd. Dit creëert een solide basis, waarin de wensen van de opdrachtgever en de kennis en kunde van de aannemer integraler aan de ontwerpscope worden toegevoegd dan in een traditioneel ontwerpteam. De prijsontwikkeling van ontwerpingrepen worden dan ook direct zichtbaar.

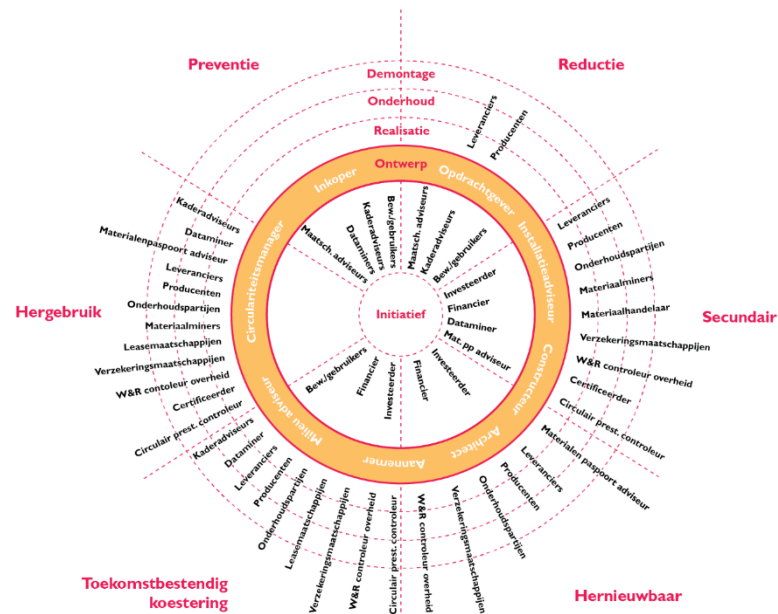
Circulaire ontwerpteam actoren

Voor een circulair ontwerpteam worden de circulariteitsmanager en de inkoop aan het ontwerpteam toegevoegd. Het bouwteam wordt hierdoor verrijkt met kennis op het gebied van circulariteitsdoelen en business-case voorwaarden (inkoopvoorwaarden).

Overige actoren

Het ontwerpteam presenteert zich in de ontwerpfase als een donut rondom de initiatieffase en wordt omringd door de realisatiefase, de gebruiks-/onderhoudsfase en de demontagefase. In deze verschillende fasen bevinden zich de overige actoren die zijn benoemd in [Bijlage I](#) behorend bij [paragraaf 5.2.2. Rollen en competenties](#).

Aan de hand van dit kompas kan nu per ontwerpstrategie worden bekeken welke actoren mogelijk onderdeel van het ontwerpecosysteem moeten zijn. Wanneer bijvoorbeeld een specifieke opgave om aanvullende, niet benoemde actoren vraagt, kunnen deze naar eigen inzicht op een positie worden toegevoegd.



Figuur 10 – Generiek voorbeeld van een ingevuld kompas voor alle strategieën

Een projectspecifiek ecosysteem

Door het kompas toe te passen ontstaat er per project een ecosysteem, op te splitsen in ecosystemen per ontwerpstrategie. Het opstellen van het ecosysteem is een inspiratie en een motivatie voor het ontwerpteam om met nieuwe actoren in contact te treden. De minimale opbrengst van dit contact is het uitwisselen van informatie (zie ook [paragraaf 5.5](#)) en het kennisnemen van de toegevoegde waarde van de benoemde actor. De maximale opbrengst is dat de actor een actieve rol in het ontwerp van het object of delen ervan speelt.

Faseringen, voor- en na de ontwerpfase

De fasering van een project voor een circulair ontwerpproces is volgens het kompas te verdelen in een fase vóór het ontwerpproces (transitie en/of initiatieffase) en een fase ná het ontwerpproces (realisatiefase, gebruiks-/onderhoudsfase en transitiefase). Actoren die zowel voor als na de ontwerpfase actief zijn, kunnen van belang zijn in een circulair project en dus deel uitmaken van het te vormen ecosysteem voor het ontwerp.

Voor de ontwerpfase

In de initiatieffase van een project wordt in een uitvraag, al dan niet voorzien van een programma van eisen (PvE), het initiatief vormgegeven. Het is essentieel voor de ontwikkeling van de markt dat de juiste vragen worden gesteld om op te acteren. Tegelijkertijd is het voor de uitvragers enorm relevant om te weten wat zij van de markt kunnen vragen. De overheid kan in dit kader een sturende rol vervullen door fundamenteel onderzoek te ondersteunen en circulaire initiatieven en innovaties te stimuleren. Ontwerpers en adviseurs kunnen een bemiddelende en kennisoverdrachtelijke rol spelen tussen de uitvragers, de overheid en de industrie.

Vóór een initiatieffase kan er een transitiefase zijn. In dat geval moet de circulariteitswaarde van het bouwwerk en de onderdelen ervan bekend zijn voordat een initiatieffase wordt opgestart.



Na de ontwerpfase

Na de ontwerpfase volgen de fasen realisatie, gebruik/onderhoud en demontage. In de realisatiefase is het van belang dat de ontworpen beloften worden ingelost. Dit gaat gepaard met kennis en kunde van de uitvoerders, en bijvoorbeeld ook met controle op de uitvoering. Van groot belang is dat de uiteindelijke gebruiker bij oplevering ook voldoende wordt geïnformeerd en/of voor het juiste gebruik van het object wordt opgeleid.

Na oplevering van het object volgt het gebruik. De verantwoordelijkheid voor het inlossen van de ontwerpbelofte verschuift nu naar het gebruik, beheer en onderhoud van het object. Vooral met het oog op de toekomstige transitie of hergebruik van (onderdelen van) het object, moeten het bouwwerk en zijn onderdelen de waarde behouden die ze in de business-case hebben gekregen. Dit betekent dat er voldoende kennis is om het onderhoud op een juiste manier uit te voeren. En bijvoorbeeld ook dat er controle moet zijn die certificering van objectonderdelen in de transitiefase vergemakkelijkt.

Demontagefase

De demontagefase is een transitiefase en vormt het hoogtepunt van een bestaande circulaire ontwikkeling en ook het begin van een nieuwe circulaire ontwikkeling. De werkelijke circulaire waarde van het object wordt nu ingelost. Heel belangrijk wordt het om juist deze prestatie te meten, zodat er kennis wordt opgedaan voor nieuwe projecten en er geleerd wordt van successen en fouten uit het verleden. De toets op de drie hoofddoelen van circulariteit (beschermen materialen, milieu en waarde) moet opnieuw worden uitgevoerd. Ook op de businesscase en de uitvoerbaarheid hiervan in het kader van bijvoorbeeld certificering van bestaande materialen voor nieuwe toepassingen.

Het ecosysteem in deze transitiefase is de schakel tussen twee objecten: een bestaand bouwwerk aan het einde van zijn gebruiksfase en een nieuw bouwwerk waarvoor het initiatief voor wordt genomen. Ook spelen

sloop-/demontage-aannemers en intermediairs als materiaalminers en handelaren in secundair materiaal, een belangrijke rol. Er mag namelijk niet direct vanuit worden gegaan dat een gebruikt bouwwerk in zijn geheel direct naar een nieuw gebruik transformeert.

Projectoverwegingen per strategie

Om in de ontwerpfase per ontwerpstrategie het passend ecosysteem te kunnen ontwikkelen, zijn er ontwerpoverwegingen nodig om de juiste partijen te identificeren. Voorbeelden van projectoverwegingen om een ecosysteem samen te stellen zijn:

- Vraag alleen uit wat echt nodig is. Niet bouwen is immers altijd duurzamer.
- Verdiep je in de omgeving van je bouwwerk en de ecologische kwaliteit en betekenis ervan.
- Ontwikkel liever een vervuild stuk grond of land in een betere en schonere omgeving dan op of in een functionerend biologisch ecosysteem.
- Maak (financiële) ruimte voor goede LCA studies, **MPG's**, EPG's en CO₂- en NO_x prestatieberekeningen van de te gebruiken materialen.
- Beperk de transportafstanden, zoek lokaal.

Voor elke ontwerpstrategie zijn er verschillende overwegingen die leiden tot het benoemen van een actor in het ecosysteem. We hebben voor alle zes de ontwerpstrategieën diverse overwegingen geformuleerd. Deze zijn opgenomen in [Bijlage II](#).



Tabel 2 – Stappenplan opstellen Ecosysteem

Stap	Activiteit	Voorbeeld
1.	Divergeren: Plan een kick-off meeting met het ontwerpteam en presenteer een volledig ingevuld kompas (zoals figuur 9 uit paragraaf 5.2).	
2.	Convergeren: Identificeer of meerdere toe te passen ontwerpstrategieën en verwijder de actoren uit de overige niet toe te passen ontwerpstrategieën (zoals de figuren in bijlage 2).	
3.	Specificeren: Start, bijvoorbeeld met behulp van de overwegingen, een brainstorm per gekozen ontwerpstrategie. Identificeer kansen en bedreigingen per ontwerpstrategie.	
4.	Identificeren: Identificeer noodzakelijke rollen waarmee het ontwerpteam moet samenwerken om kansen en bedreigingen te onderzoeken. Voeg eventueel rollen toe of verwijder rollen die niet van belang zijn. *	
5.	Organiseren: Organiseer en verdeel de geselecteerde rollen indien mogelijk over aanwezige actoren in het ontwerpteam of zoek actoren buiten het ontwerpteam om bepaalde rollen in te vullen.	

* **Let op:** Actoren kunnen meerdere malen bij bijvoorbeeld verschillende strategieën worden toegevoegd. Als dezelfde actor bij alle strategieën aan bod komt, wordt aangeraden dat de actor onderdeel van het ontwerpteam wordt.

Toepassing kompas voor het creëren van een ontwerpecosysteem

Wanneer de actoren en hun rol per fase en ontwerpstrategie en de projectoverwegingen per ontwerpstrategie bekend zijn, volgt met behulp van het kompas het inrichten van een projectspecifiek ecosysteem. Het kompas wordt vervolgens tijdens een kick-off en brainstormsessie om of vóór de ontwerpfase ingezet. Het stappenplan (figuur 11) illustreert de toepassing van het kompas in een projectsituatie. Een uitwerking hiervan is te vinden in [Bijlage III Ecosysteemvoorbeelden](#).

Organogram, inbedding in de organisatiestructuur van een project

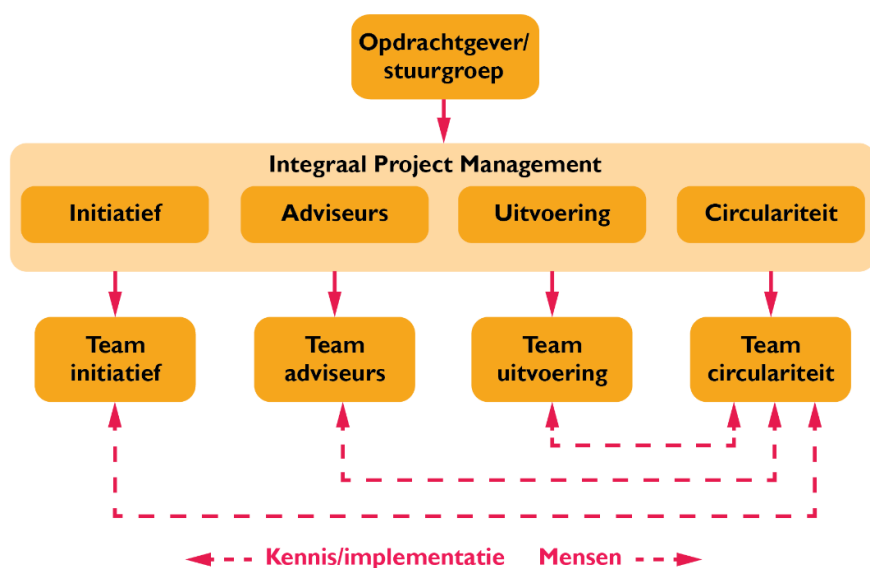
In de uitvoering van projecten is het van belang om circulariteit in de organisatiestructuur te borgen (figuur 11). Het aanstellen van een circulariteitsmanager in het managementteam van een project kan hierbij helpen. Deze circulariteitsmanager stuurt op zijn beurt een 'Team circulariteit' aan met personen uit de overige (standaard) teams (initiatief/ontwerp/uitvoering). Dit heeft twee positieve effecten:

- Afspraken die worden gemaakt en kennis die wordt opgedaan in Team circulariteit worden automatisch in de overige ontwikkelteams opgenomen.



- Het invoeren van circulariteit leidt tot een beperkte extra financiële druk op de ontwikkeling omdat alleen de circulariteitsmanager als fte wordt toegevoegd.

De circulariteitsmanager inspireert en controleert het managementteam vervolgens op de behaalde resultaten. Het organogram toont in figuur 11 een conceptuele inbedding van circulariteit in een ontwikkelproces.



Figuur 11 – Concept organogram inbedding circulariteit in projecten

5.2.4 Schaalniveaus

Een circulair ontwerpproces kan op meerdere **schaalniveaus** worden uitgevoerd. Het kompas biedt de mogelijkheid om op verschillende schaalniveaus te bepalen welke deelnemers voor het benodigde ecosysteem moeten/kunnen samenwerken. De schaalniveaus waarop een circulair ontwerpproces kan worden uitgevoerd, zijn weergegeven in tabel 3.

Tabel 3 – Overzicht schaalniveaus

Schaalniveau	Voorbeeld
Gebied	Campus inclusief groen en openbare ruimte
Complex	Campus (bij elkaar horende bouwwerken)
Bouwwerk	Faculteitsgebouw
Element	Muur in faculteitsgebouw
Bouwproduct	Isolatieplaat in muur
Materialen	Biobased isolatievlokken
Grondstof	Vlas

Er is een groot verschil in actoren en hun samenwerkingsvormen tussen bijvoorbeeld materiaal en gebied, maar een veel kleiner verschil tussen gebouwdeel en product. Er zijn echter ook kruisverbanden wanneer het project daarom vraagt.

Ter illustratie van de werking van het kompas hebben we in [Bijlage III](#) voor drie fictieve bouwopgaven een ecosysteem gecreëerd. Iedere opgave kent echter een ander schaalniveau en elke opgave heeft als gegeven een focus op twee van de zes ontwerpstrategieën.



5.3 Businessmodellen

De businessmodellen van ontwerppartijen veranderen bij circulair ontwerpen. Zo is er bij circulariteit sprake van meervoudige waardecreatie. Hier horen nieuwe verdienmodellen bij. In dit deel introduceren we het 'Business Model Canvas'. Dit is een praktisch handvat om verdienmodellen inzichtelijk te maken en op te zetten. Ook laten we zien hoe de businessmodellen van ontwerppartijen in één ontwerp-ecosysteem samenhangen.

5.3.1 Ontwerpketen en meervoudige waardecreatie

Actoren in een ontwerpketen maken op een bepaald moment meervoudige waarde voor elkaar en externe belanghebbenden. Deze waarden kunnen worden ingedeeld in diverse soorten volgens het Six Capital model (IRC, z.d.):

1. **Financiële waarde-soort:** financiële middelen (zoals financiering, subsidies, investeringen of omzet) waarmee een organisatie producten en/of diensten kan maken.
2. **Menselijke waarde-soort:** middelen uitgedrukt in menselijk vermogen (zoals ervaring, kennis, motivatie) waarmee producten of diensten kunnen worden gerealiseerd.
3. **Sociaal- en relationele waarde-soort:** middelen uitgedrukt in sociaal vermogen (zoals relaties, connectie, informatie-deling) waarmee producten of diensten kunnen worden gerealiseerd.
4. **Intellectuele waarde-soort:** middelen uitgedrukt in unieke kennis (zoals patenten, copyrights, software, rechten en licenties) waarmee producten en diensten voor anderen kunnen worden gemaakt.
5. **Materiële waarde-soort:** middelen uitgedrukt in fysieke objecten (zoals gebouwen, infrastructuur of machines) die beschikbaar zijn voor een organisatie om goederen te produceren en/of diensten te leveren.

6. **Natuurlijke waarde-soort:** middelen die bestaan uit natuurlijke hulpbronnen (waaronder alle hernieuwbare en niet-hernieuwbare vormen), waarmee goederen of diensten kunnen worden genut, zoals bewerking van mijnstoffen of het inademen van lucht.

5.3.2 Businessmodellen en canvassen

Een businessmodel maakt voor een partij inzichtelijk hoe zij op een structurele wijze bepaalde waarden kan creëren die levensvatbaar zijn en kunnen worden herhaald. Een businessmodel laat ook zien wanneer waarden worden gecreëerd en wanneer die waarden worden geëffectueerd. Dat kan overigens voor elke partij anders zijn.

ARUP & BAM categoriseren verder drie overkoepelende typen businessmodellen: Circular Design Models, Circular Use models en Circular Recovery Models. Daarin onderscheiden zij verschillende impacts vanuit sociaal, technisch en financieel oogpunt (Carra & Magdani, 2017, p. 23).

Een circulair businessmodel kent de volgende vijf aspecten (Jonker, Stegeman & Faber, 2018):

- Realiseren van kringlopen.
- Streven naar meervoudige waardecreatie.
- Kiezen voor een passende strategie.
- Vormgeven van de organisatie tussen de partijen.
- Ontwikkelen van verdienmodellen (door de tijd heen of samen waarde creëren).

Een business-case geeft de levensvatbaarheid voor een bepaald product aan. Als een business-case niet meer haalbaar is, dan stopt het proces.

Een circulair businessmodel canvas is een hulpmiddel voor het beschrijven van het realiseren van kringlopen bij circulair ontwerpen. Het gaat onder andere om meervoudige waardecreatie, hoe deze aan te bieden of te effectueren en de levensvatbaarheid ervan. Kortom, waarde wordt



gecompenseerd, afgenomen en geëffectueerd (“verzilverd”). Bij elke belanghebbende kan het moment van waardecreatie en waarde-effectuering in proces en in tijd anders liggen. Daarom is het van belang dat elke belanghebbende met een businessmodel canvas zijn eigen geïntegreerde waarden beschrijft.

Een canvas bestaat in grove lijnen uit de volgende elementen:

- het opnoemen van waarden, waardeproposities en belanghebbenden;
- het specificeren van waarde-effectuering, naar een klant of ontvangende partij. Dit gebeurt door details te benoemen in termen van contactmomenten, de wijze van levering van producten en diensten, en de wijze hoe betaling wordt georganiseerd;
- het specificeren van waardencreatie in termen van benodigde competenties en middelen, benodigde partners voor creatie en realisatie, en de bijbehorende kosten voor het creatie proces.

Los van deze generieke elementen, zijn er diverse canvassen waarvoor, afhankelijk van de situatie, nieuwe circulaire producten of nieuwe diensten kunnen worden gebruikt. Bijvoorbeeld:

- Een *nieuw* te vormen consortium wil gezamenlijk een nieuw product of nieuwe dienst ontwikkelen. Hiervoor is het canvas in tabel 4 geschikt. Dit canvas wordt van links naar rechts als een stappenplan ingevuld, en is gericht op het creëren van een nieuw model.
- Een *bestaand* bedrijf wil circulair samenwerken met andere ketenpartijen, elk met een eigen businessmodel. Door onderhandeling over het creëren en effectueren van waarden ontstaat een business ecosysteem (zie Tabel 5).

Tabel 4 – Businessmodel canvas geschikt voor *nieuwe producten of diensten met voorbeeld van wegverlichting als een dienst* (naar voorbeeld van UX Berlin, 2016).

Start-up bedrijf:Wegverlichting als een dienst				
Waarden Laag energie verbruik Duurzame installaties	Waarde proposities Wegverlichting als een dienst verlaagt energie-verbruik Wegverlichting als een dienst verlengt levensduur van verlichtingssysteem	Contactpunten Zodra onderhoud nodig is overlegt start-up bedrijf met infrabeheer Zodra weggebruiker langs verlichting rijdt	Capabiliteiten Dynamisch dimmen in verlichting Verkeersmodellen gesynchroniseerd met verlichting Onderhoudskennis van verlichting	Partners Verkeersdata bedrijf Aannemer Infrabeheerder
		Distributie Verlichting wordt geïntensiveerd voor een weggebruiker en gedimd zodra deze weg is Onderhoud aan verlichtingssysteem in beheer en eigendom van start-up bedrijf		
	Stakeholder management Infrabeheerder Weggebruiker Omliggende gemeenten		Omzetmodel Infrabeheerder betaalt een periodiek vast bedrag voor de verlichting als een dienst langs de weg aan het start-up bedrijf	



Tabel 5 – Businessmodel Canvas voor circulaire ontwerprollen voor *bestaande* bedrijven

Businessmodel Canvas voor circulaire ontwerprollen		Aanbieder:	Ontvanger:	Datum/plaats:
Kernpartners Ontwerpketen	Kernactiviteiten Ontwerp + details	Circulaire Waarde Proposities (zie 5.2.1)	Klantrelaties Contracteren	Klant- segmenten Ontvangende partij
	Kernresources Materialen Technologieën Diensten		Kanalen Communicatie- middelen	
Kostenstructuur Kosten engineering			Inkomstenstromen Gebaseerd op: - Inputs, - Beschikbaarheid, - Gebruik, - Prestatie, - Waarde	
Impact Evaluatie Technische haalbaarheid van ontwerp Financiële levensvatbaarheid van ontwerp Wenselijkheid van ontwerp				
Aanbod		Integratie	Vraag	

Deze canvassen kunnen tot verschillende businessmodellen leiden, omdat er verschillende partijen zijn die elk op een andere plek in de keten kunnen zitten en elk een ander soort waarde creëren.

De volgende businessmodellen zijn hierbij denkbaar (gebaseerd op Den Hollander et al., 2017; ING, ABN Amro en Rabobank, 2017):

- **Classic long life**

- *Circulaire input:* Een actor kan binnen een bestaand ontwerp secundair of gerecycled materiaal (afkomstig van herstelactiviteiten) inzetten in plaats van een primaire grondstof. Bijvoorbeeld tweedehands brugliggers.
- *Levensduurverlenging:* Hergebruik, renovatie en reproductie van een product leiden tot het verlengen van de bruikbare levensduur. Bijvoorbeeld bij levensduurverlengend onderhoud.
- *Waardeterugwinning:* Een actor kan waardeherstel van afval realiseren, bijvoorbeeld van materialen, warmte, biomateriaal, vervuld water. Recycling wordt in dit verband gezien als een activiteit die in waardeherstel voorziet. Bijvoorbeeld met gemaaid gras langs een berm.
- *Circulair ontwerp:* Een actor kan een gevaarlijk of toxisch materiaal uit een bestaand ontwerp elimineren of **reduceren**. Hieronder vallen ook ontwerpinitiatieven gericht op modulariteit, demontage en reparatie om zo recycling, hergebruik en levensduurverlenging mogelijk te maken. Bijvoorbeeld bij waterzuiveringsbedrijven, of een circulaire brug.



- **Hybride**

- *Hybride / smart business model:* Verschillende levenscycli van componenten (schillen) betekenen verschillende businessmodellen.

- **Gap exploiter**

- *Gespecialiseerde circulaire dienst:* Het betreft bedrijven die zijn opgebouwd rond het verlengen van de levensduur van producten van andere bedrijven.
- *Circulaire facilitering:* Een actor biedt een netwerk of samenwerking met facilitators in een circulaire economie. Voorbeelden zijn consultancy, ingenieursbureaus, kennisinstellingen en data-bedrijven en accountancy. Actoren kunnen met een dergelijk model, een werkwijze of regel in het systeem aanbieden en handhaven die circulariteit bevordert.

- **Offering access** (*contract time ownership*)

- *Terugkoop door leverancier:* Een bedrijf dat eerder verkochte componenten of materialen terugkoopt. De dienst is eerder geleverd als een leaseconstructie (met financiering van aanbieder (balansfinanciering) en gebruiker). Bijvoorbeeld bouwmaterieel.
- *Deel businessmodel:* Een actor vergroot het gebruik van de capaciteit van een product gedurende zijn bruikbare levensduur (door middel van het delen en voorspelbaar onderhoud). Dit model is alleen circulair zodra het delen van een asset of product leidt tot een optimaal gebruik ervan. Bijvoorbeeld een deelauto of deelscooter.

- **Performance** (*betalen voor de functionaliteit*)

- *Product Service System (PSS) / product as a service:* Product als een dienst. Iedere partij binnen een keten kan de circulariteit bevorderen door een dienst aan te bieden, bijvoorbeeld bij verlichting, klimaatbeheersing en liften. De principes zijn gebaseerd op:
 - een veranderd eigenaarschap, waar het eigenaarschap van een product bij de dienstverlenende partij terugkeert;
 - een verbeterde samenwerking en afstemming van belangen tussen partijen in een waardeketen (bijvoorbeeld het delen van kosten en opbrengsten);
 - een verbeterde traceerbaarheid van producten en materialen.



5.4 Ontwerp-ecosysteem

Een ontwerp-ecosysteem is een samenspel van verschillende businessmodellen van actoren die met elkaar samenwerken om kringlopen te realiseren. Het eigen businessmodel beschrijft de rol die belanghebbenden hierin spelen. In de onderhandelingen komen op ketenniveau alle waarden in beeld (Schraven et al., 2019). Hier kunnen waarden van actoren tegenstrijdig of dubbel zijn (Schultheiss et al., 2020). Uiteindelijk ontstaat er door onderhandelingen een business ecosysteem.

Dit ecosysteem kan worden behaald met behulp van een waardematrix die de waardecreatie en waarde-effectuering tussen ontwerpketenpartners inzichtelijk maakt (zie Tabel 6). De matrix toont partijen op beide assen en heeft als doel om te specificeren hoe een partij waarde creëert en een andere partij waarde effectueert. Ter verduidelijking: stel dat een adviseur voor een initiatiefnemer een modulaire brug met behulp van een uitvoerder van brugonderdelen heeft gecreëerd. Hierin valt een aantal waarde-transacties te herkennen:

- Transactie 1 (T1): De initiatiefnemer geeft de adviseur financiële middelen voor het menselijke vermogen en intellectuele vermogen om flexibeler te kunnen bouwen met modulaire brugonderdelen.
- Transactie 2 (T2): Adviseur geeft financiële middelen aan de uitvoerder voor zijn materiële waarde van modulaire brugonderdelen.

Tabel 6 – Waardematrix voor ontwerpketen met uitgewerkt voorbeeld van een modulaire brug

		Waarden effectuering voor			
		Initiatiefnemer	Adviseur	Uitvoerder	Controleur
Waardecreatie door	Initiatiefnemer		Financiële middelen (T1)		
	Adviseur	Flexibeler bouwen (T1)		Financiële middelen (T2)	
	Uitvoerder		Modulaire onderdelen (T2)		
	Controleur				

De waardematrix kan met specificaties over de tijd, de plaats en de projectfase worden uitgebreid. Hiermee kan ook worden ondervangen wanneer businessmodellen beginnen en eindigen in het circulaire ontwerpproces. Dit is belangrijk omdat circulair ontwerpen over het sluiten van materiaal kringlopen gaat en die in de ontwerpketen een toebedeelde verantwoordelijkheid moet blijven houden. Daarom moeten actoren, en zeker ook het businessmodellen systeem, een collectieve balans blijven houden bij het veranderen van de aard van een levenscyclusfase.



5.5 Informatiebehoeften

5.5.1 Inleiding

Circulaire ontwerpprojecten worden gekenmerkt door nieuwe en veranderende informatiebehoeften. Het sluiten van materiaalkringlopen gaat namelijk hand in hand met het sluiten van informatiestromen (Wijewickrama, Chileshe, Rameezdeen, & Ochoa, 2021). Onderzoek laat bijvoorbeeld zien dat ontwerpende partijen informatie nodig hebben uit voorgaande én toekomstige sloopfasen (Van den Berg, 2019). Goede informatievoorziening om de juiste keuzes te maken is essentieel. Zo kunnen sloopaannemers ontwerpers informeren over bouwmaterialen die reeds bij de sloop zijn vrijgekomen, en zij kunnen hen informeren over toekomstige demontage- en hergebruikmogelijkheden. Deze paragraaf gaat in op de circulaire informatiebehoeften van ontwerpende partijen. Daartoe introduceren we enkele uitgangspunten en definities en reiken we met onder andere een informatiebehoeftenmatrix en user stories praktische handvatten aan.

5.5.2 Verzamelen, interpreteren en verwerken

Informatie ontstaat uit het verzamelen, interpreteren en verwerken van 'data die relevant, specifiek, tijdig en beknopt' zijn (Tushman & Nadler, 1978). Relevante voorbeelden van soorten informatie zijn vraagspecificaties, tekeningen, modellen, beleidsdocumenten en analyses. Zowel de kwaliteit als de kwantiteit van informatie is bij circulair ontwerpen van belang. De kwaliteit heeft daarbij betrekking op de *correctheid*; de kwantiteit slaat op de *completeheid* van informatie. Zo komt het in de praktijk vaak voor dat tekeningen van bestaande bouwwerken niet meer actueel zijn. Bijvoorbeeld doordat een bouwwerk in de loop van de tijd allerlei veranderingen heeft ondergaan die niet goed zijn gedocumenteerd. Dit is een kwaliteitsprobleem: de tekeningen geven niet (meer) de correcte situatie weer. Dat soort tekeningen of andere documenten kunnen ook geheel of gedeeltelijk ontbreken: een

kwantiteitsprobleem. Beide aspecten van informatie zijn van belang – en kunnen ontwerpteams voor grote uitdagingen stellen.

Ontwerpteams bepalen gezamenlijk de soort informatie, de rol die de informatie speelt in het proces en de wijze waarop deze informatie beschikbaar moet komen. Dat gebeurt mede op basis van de verschillende rollen die partijen in een project vervullen (initiatiefnemers, adviseurs, uitvoerders en controleurs). Elk van deze rollen heeft in de informatievoorziening binnen een circulair proces een belangrijke input. De partijen zijn daarbij niet per se anders dan in een traditioneel lineair proces. Zoals eerder is aangegeven, zijn echter hun verhouding tot elkaar en de wijze waarop zij met elkaar het proces vormgeven, anders. In een circulair ontwerpproces moeten namelijk ook de beschikbare producten vanuit de bestaande voorraad en/of circulaire producten met het oog op toekomstig hergebruik eerder in de ontwerpstrategieën worden meegenomen. In een circulair ontwerpproces is het belang van productinformatie in een vroegtijdig ontwerpstadium dan ook aanzienlijk toegenomen. Zo kunnen bijvoorbeeld verrassingen tijdens de bouw door (aanvullend) onderzoek naar de herkomst en eigenschappen van materialen worden voorkomen.

Erkende meetmethodes

De benodigde informatie om tot een circulair project te komen is vaak uitgebreider of op een ander tijdstip beschikbaar. Gezien het belang van kwalitatief juiste informatie, moeten erkende meetmethoden worden gebruikt (zie ook de Platform CB'23-leidraden 'Meten van circulariteit' en 'Paspoorten voor de bouw'). Het is belangrijk om te bepalen welke informatie nodig is om de circulaire doelstellingen van het project te bereiken. Hierin is bij de start van het project een grote rol voor de initiatiefnemers weggelegd. In die rol is het van groot belang om in het begin van het project de doelen op het gebied van circulariteit goed te verwoorden en zo op te stellen dat ze specifiek, meetbaar, acceptabel,



realistisch en tijdgebonden (SMART) zijn. Tegelijkertijd is het van belang de ontwerp oplossingen bij de adviseurs te laten.

Informatievoorziening en -interpretatie binnen een project begint bij de initiatieffase en de definitiefase. Bij een circulair project is dit niet anders, maar het eindigt echter niet bij de oplevering. In de eerste twee fasen (initiatieffase en definitiefase) worden het toepassingsgebied, het programma van eisen en de businesscase van het project vastgesteld. Tijdens deze fasen verwerkt de groep initiatiefnemers al veel informatie en worden aan de hand van de dan beschikbare informatie keuzes gemaakt.

Visie / scopedocument

De initiatiefnemers stellen in de initiatieffase een aantal documenten op die de visie, doelstellingen en kaders van het project beschrijven en bepalen. Relevant voor de ontwerpfase zijn onder meer een visie/scopedocument, een functioneel en technisch programma van eisen en het businessmodel met de beschikbare budgetten voor ontwerp en realisatie. Vaak is een onderdeel hierin de ambitiestelling van duurzaamheids-, milieu-, en circulaire prestaties. Deze prestaties kunnen aan de hand van diverse instrumenten worden bepaald, zoals GPR/CPG (W/E adviseurs), BCI (AlbaConcepts) en **MCI** (Ellen MacArthur Foundation).

Met informatie uit deze documenten is het vervolgens aan de adviseurs om in samenspraak met de initiatiefnemer een ontwerpstrategie te bepalen. Aan de hand van de gekozen ontwerpstrategie kan de benodigde informatie voor de verdere uitwerking van het project worden bepaald.

Elke ontwerpstrategie kent zijn eigen informatiebehoefte, maar ook een overlappende informatiebehoefte in de ontwerpfase van het project. Voor enkele strategieën is daarbij informatie en kennis van het demontage en sloopproces cruciaal en bijvoorbeeld ook het betrekken van de leverancier/ uitvoerende partij. Die moet immers materiaal krijgen dat hij

kan inzetten in een nieuw bouwproces (zie ook De Werk, 2020). Elk project heeft namelijk weer andere uitgangspunten, randvoorwaarden en eisen. Om tot een goede informatiebehoefte te komen moet telkens per actor vanuit de eindsituatie en de gestelde eisen worden gedacht.

5.5.3 Informatiebehoeftematrix

Om te weten welke informatie de verschillende ontwerppartijen nodig hebben, is het handig om een informatiebehoeftematrix op te stellen. In een informatiebehoeftematrix staat welke partij behoefte heeft aan welke informatie, van wie en op welke wijze. Zo wordt ook duidelijk welke informatie er nog ontbreekt. Deze matrix biedt houvast bij de startbijeenkomsten van ontwerpende partijen. Het resultaat van zo'n sessie is dan een informatiebehoefteschema voor de ontwerpfase. Daarna kan deze matrix gedurende de opeenvolgende fasen worden bijgehouden en aangepast. Een inventarisatie van benodigde actoren gedurende een ontwerpfase is daarom ook essentieel. Hiervoor kan het in [paragraaf 5.2](#) beschreven kompas worden gebruikt.

Tabel 7 geeft een algemene opzet voor deze informatiebehoeftematrix. De matrix bevat een informatie-vraagzijde en een informatie-aanbodzijde. De verschillende partijen zijn onderverdeeld in de voor deze leidraad vier bekende categorieën (zie [paragraaf 5.2](#)): initiatiefnemers, adviseurs, uitvoerders en controleurs. Per partij is in te vullen welke informatie zij nodig hebben voor hun besluitvorming of ontwerpuitwerking. Een notitie met circulaire performance indicatoren vanuit een opdrachtgever is een voorbeeld van informatie die een opdrachtgever (informatieaanbod) aan adviseurs als input (informatievraag) verstrekt voor de uitwerking van het circulaire ontwerp.



Tabel 7 – Format voor een informatiebehoeftematrix

			Informatieaanbod				
			Initiatiefnemers	Adviseurs	Uitvoerders	Controleurs	
			Partij 1	Partij 2		...	Partij n
Informatievraag	Initiatiefnemers	Partij 1					
		Partij 2					
	Adviseurs	...					
	Uitvoerders	...					
	Controleurs	Partij n					

Een punt van aandacht zijn de afspraken over de wijze van informatieverstrekking. Dit gaat over de diverse standaarden en (bestands)formaten. Het is verstandig om zoveel mogelijk van open standaarden gebruik te maken en de standaarden die de overheid heeft aangewezen (Forum Standaardisatie). Vooral door de toenemende digitalisering zijn deze afspraken essentieel in het beschikbaar maken en toegankelijk houden van de informatie.

Het format van de matrix is voor zowel de B&U als de GWW-sector geschikt. Elk project is echter uniek dus per project moet er telkens opnieuw een matrix worden ingevuld.

Voorbeeld uitwerking actoren met een informatiebehoeftematrix

Om de informatiebehoefte matrix te illustreren, geven we een voorbeeld uit de B&U-sector. Beginnend bij de opdrachtgever (initiatiefnemer) is de een eerste actor waar men in het voorbeeld mee te maken krijgt het architecten- / ingenieursbureau. De eerste vraag is dan: welke informatiebehoefte wil de opdrachtgever bij de architect ophalen?

Wanneer dit proces voor alle actoren aan de informatiebehoeftekant wordt doorlopen, ontstaat er een compleet gevulde matrix. Aan de hand van deze matrix is er niet alleen inzicht in de informatiebehoefte, maar ook in de plichten. De basis voor het zeven stappenplan (tabel 8) is hiermee gelegd. Met een koppeling aan een tijdpad en een projectplanning, is hiermee het circulaire informatieproces van het circulaire bouw en ontwerpproces geborgd.

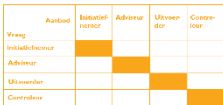


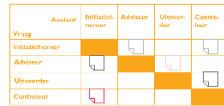
Tabel 8 – Voorbeeld ingevulde (circulaire) informatiebehoeftematrix B&U

Actoren			Informatieaanbod				
			Opdrachtgevers	Architect/Ingenieur	Constructeur	Sloopaannemer	Ambtenaar B&W toezicht
Kenmerken			PvE, budget, locatie	Concept en uitwerking bouwkundig ontwerp	Constructief ontwerp	Kennis en demontage functie circulaire materialen	Controleren vergunning en uitvoering
Informatievraag	Opdrachtgevers	Initiatiefnemer		Bouwkundig ontwerp als resultaat van circulaire ambities en KPI's. Inzicht in welke circulaire doelen zijn behaald.	Constructief ontwerp gericht op hergebruik bestaande materialen, modulair en losmaakbaar, biobased materialen (lage MKI).	Buildingscan, inclusief gevaarlijke stoffen. Prijs demontage. Specificaties en aantallen materialen.	Minimaal aan te houden wettelijke kaders.
	Architect/ingenieur	Adviseur	Ambitie/ontwerpensen opdrachtgever, circulaire materialen op diverse vlakken ingezet of alleen op int. gebied. Kaders (extra) financiële mogelijkheden.		Concept circulair constructief ontwerp: met circulaire materialen, hergebruik, losmaakbaar, demontabel	Advies over de conditie van de materialen ook na demontage. Specificaties materialen, conditie voor en na demontage. Prijs demontage.	Wet en regelgeving maar ook spectrum aan mogelijkheden. Overige projecten in de nabije omgeving i.v.m. vrijkomende materialen mogelijk in ander project nabij toepasbaar.
	Constructeur	Adviseur	Ambitie/ ontwerpensen opdrachtgever: circulaire strategie (bijv. biobased materialen).	Concept circulair architectonisch ontwerp: met circulaire materialen, circulaire bouwmethode en bouwdetailering.		Conditie en specificaties vrijkomende circulaire constructieve elementen.	Wet en regelgeving maar ook spectrum aan mogelijkheden. Overige projecten in de nabije omgeving i.v.m. vrijkomende materialen mogelijk in ander project nabij toepasbaar.
	Sloopaannemer	Uitvoerder	Ambitie/ eisen percentage te hergebruiken materialen.	Specificaties circulaire materialen, conditie gebouw voor tijdens en na sloopwerkzaamheden.	Specificaties circulaire materialen, conditie gebouw voor tijdens en na sloopwerkzaamheden.		In te dienen verplichte onderdelen (B.L.V.C.-plan, sloopplan, stoffen inventarisatie, etc.).
	Ambtenaar B&W toezicht	Controleur	Definitief ontwerp t.b.v. goedkeuring.	Definitief ontwerp voor goedkeuring.	Definitief ontwerp voor goedkeuring.	Aanleveren materialenpaspoort en demontage (ook schadelijke stoffen).	

Om bovenstaande informatiebehoeftematrix praktisch inzetbaar te maken, wordt het volgende stappenplan voorgesteld. De informatiebehoeftematrix kan in zeven stappen worden toegepast:

Tabel 9 - Stappenplan voor afspraken informatievoorziening

Stap	Activiteit	Voorbeeld
1.	Plan een kick-offmeeting met de betrokken ontwerppartijen. Hiervoor moeten partijen worden uitgenodigd uit alle vier de categorieën genoemd in <u>paragraaf 5.2</u> (zijnde initiatiefnemers, adviseurs, uitvoerders en controleurs).	
2.	Plot de partijen in een lege tabel op A0-formaat. Plak die aan de muur. Partijen komen zowel op de horizontale als op de verticale as te staan, in dezelfde volgorde. De verticale as stelt de informatievrage voor; de horizontale as het informatieaanbod. Kleur de diagonaal alvast in.	
3.	Laat elke partij op afzonderlijke post-its opschrijven welke informatie nodig is gedurende een bepaald tijdsbestek om circulariteit te bevorderen. Dit kan gedurende één projectfase zijn. Gebruik verschillende kleuren per informatiedrager/medium (bijv. rapport, BIM, of materiaalpaspoort).	

4.	Nodig elke partij uit om de post-its in de lege tabel te plakken in de juiste kolom. Hierbij moeten partijen nagaan wie de benodigde informatie het beste aan hen kan verstrekken.	
5.	Discussieer met elkaar over het resultaat. Partijen controleren eerst of de gevraagde informatie inderdaad kan worden geleverd in het gewenste format. Verder gaan zij na of ze wellicht meer/andere informatie kunnen aanbieden. Pas de matrix aan totdat er consensus is.	
6.	Leg afspraken over informatiedeling vast in een document. De informatiebehoeftematrix geeft inzicht in informatievrage en -aanbod, terwijl de kleuren in één oogopslag aangeven op welke wijze de informatie kan worden gedeeld. Dit vormt de basis voor afspraken over (circulaire) informatiedeling. Die afspraken dienen bij voorkeur uitgezet te worden over de tijd.	
7.	Herzie en update de informatiebehoeftematrix tijdens het circulaire (ontwerp)project naargelang behoeften veranderen. Geschikte momenten zijn de transities naar andere project- en levenscyclusfasen, omdat dan het circulaire ecosysteem verandert.	



5.5.4 User stories uit de praktijk

Voor het invullen van de informatiebehoeftematrix kan een ontwerpteam van 'user stories' gebruik maken. Dit zijn korte beschrijvingen van wat actoren voor informatie nodig hebben of produceren. Tijdens vraaggesprekken kan bijvoorbeeld het volgende worden achterhaald:

- Hoe past men het product in de praktijk toe?
- Waar en bij wie haalt men informatie op en wat doet men daar vervolgens mee?
- Met wie deelt men deze opgehaalde informatie weer?

Ter verduidelijking. We nemen de architect die binnen de B&U-sector vaak een spilfunctie vervult en het eerste aanspreekpunt is voor de opdrachtgever. Niet voor niets staat de architect in tabel 7 bovenaan in de linker kolom. De architect gaat de horizontale as met informatie-aanbieders langs om een circulair project te ontwerpen dat in de praktijk toepasbaar is. Elke ontwerppartij kan op deze wijze informatie ophalen. Waar nodig worden leveranciers om specifieke circulaire of ontwerpdenen naast een ontwerppartij gezet.

De onderstaande user stories hebben we ter illustratie opgehaald bij diverse partijen.

Voorbeeld user story: informatiebehoefte architect

“Heel veel producenten, leveranciers en industrieën zien natuurlijk best wel veel brood in circulaire producten. Al is het alleen al voor de beeldvorming. Dus iedereen, of het nou staal is of hout, zegt op de een of andere manier dat hij het meest circulaire product in de bouw heeft. Maar het ene circulaire product is nog niet het andere circulaire product. Daar moet je je als ontwerper ook goed in kunnen verdiepen en benchmarks voor hebben om dingen echt te kunnen waarderen.” - Willem Stevense, WEAREARCHITECTS

Ontwerpers hebben informatiebehoeften over hoe circulair een product is. Omdat vele product- en materiaalleveranciers hun product zelf als 'circulair' labelen, is het moeilijk om door de bomen het bos te zien. Dat maakt de beoordeling van welk product tot een meer circulair project zal leiden lastig. Benchmarks over wat een materiaal of product circulair maakt en hoe circulair het ten opzichte van andere materialen en producten op de markt is, zijn nodig. Hiervoor is een third-party evaluatie nodig, om greenwashing te vermijden.

Voorbeeld user story: informatiebehoefte sloopaannemer

*“De sloopaannemer heeft behoefte aan informatie, maar beschikt ook over essentiële informatie. In een circulair bouwproces vervult de sloopaannemer een cruciale rol. Enerzijds is er de behoefte om vanuit de opdrachtgever op voorhand duidelijk te weten wat de wensen en inhoud van het circulaire plan van eisen zijn. Anderzijds is de sloopaannemer voor alle betrokken actoren binnen het ontwerpproces juist de kennispartner op het gebied van inventarisatie en rapportage als het gaat over de kwaliteit, kwantiteit en conditie van de circulaire materialen na demontage. Daarnaast kan de sloopaannemer een transparante kostenraming geven over de te oogsten materialen. Ook kan de sloopaannemer als vraagbaak en kennispartner fungeren bij nieuwe circulaire bouwplannen en advies geven over losmaakbaarheid en modulariteit met het oog op demontage bij einde gebruiksfase. De rol van de sloopaannemer verandert dus drastisch binnen het circulaire ontwerp- en bouwproces en zorgt ook voor een ander en nieuw (aanvullend) **verdienmodel** naast het demonteren en oogsten als corebusiness.” - Tristan Frese, Schijf Groep*

Door een veranderende kijk op ontwerpen zullen sloopaannemers een nieuwe rol krijgen en treden zij toe tot het ontwerpproces. Zij kunnen door het uitvoeren van inventarisaties en andere analyses ontwerpende actoren voorzien van belangrijke informatie over demontage en hergebruikmogelijkheden van bestaande bouwmaterialen.



Voorbeeld user story: informatiebehoefte leverancier

*“We leveren aan de ene kant een product, een circulaire oplossing. En aan de andere kant de bijbehorende informatie. Productinformatie, afmetingen. En als je het hebt over duurzaamheid, dan hebben we in Nederland natuurlijk ook de Nationale Milieudatabase. Dan heb je bijvoorbeeld een gipsplaat (met toevoegstoffen) en er zit papier omheen. Het heeft een bepaalde status in het **materialenpaspoort** en die informatie ga je koppelen. Dat is geen ‘rocket science’, het moet alleen vanaf het begin af aan goed gebeuren. Die informatievoorziening moet dadelijk worden gekoppeld aan de BIM-modellen. Dan heb je vervolgens een heel mooie informatiebron die je kunt inzetten voor circulaire oplossingen. Dan kun je vraag en aanbod gaan combineren.” – Bauke Geuzebroek, Knauf BV*

Dit voorbeeld laat zien dat leveranciers circulaire oplossingen mogelijk kunnen maken door op slimme manieren informatie over hun producten te verstrekken. Mogelijkheden daartoe worden verkend. Zo kan een fysiek product met een digitale evenknie (*digital twin*) worden geleverd. Slimme koppelingen met materiaalpaspoorten en bouwwerkinformatiemodellen (BIM) zijn daarbij essentieel. Ze maken het mogelijk dat actoren in de levenscyclus kunnen profiteren van het beschikbaar gestelde circulaire informatiepotentieel.

Voorbeeld user story: informatiebehoefte overheid

“Uiteindelijk proberen we meer inhoud te geven aan circulair bouwen en circulair ontwerpen. Niet zelf, maar met stakeholders zoals bedrijven, gemeenten en allerlei andere partijen. Aan de ene kant is de rol van ons als team vooral het faciliteren van die circulaire economie. Dus ook het faciliteren van de circulaire bouwconomie. Dat doen we door met koplopers samen een pad te leggen naar de toekomst waarin alles circulair is. We bieden bijvoorbeeld een podium aan partijen en kijken waar wet- en regelgeving in de weg zit. Maar we kijken ook of we de transitie in beleidzaken kunnen faciliteren. Dat doen we

door de circulaire economie te stimuleren, maar ook de lineaire economie af te bouwen.” – Gert-Willem van Mourik, Provincie Zuid-Holland

Dit voorbeeld illustreert hoe de provinciale overheid kaders voor een circulaire bouwconomie kan scheppen. Door met voorlopers gezamenlijk op te trekken wordt proefondervindelijk ontdekt welke barrières de transitie in de weg staan. Maar vooral ook hoe die vervolgens kunnen worden weggenomen. Daarmee staat het faciliteren en aanjagen van de circulaire economie steeds hoger op de politieke en bestuurlijke agenda.

6. Randvoorwaarden Circulair ontwerpen

6.1 De context van circulair ontwerpen

Het succes van een ontwerptraject wordt in hoge mate bepaald door de randvoorwaarden in het voortraject. Dit hoofdstuk bespreekt de randvoorwaarden in het voortraject die essentieel zijn om een optimaal circulair ontwerp te maken. Aansluitend wordt ook ingegaan op de randvoorwaarden in het natraject (de fasen na het ontwerp: realisatiefase, beheerfase) waarmee het ontwerp wordt gerealiseerd, benut en geborgd.

De randvoorwaarden zijn in een breder perspectief gezet dan alleen de omgeving van het ontwerpteam. Dit is gedaan omdat randvoorwaarden voor de initiatieffase en de realisatiefase belangrijke relaties hebben met (indirecte) factoren in het ontwerptraject. Denk hierbij aan wetgeving, onderwijs en stedenbouwkundige ontwikkelingen. De randvoorwaarden in dit hoofdstuk omvatten dan ook de volledige levenscyclus van een bouwwerk. In figuur 13 is dit schematisch weergegeven.

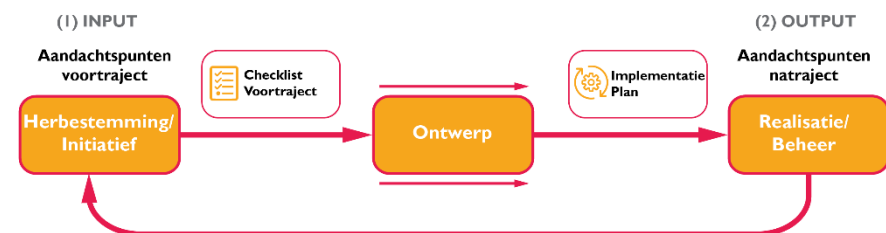


Figuur 13 – Randvoorwaarden omvatten de levenscyclus van het object

Het hoofdstuk begint met de omschrijving van voortrajecten en hun inputfactoren op het ontwerpproces. Om daarbij een handzaam instrument voor het ontwerpteam aan te reiken, is een checklist voortraject samengesteld. Zie [paragraaf 6.3](#).

De [checklist voortraject](#) maakt de circulaire randvoorwaarden voor een ontwerpteam inzichtelijk. Deze checklist betreft daarbij ook factoren die misschien niet direct in het takenpakket van het ontwerpteam vallen, maar wel door het ontwerpteam kunnen worden beïnvloed.

De wijze waarop de ontwerpkeuzes uiteindelijk in het natraject worden benut is wederom afhankelijk van een aantal randvoorwaarden: dit zijn de zogenoemde 'output-factoren'. Deze factoren – de circulaire beloftes en eisen aan ontwerpproducten die binnen het ontwerpteam zijn vastgesteld – kunnen worden vastgelegd in een [implementatieplan natraject](#): een document dat wordt besproken in [paragraaf 6.5](#).

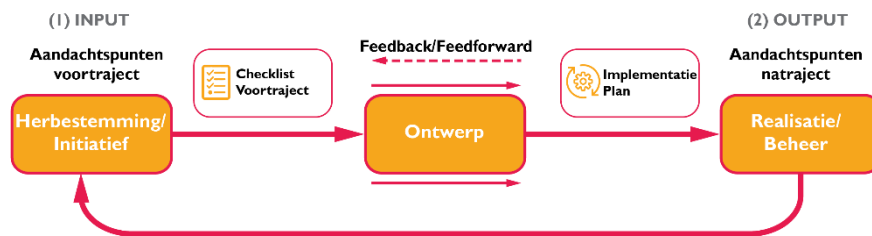


Figuur 14 – Inputfactoren die van invloed zijn op het ontwerpproces



Het **implementatieplan natraject** kan circulariteit tijdens de realisatie en beheer van het bouwwerk duiden en bewaken. In figuur 14 zijn de positie van de checklist en het implementatieplan in de levenscyclus van het bouwwerk weergegeven.

Na de realisatiefase, dus gedurende de fase van beheer, breekt voor elk object een moment aan dat er nieuwe initiatieven komen voor aanpassingen of gebruik. Ook op de schaal van het object, het gebruik van vrijkomende materialen en alle denkbare schaalniveaus daartussenin.

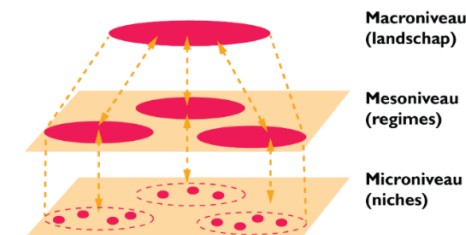


Figuur 15 – Het sluiten van kenniskringlopen via feedback en feedforward

In de technische kringloop is het hergebruik en de herbestemming van objecten, bouwelementen, producten en materialen de belangrijkste strategie van circulair bouwen. Voor materialen ligt de nadruk op zowel de biologische kringloop (met het gebruik van **biobased materialen**) als op de technische kringloop, waar beton, keramiek, kunststof, metaal, glas en andere mineralen via een technisch proces worden recycled. Een belangrijke randvoorwaarde om deze materialenkringloop te optimaliseren en te kunnen sluiten, is om ook de kenniskringloop rond te

maken. Hiervoor ligt geen (wettelijke) verplichting bij het ontwerpteam. Het kan worden gezien als een maatschappelijke verantwoordelijkheid die bij elke bouwprofessional ligt, zoals is omschreven in paragraaf 6.6.

Voor een circulair ontwerptraject is het belangrijk dat *alle* betrokkenen inzien dat zij op een andere manier moeten acteren dan bij een traditioneel, lineair ontwerptraject. Voor de verschillende rollen in het ontwerp- en bouwproces zijn *aandachtspunten* benoemd om circulair ontwerpen te stimuleren. Hierbij is de nadruk op de beroepsgroepen gelegd die een belangrijke rol in het voor- en natraject hebben. Daarbij onderscheiden we drie niveaus binnen het ontwerptraject waarop deze beroepsgroepen invloed (kunnen) hebben: macro-, meso- en microniveau (zie figuur 16).



Figuur 16 – Macro-, meso- en microniveau (naar Geels, 2006, bewerking Platform CB'23)

Op het *macroniveau* bevinden zich de domeinen van de overheid, wet- en regelgeving en het onderwijs. Op het *macroniveau* komt verandering niet



snel op gang. Dit niveau staat op een zekere afstand van het ontwerptraject, maar heeft indirect wel degelijk invloed.

Het *mesoniveau* van een project betreft de beroepsgroepen binnen gebiedsontwikkeling, financiële instellingen en de gebruikers. Met deze partijen komt verandering sneller op gang. Al gelden hier overigens wel culturele verschillen die verandering in de weg kunnen staan.

Het *microniveau* betreft de invloeden binnen het ontwerpteam, voor een specifiek ontwerptraject: de opdrachtgevers, architecten, ontwerpers en adviseurs. Hier gaat verandering over het algemeen het snelst aangezien binnen een beperkte kring innovatieve ideeën tot stand komen en deze op kleinere schaal kunnen worden getest. Als een idee of ontwerpbeslissing op dit niveau succesvol wordt geacht, gaat het vaak door naar het meso- en/of macroniveau.

Elk niveau heeft eigen karakteristieken en brengt verantwoordelijkheden voor de betrokkenen met zich mee. De niveaus tonen echter duidelijke verbanden en invloeden op elkaar.

6.2 Voortraject (input voor het ontwerpproces)

In deze paragraaf worden de actoren op macro-, meso en microniveau en hun invloed op (de randvoorwaarden) voor het circulaire ontwerpproces omschreven. Elke paragraaf sluit af met een aantal aandachtspunten. Deze komen ook terug in de checklist voortraject in paragraaf 6.3.

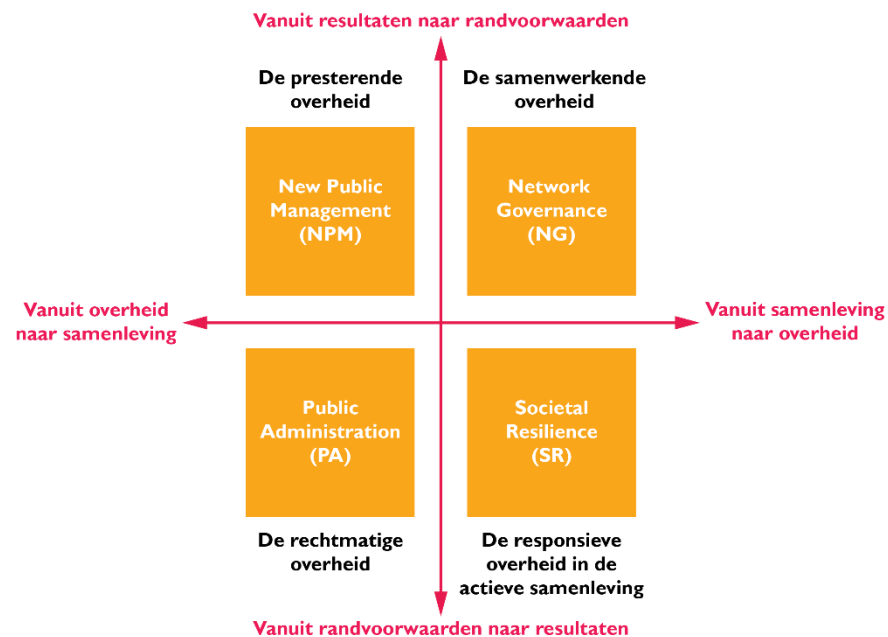
6.2.1 Overheden

De systemen die de overheid faciliteert zorgen voor een versnelling of juist voor een vertraging van de transitie naar een circulaire economie. Deze paragraaf bespreekt de randvoorwaarden vanuit de overheid die nodig zijn om de transitie naar circulair ontwerpen te versnellen. De overheid in de rol van opdrachtgever voor infrastructuur en publieke werken komt aan bod in paragraaf. 6.2.6.

Zoals in het NSOB-model is aangegeven, kan een overheid om transities in gang te zetten, verschillende rollen aannemen (figuur 17). De in dit model omschreven rollen zijn aangehouden om de randvoorwaarden voor transitie naar een circulaire (bouw-)economie aan te geven.

De presterende overheid

Control, audit en verantwoording zijn essentiële onderdelen van goede sturing. Ze bieden inzicht in de mate waarin prestaties efficiënt zijn geleverd. In het huidige beleid van de overheid op het gebied van circulariteit zijn doelen en ambities vastgesteld. Control, audit en verantwoording ontbreken nog. De overheid zou er goed aan doen om de kritieke prestatie indicatoren (KPI's) die in verschillende beleidsstukken en convenanten zijn opgesteld, ook in wet- en regelgeving (en eventueel subsidies) op te nemen. Hierop kan dan worden gestuurd. Vooralsnog is het aan de actoren op micro- en mesoniveau om de omschreven KPI's als randvoorwaarden in ontwikkelingen en ontwerpprocessen mee te nemen.



Figuur 17 – NSOB-model

De samenwerkende overheid

De overheid staat niet alleen voor de transitie naar een circulaire economie. Er zijn immers meer transitietrajecten die moeten worden waargemaakt. Het beleid op de verschillende transities, zoals de energietransitie en de transitie naar circulair bouwen, spreekt elkaar echter op onderdelen tegen. Om tot een daadwerkelijk duurzaam en circulair ontwerp te komen moet de overheid sturen op samenwerking in

de verschillende transities. Het verdient daarom aanbeveling om (niet alleen op macroniveau maar ook op meso- en microniveau) verbinding te zoeken in de uitvoering van de programma's die vallen onder de transitiestrategieën voor energie en circulariteit. Voorbeelden van dergelijke programma's zijn 'Van het gas af', Woondeals, MIRT, Citydeal en Greendeals.

Handreiking Losmaakbaarheid

In de handreiking losmaakbaarheid is de wetenschappelijke meetmethode voor losmaakbaarheid gebruikt met zeven technische factoren. De handreiking is opgesteld door PIANOo en Rijkswaterstaat, in samenwerking met Alba Concepts (2019). Tegelijk met het opstellen van deze handreiking is voor de woning- en utiliteitsbouwmarkt een uniforme meetmethode losmaakbaarheid ontwikkeld (door RVO en Alba Concepts, in samenwerking met DGBC en W/E Adviseurs). In het eerste rapport van september 2019 is de fundatie voor deze meetmethode opgesteld, waarna de markt is uitgedaagd om het in de praktijk toe te passen en hier feedback op te geven. Dit heeft geresulteerd in nieuwe inzichten, verbeteringen en een herziene versie van de meetmethode voor losmaakbaarheid.

De meetmethode is in mei 2020 herzien en getoetst door een consortium van Alba Concepts, Dutch Green Building Council, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland en W/E Adviseurs in opdracht van het Ministerie van Binnenlandse Zaken en de Transitieagenda Circulaire Bouweconomie. De herziene meetmethodiek 2.0 wordt in BREEAM-NL en BCI Gebouw toegepast, maar sluit nog niet aan op de Handreiking Losmaakbaarheid van PIANOo. Zo is bijvoorbeeld een andere terminologie toegevoegd.

(zie PIANOo, 2019 & Alba Concepts, 2020)



De responsieve overheid

De responsieve overheid lift mee op de initiatieven die vanuit de samenleving komen. Deze initiatieven, gerelateerd aan circulaire ontwerpambities, kunnen vanuit meso- en microniveau worden aangereikt. Uiteindelijk maakt de overheid de afweging in hoeverre in die beweging kan worden meegegaan, of kan leiden tot nieuw beleid.

Wet- en regelgeving

Het is goed om onderscheid te maken tussen verschillende typen wet- en regelgeving. Primair is er het verschil tussen het publiekrechtelijk kader (de overheid als regulerende instantie ten opzichte van de maatschappij) en het privaatrechtelijk kader (kaders waarbinnen partijen zich vrijwillig aan elkaar verbinden). Overigens kan de overheid ook in het privaatrechtelijk kader als partij acteren. Denk bijvoorbeeld aan overheidsopdrachten en grondtransacties.

Daarbij geldt het onderscheid naar:

- supranationale (Europese) wet- en regelgeving;
- nationale wet- en regelgeving en regionale/lokale wet- en regelgeving;
- de contractuele kaders die partijen onderling met elkaar afspreken en die juridisch afdwingbaar zijn.

Tenslotte zijn er afspraken (convenanten, intentieverklaringen) die inspanningen met zich meebrengen, maar waarvan de resultaten niet als resultaat juridisch afdwingbaar zijn. Deze afspraken kunnen op alle wettelijke niveaus worden overeengekomen. Ze zorgen voor een beleidskader waarbinnen circulair ontwerpen kan plaatsvinden en waarop ontwerpstrategieën en ontwerpbeslissingen kunnen worden gebaseerd.

Innovatieve producten en materialen

De toepassing van producten en materialen op een nieuwe of vernieuwende wijze geeft vanuit wettelijk kader aandachtspunten. Het belangrijkste aandachtspunt: onbekend maakt onbemind. Denk aan het hergebruik van producten en materialen, de toepassing van innovatieve producten en materialen (biobased materialen, nieuwe materiaalcombinaties en/of -samenstellingen), of vernieuwende toepassingen van producten en materialen. Voor innovatieve (en dus ook secundaire) producten en materialen gelden dezelfde regels als voor nieuwe 'traditionele' producten en materialen. Voor ontwerpers is het noodzakelijk om te weten welke gebruikte of hernieuwbare producten en materialen kunnen worden ingezet (waarvoor dus al een wettelijk kader is gecreëerd).

De toepassing van gebruikte producten en materialen kan door het publiekrechtelijk kader worden belemmerd. In veel gevallen geldt voor gebruikte producten en materialen dat ze als *afvalstof* worden gekwalificeerd en daardoor in beginsel niet in het bouwproces kunnen worden gebruikt. Lidstaten binnen de EU hebben daarentegen wel de mogelijkheid om 'einde afvalcriteria' op te stellen waardoor het gebruikte product of materiaal niet langer als afvalstof wordt gekwalificeerd. Deze mogelijkheid is een kans (voor de rijksoverheid) om de verwerking van gebruikte producten en materialen te faciliteren. De randvoorwaarde is dat die producten en materialen op een veilige en gezonde manier in hun nieuwe toepassing worden verwerkt.

Producten en materialen moeten aan *milieu- en veiligheidseisen* van het Bouwbesluit voldoen of de uitvoeringsregelgeving die op de Wet Milieubeheer is gebaseerd. Om te bewijzen dat aan die kwaliteitseisen wordt voldaan, wordt vaak van CE-markering en NEN-normen gebruik gemaakt. Of moet gelijkwaardigheid van het product zijn aangetoond. Uit de praktijk blijkt dat voor gebruikte producten en materialen (I) de CE-



markering moeilijker te verkrijgen of te behouden is, (2) het voldoen aan NEN-normen niet haalbaar is, of (3) het lastig is om gelijkwaardigheid aan te tonen. Belangrijk om hierbij op te merken: het Bouwbesluit geldt voor bouwwerken en niet voor GWW-werken.

Uitvoerbaarheid ontwerp

De uitvoerbaarheid van een ontwerp is ook in wettelijk opzicht van belang. Dat betekent dat het ontwerpsteam naast de eerdergenoemde twee aspecten (afvalrecht, milieu- en veiligheidseisen) ook de *financiële haalbaarheid* in het ontwerpproces moet meenemen. In dat licht is het van belang om te weten dat fiscale wet- en regelgeving onvoldoende uitdrukking geeft aan het beginsel 'de vervuiler betaalt', waardoor het gebruiken van primaire producten en materialen verhoudingsgewijs goedkoper is. Het bouwen met secundaire of hernieuwbare grondstoffen is dus relatief duurder. Dit kan de financiële uitvoerbaarheid van circulaire ontwerpen belemmeren.

Garanties en aansprakelijkheid

Privaatrechtelijk is al veel mogelijk op het gebied van circulair bouwen en ontwerpen. De grootste bedreigingen zijn te vinden in de bouwsector zelf. Het hergebruik van materialen en/of het toepassen van hernieuwbare producten en materialen gaat namelijk gepaard met risico's en onzekerheden rond *kwaliteit, garanties en productaansprakelijkheid*.

Aansprakelijkheden en verzekeringen zijn (vaak/nog) niet op het circulaire gedachtegoed toegespitst. Twee voorbeelden. Voorbeeld 1: Bij een defect door het toepassen van gebruikte materialen. In hoeverre is de ontwerper of leverancier gedekt voor dit defect? Of komt het defect door de wijze van gebruik? Voorbeeld 2: Wie is aansprakelijk bij 'as a service' ontwerp oplossingen (waarbij het materiaal/product bijvoorbeeld in eigendom blijft van de producent)? Een lekkage in een gebouw

Aandachtspunten voor het Rijk

Op macroniveau zijn maatregelen nodig om circulair ontwerpen verder te faciliteren. Deze gaan verder dan het specifieke ontwerpproces en liggen in handen van een (pro)actieve overheid. Als belangrijkste aanbevelingen gelden:

1. Einde-afvalcriteria: zorg met de markt voor het opstellen van nieuwe einde-afvalcriteria zodat sloopmaterialen kunnen worden hergebruikt. Ook op Europees niveau vanwege de Europese verordening afvalstoffenoverbrenging (EVOA).
2. Onderzoek vereenvoudiging voor het verkrijgen/behouden van CE-markering voor gebruikte materialen.
3. Maak inzichtelijk hoe lokale overheden circulair bouwen in verordeningen en plannen kunnen afdwingen. Nu en straks onder het regime van de Omgevingswet.
4. Bouwbesluit (Bbl) en veiligheidseisen: inventariseer stroomlijnen van bouwen met gebruikte materialen met het Bouwbesluit/ Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl).
5. Start een sectorbreed opleidingsprogramma voor bewustwording contractuele mogelijkheden op het gebied van circulair contracteren (kwaliteit- en kwaliteitsborging, garanties en risicoverdeling).
6. Verken afstemming productaansprakelijkheid op circulair bouwen (en de inzet van gebruikte materialen). Gelet op de Europese regelgeving ook op Europees niveau.
7. Verken welke oplossingsrichtingen er zijn om het Burgerlijk Wetboek beter aan te laten sluiten op circulair bouwen (en ontwerpen), om daarmee civielrechtelijke beperkingen en onzekerheden weg te nemen.
8. Verken hoe fiscale wet- en regelgeving kan worden ingericht zodat het ook financieel aantrekkelijker is om materialen her te gebruiken. Bijvoorbeeld door het verlagen van arbeidskosten en het verhogen van belasting op grondstoffen, materialen en vervuiling.



betekent schade voor vele ‘deeleigenaren’. Valt dit binnen de verzekeringsdekking? Het is van belang op om dit op voorhand af te stemmen en contractueel vast te leggen.

Tenslotte speelt het (*intellectueel*) *eigendomsrecht* een rol. Aanpassingen aan gebouw/object zijn niet mogelijk zonder toestemming en medewerking van de rechthebbende (bijvoorbeeld door auteursrecht) of alle verschillende deeleigenaren (en alle verschillende lopende overeenkomsten). Denk bijvoorbeeld aan het aanpassen en verplaatsen van ‘as a service’ openbare verlichting vanwege de herinrichting van een gebied.

Aandachtspunten

Ontwerpde partijen die gebruik willen maken van secundaire of innovatieve materialen, hebben de verplichting om te toetsen of de materialen die zij willen toepassen vanuit juridisch oogpunt beschikbaar zijn. Bij deze ‘beschikbaarheidstoets’ zijn de volgende aandachtspunten van belang:

- Ga na of materialen die vrijkomen (bijvoorbeeld tijdens sloopwerkzaamheden) als afval worden gekwalificeerd. Zo ja, ga na of er voor deze secundaire materialen ‘einde-afvalcriteria’ zijn opgesteld en hoe de materialen in een nieuw ontwerp kunnen worden verwerkt.
- Ga na of het beoogd gebruik van secundaire materialen aan het Bouwbesluit voldoet wanneer die materialen in een bouwwerk worden verwerkt. Bijvoorbeeld: de eisen aan constructieve veiligheid zijn strenger geworden, waardoor constructieve elementen niet altijd in dezelfde functie kunnen worden ingezet.
- Ga na wie het (intellectuele) eigendomsrecht heeft op secundaire materialen en verken of er contractuele ruimte is om die gebruikte materialen te mogen hergebruiken;

- Zorg contractueel voor een duidelijke en redelijke risicoverdeling (en inspectie/herkeuring waar nodig) voor toe te passen materialen en de mogelijkheid dat het ontwerp voor latere wijziging/hergebruik/demontage (met het oog op intellectueel eigendomsrecht) beschikbaar is.
- Zorg voor een duidelijke aansprakelijkheidsverdeling en verzekeringsvoorwaarden.
- Houd rekening met de financiële uitvoerbaarheid van een ontwerp waar (veel) secundaire materialen worden gebruikt. Dit in verband met bijvoorbeeld de relatief hoge (fiscale) arbeidskosten en andere kosten, waaronder de vereiste CE-markering voor het geschikt maken van die materialen.

Whitepaper circulaire materialen in de bouw

In de whitepaper ‘Circulaire materialen in de bouw’ verkent AT Osborne de toepassing van gebruikte materialen in bouwprojecten en de juridische borging daarvan. Het document gaat in meer detail in op de mogelijkheden, de aandachtspunten daarbij en concrete oplossingen.

(zie [AT Osborne, 2021](#))

6.2.2 Onderwijs en permanente beroepsontwikkeling

Het onderwijs heeft een aanzienlijke rol in de transitie naar een volledig circulaire (bouw-) economie. Een aantal hbo/universitaire onderwijsinstellingen biedt inmiddels al nieuwe lesprogramma’s en curricula aan voor studenten die zich dit onderwerp eigen willen maken, ook in het kader van Permanente Beroepsontwikkeling. Veel onderwijsinstellingen (mbo/hbo/vwo) zijn bezig met verandering/aanvulling van het lesprogramma en richten zich meer op circulair ontwerpen (en bouwen).



Al dan niet in samenwerking met de praktijk. Ook brancheverenigingen spelen met opleidingsprogramma's in op de kennisbehoefte op het gebied van circulair ontwerpen en bouwen.

'Kennis opdoen', 'kennis delen' en '(nieuw opgedane) kennis verspreiden' zijn essentieel om de transitie naar een circulaire bouwconomie te bespoedigen. Niet alleen voor de jonge mensen en zij-instromers in de branche. Elke professional in de bouwbranche moet zich daar van bewust zijn. Veel kennis over circulair ontwerpen en bouwen bevindt zich anno 2021 bij een beperkte groep mensen, verspreid over de academische wereld en de praktijk. Het is voor een spoedige bewustwording/kennisvergroting van de totale bouwketen belangrijk, dat praktijk en onderwijs intensief gaan samenwerken om deze kennis op diverse niveaus en onderwerpen gericht over te brengen.

Samenwerking onderwijs en praktijk

Bij onderwijs- en kennisinstituten ligt een grote verantwoordelijkheid om de kennis uit de praktijk te valideren en naar informatie te vertalen die een grotere groep helpt bij de uitoefening van hun professie. Dit geldt niet alleen voor de jonge mensen die juist voor een loopbaan in de bouw hebben gekozen (in welke rol dan ook), maar ook voor mensen die al in de branche werkzaam zijn en hun kennisniveau op een hoger peil willen brengen.

Nieuwe kennis, andere processen

Net als het ontwerpproces nieuwe kennissoorten nodig heeft om van een lineair naar een circulair proces te transformeren, geldt dat ook voor (de inhoud van) het onderwijs. In tabel 9 is een aantal significante strategieën benoemd voor kennisvergroting. Het gaat dan niet alleen om de aard van de opgaven voor studenten, maar ook om de procesmatige inrichting van het onderwijs. Het kunnen ook strategieën zijn om het kennisniveau

binnen de eigen organisatie te verhogen, door telkens een ander aspect binnen het circulaire ontwerpproces onder de aandacht te brengen.

Tabel 10 – Strategieën voor kennisvergroting circulair ontwerpen

Lineair ontwerpproces	Circulair ontwerpproces
Sectoraal ontwerpen, individuele opgave	Integraal ontwerpen, focus op samenwerking
Ontwerpen met nieuwe materialen	Grondstof- en productanalytische aanpak
Projectgericht bouwen	Industriële en geprefabriceerde bouw
Functiegericht ontwerpen	Adaptief en multifunctioneel ontwerpen
PvE gericht op aanschafkosten	Modelleren met Total Cost of Ownership (TCO)
Planning van initiatief tot oplevering	LCA van plangebied / object / element / materiaal

Net als in de praktijk moeten studenten hun ontwerpen integraal aanpakken en met nieuwe modellen, strategieën en materialen/producten leren werken. Circulair ontwerpen grijpt in op vele schaalniveaus en aspecten binnen ontwerptrajecten. Het is aan de onderwijsinstellingen om studenten daarop voor te bereiden, zodat de praktijk met de instroom van jonge professionals meteen een dosis aan parate kennis en



vaardigheden krijgt. De TU's in Twente, Delft en Eindhoven bieden verschillende onderwijstrajecten op het gebied van circulair ontwerpen. De TU Eindhoven heeft het programma 'Circulair Design in the Built Environment' als onderdeel van de masteropleiding. In Delft en Twente zijn er ook onderwijstrajecten die zich meer richten op productontwerp en de industrie (zie alinea *Van projectgericht bouwen naar industrieel en geprefabriceerd bouwen*).

Van sectoraal naar integraal

Integraal ontwerpen, een intensieve samenwerking van verschillende disciplines binnen een ontwerpproces, is essentieel voor een succesvol circulair ontwerp. Integraal ontwerpen gaat over het delen van kennis, het leunen op elkaars expertises, het gemotiveerd inbrengen van eigen ideeën en oplossingsrichtingen binnen het totale spectrum aan ontwerpaspecten die in het proces voorbijkomen. Studenten moeten zich bewust zijn van dit totale spectrum en hun rol in het proces. Daarbij is het ook goed om studenten te wijzen op de (kennisinhoudelijke/creatieve) rol die zij kunnen spelen in ontwerpprocessen, hoe zij zich kunnen manifesteren en profileren en de partners in het ontwerpproces kunnen overtuigen van hun ideeën.

Van materiaalgericht naar een grondstof- en productanalytische aanpak

'Less is more' is al decennialang een geveugelde kreet in de ontwerpwereld, maar nu een noodzakelijke strategie. Minder materialen, hernieuwbare materialen, herbruikbare producten en elementen: het palet voor de ontwerper verandert. Iedereen moet zich ervan bewust zijn dat er (nog meer dan voorheen) restricties en randvoorwaarden gelden bij het kiezen van een materiaal. En eenmaal toegepast, dan gelden er nieuwe spelregels op het gebied van materiaal- en productcombinaties: losmaakbaarheid, aanpasbaarheid, eigendoms kwesties (lease-constructies, om maar wat te noemen).

Van projectgericht bouwen naar industrieel en geprefabriceerd bouwen

Niet alleen de transitie naar de circulaire bouwconomie, maar ook de huidige woningnood, de digitalisering van de bouwkolom en het toenemende aandeel prefabricage zijn ontwikkelingen die in elke bouwgerelateerde opleiding een plek moeten krijgen. Een intensieve samenwerking met de praktijk is op dit procesmatige aspect van groot belang: op de bouwplaats en in de fabriek ligt op dit moment de meeste (en meest accurate) kennis. Een aantal universiteiten heeft dit thema al wel opgepakt: TU Twente heeft een studierichting 'Design for assembly in the construction industry' en de vakgroep Building Product Innovation van de faculteit Bouwkunde aan de TU Delft biedt lesprogramma's aan, niet alleen voor studenten maar ook voor geïnteresseerden uit de praktijk (MOOC: Circulair Economy for a Sustainable Built Environment).

Van functiegericht naar adaptief en multifunctioneel

Dit onderwerp grijpt in op verschillende schaalniveaus van een project en heeft invloed op het ontwerpproces. Het populaire schema met Shearing Layers van Stewart Brand, waarin hij onderscheid maakt tussen de afwijkende levenscycli van onderdelen van een gebouw, is een hulpmiddel waarmee flexibiliteit en aanpasbaarheid van een gebouw kan worden geïntegreerd in het ontwerpproces. Het gedachtegoed van Brand kan ook naar een meer abstract niveau van stedenbouwkundige planning en investeringsmodellen worden doorgetrokken. Het gegeven dat (bijvoorbeeld) installaties een kortere levensduur hebben dan de constructie van een gebouw of kunstwerk (beweegbare brug, sluis, etc.), moet leiden tot een fysieke scheiding van deze elementen. De installaties zijn dan aanpasbaar zonder dat de structuur van het gebouw geweld wordt aangedaan. Op de schaal van 'een netwerk' kan worden bestudeerd hoe bepaalde functies (hoofdwegennet, hoofdvaarwegennet, stedelijke omgeving, openbare ruimte) zich ontwikkelen over de tijd en



welke flexibiliteit van stedelijke inrichting nodig is om daarop aan te passen en een gezonde stedelijke structuur te behouden/bereiken. Zeker in academische opleidingen (en in beleid en praktijk) is dit een onderwerp waar grote kansen liggen.

Van rekenen met investeringskosten naar Life Cycle Costing (LCC) en Total Cost of Ownership (TCO)

In de lineaire bouwconomie ligt de focus op de initiële investering en worden de gebruikskosten en restwaarde van materialen minimaal in besluiten meegenomen. Om de investeringen in een circulair ontwerp op reële waarde te kunnen beoordelen, is het van belang om niet alleen de investeringskosten, maar ook de gebruikerskosten en restwaarde mee te nemen. De realisatie van een volledig circulair ontwerp kost anno 2021 in de basis meer. Met de introductie van rekenmodellen volgens de principes van Life Cycle Costing (LCC) en Total Cost of Ownership (TCO), leren studenten argumenten voor circulair ontwerpen niet alleen te valideren, maar krijgen ze ook een beter inzicht in de langere termijn consequenties van hun ontwerp. Dit onderwerp is niet alleen van belang voor studenten, maar ook zeker voor bouwprofessionals met een circulaire ambitie die dreigt te stranden op traditionele modellen.

De factor tijd: levenscyclus analyses op verschillende schaalniveaus

Niet alleen op financiële gronden krijgt de factor tijd (lange termijn visies en strategieën) een grotere rol in het ontwerpproces. Dat geldt namelijk ook voor alle schaalniveaus van een plan of project. Van de schaal van de stad naar de keuze voor een grondstof en de wijze waarop deze grondstof een plek krijgt in het ontwerp (detaillering, losmaakbaarheid, eigendom, enz.) krijgt.

Aandachtspunten

- Kennis vergaren, delen en overdragen is een essentieel aspect van de transitie naar een circulaire bouwconomie. De verantwoordelijkheid daarvoor ligt bij alle spelers in de bouwketen. Dus niet alleen bij onderwijsinstellingen, maar ook bij de praktijk.
- Universiteiten en hbo's bieden al (keuze-)programma's aan op het gebied van circulair ontwerpen en circulaire productiemethodieken in de bouw. Informatie daarover is op dit moment op de websites van de onderwijsinstellingen te vinden.
- Brancheverenigingen en branchecollectieven bieden informatieve webinars, symposia en projectdocumentatie aan over circulair ontwerpen. Deze kennis is niet alleen waardevol voor bouwprofessionals in de praktijk, maar kan ook een rol in (nieuwe) onderwijsprogramma's spelen.
- Vraag bij het werven van nieuwe medewerkers/collega's gericht naar hun kennis op het gebied van circulair ontwerpen. Maak een plan voor kennisvergaring en/of kennisoverdracht.
- Kennisinstituten/onderwijsinstellingen (mbo/hbo/wo) en de praktijk kunnen elkaar helpen door gezamenlijk kennisprogramma's en leerlijnen te ontwikkelen. Elke bouwprofessional moet de overdracht van kennis over circulair ontwerpen als een maatschappelijke verantwoordelijkheid voelen.

6.2.3 Financiële instellingen

Partijen die opereren op financiële markten, zoals banken, verzekeringsmaatschappijen, pensioenfondsen en commissionairs zijn steeds nadrukkelijker bezig met het creëren van condities en mogelijkheden om circulaire projecten anders te financieren of te verzekeren. Verschillende Nederlandse (groot)banken hebben nieuwe circulaire financieringsregelingen ontwikkeld die zich richten op gebouw-, product- of materiaalniveau (zowel B&U als GWW). De zekerheden die



hiervoor moeten worden gesteld zijn overwegend nog traditioneel van aard. In hoofdstuk 5 zijn verschillende businessmodellen beschreven die hierop in gaan.

Op dit moment belooft geen van de banken of verzekeraars het verhoogde digitale inzicht in het onderpand, noch de recycling- en hergebruikswaarde van bouwproducten en/of -materialen. Aantrekkelijke voorwaarden op verzekeringen of financieringen zouden de transitie naar een circulaire bouweconomie zeker bespoedigen.

In de beleggingsmarkt is een tendens zichtbaar dat (institutionele) beleggers steeds hogere eisen aan beleggingsproducten stellen. Zo sturen zij op de ESG-principes (Environmental, Social, Governance) of SDG's (**Sustainable Development Goals**). De investeringsfondsen met een duurzame, circulaire portefeuille zijn hiermee meer robuust en daarmee voor beleggers meer aantrekkelijk. Het meten op circulariteit heeft onder andere plaats door van de Global Real Estate Benchmark (GRESB) gebruik te maken.

Als het gaat om waardebeoordeling zijn ook dienstverleners een belangrijke partij. Dit zijn niet alleen de taxateurs, maar ook degene(n) die de waarde in de boeken opnemen en de controllers van vastgoedbezitters (zowel commerciële als niet-commerciële vastgoedbezitters).

De financiële haalbaarheid van een circulair ontwerp wordt gedeeltelijk bepaald door expliciet gemaakte keuzes voor materiaalgebruik en detaillering in het ontwerp. Financiële instellingen vertalen dit in een hogere eindwaarde, die tot uiting komt in het expliciteren van de potentiële hergebruik- en/of recyclingwaarde. Uiteraard is deze waarde een monetaire waarde. Het is hierin goed om onderscheid te maken tussen bouwwerken met adaptief vermogen, en de restwaarde van (circulaire) materialen. Zo stelt 'Van losgoed naar Vastgoed', dat het effect van 'alternatieve aanwendbaarheid' van een bouwwerk en derhalve

een langere levensduur, veel groter is dan de 'restwaarde van eventueel her te gebruiken materiaal'.

Speciale aandacht moet worden gegeven aan het feit dat publieke opdrachtgevers (dus met name in de infra) weinig of geen waarde hechten aan het economisch resultaat van circulariteit. Enerzijds omdat deze partijen eenvoudig en goedkoop geld lenen. Anderzijds omdat eventuele restwaarde van circulaire objecten of grondstoffen geen waarde (kunnen) hebben. Dit komt omdat hun financieel systeem niet in het verdisconteren van een restwaarde voorziet.

Aandachtspunten

- Circulaire projecten zijn anders te financieren vanuit de markt. Daarbij staat de bepaling van restwaarde van materialen, op basis van Total Cost of Ownership (TCO) centraal.
- Circulaire ontwerpen vragen om een andere manier van waarderen van vastgoed. Deze is minder gericht op het object zelf, maar meer op de samenstelling van en koppelingen tussen de (circulaire) materialen en producten.
- De registratie van circulaire gebouwen in een **gebouwpaspoort** biedt inzicht in circulaire kenmerken van de toegepaste bouwproducten/-materialen en daarmee in de verhandelbaarheid.
- Gebouwen met een adaptief vermogen en levensduurverlengende bouwproducten (materialen en losmaakbare verbindingen) hebben lagere **exploitatiekosten** en als zodanig ook een lager risicoprofiel.
- Het opnemen van nieuwe 'waarden' (waaronder het adaptief vermogen van het gebouw, de milieu-impact, CO2- en stikstofuitstoot en sociale impact) in de beoordeling van kredietaanvragen komt dichterbij.



- Er is onvoldoende technische kennis bij banken en/of externe dienstverleners om circulair ontwerp te beoordelen op risico's en kansen.
- De risk en compliance modellen binnen de bank bieden onvoldoende ruimte om circulariteit mee te wegen. Dit vraagt namelijk om maatwerk.
- Er zijn nog geen eenduidige rekenregels om recycling- en hergebruikwaarde te bepalen: een integrale waardebepalingsmethodiek.
- Er zijn een beperkt aantal marktpartijen die garanties af willen en kunnen geven op financiële (rest)waarden mede door een gebrek aan data en/of informatie over de beschikbare bouwproducten/-materialen.

6.2.4 Gebruikers

De eindgebruikers van een gebouw/object maken het meest intensief gebruik van het eindresultaat, maar zijn in of bij een ontwerpproces lang niet altijd betrokken. Ook deze belanghebbenden moeten bij de circulaire gedachtegang, denk- en ontwikkelproces worden betrokken. Niet alleen in de fase van ontwerp (voortraject), maar ook zeker in het natraject (realisatie, beheer).

Het ontwerpteam is in veel gevallen verantwoordelijk voor het gebruiksgemak, de veiligheid en het comfort voor de eindgebruiker. Nu circulariteit een breder gedragen maatschappelijke ambitie is, vraagt ook de stem van de gebruiker om betrokkenheid bij of duiding van het (circulaire) ontwerpproces. In deze paragraaf hebben we een aantal aandachtspunten geformuleerd om (de wensen/ambities van) de gebruiker centraal te kunnen stellen in een ontwerpproces. Een deel daarvan heeft betrekking op *communicatie* – gedurende het gehele traject van initiatief tot en met beheer.

Er is een verdeling gemaakt tussen burgerlijke bouw en utiliteitsbouw (B&U) en grond-, weg- en waterbouw (GWW). Een B&U-gebruiker kan namelijk meer invloed op het ontwerpproces hebben dan uitsluitend als mogelijk eindgebruiker. Voor de GWW-gebruiker is dat niet het geval.

B&U

Bij de meeste projecten is het de ontwikkelaar/bouwer/beheerder die bepaalt welke ambitie met het 'product' voor het gestelde budget kan worden behaald. Bouwwerken worden ontworpen voor een eindgebruiker die in de meeste gevallen niet bouwkundig is onderlegd. De eindgebruiker heeft vele gezichten en communicatie met deze belanghebbende bevat uitdagingen. Er zijn immers grote verschillen in kennis en begrip van techniek. Het taalgebruik en het taalniveau (Nederlands/Engels/anderstalig) is een belangrijke factor in de communicatie. Daarbij stelt een eindgebruiker andere (hogere) eisen aan de eigen leef- en werkomgeving en legt hij andere accenten. Het ontwerpteam moet daar rekening mee houden en op kunnen inspelen.

De circulaire ambitie bij projecten komt vaak vanuit opdrachtgever/beheerder en een intrinsiek gemotiveerd ontwerpteam. Voor de eindgebruiker is deze ambitie niet altijd vanzelfsprekend en is er uitleg nodig. Circulair ontworpen en gebouwde bouwwerken gaan het 'nieuwe normaal' worden. Een duiding van de techniek en esthetiek van circulariteit is essentieel om ook de gebruikers bij de transitie te betrekken.

Aandachtspunten

- *Handleiding* voor het bouwwerk. Geef vanuit het ontwerpteam aan hoe het bouwwerk gkan/moet worden gebruikt en onderhouden (eigenaars, beheerders-VvE's, facility management, huurders). Elke stap binnen het ontwerp- en bouwproces verlangt



duidelijke informatie-overdracht naar bijvoorbeeld verkoper, makelaar, onderhoudspartij.

- Een *gebruikershandleiding* voor het bouwwerk om de toegepaste ambities en ontwerpprincipes optimaal te kunnen benutten kan in (huur)contracten contractueel worden vastgelegd.
- Het *gebouwdossier* (zoals dat vanaf 2022 in de Wet kwaliteitsborging is vereist) kan worden aangevuld met paragrafen van as-built naar hoe-circulair-te-gebruiken (de verschillende gebouwdelen én het gehele object/systeem). In het natraject is monitoring van de stand van zaken essentieel om dit gebouwdossier van waarde te laten zijn en blijven.
- Circulair bouwen is toekomstgericht en vraagt een *flexibele visie* van de gebruiker. Deze visie kan met goed onderbouwde informatie worden gevoed.
- Een uniform/open/gegarandeerd toegankelijk systeem (*gebouwen/of materialenpaspoort*) geeft gebruikers/gebouwbeheerders/eigenaars een handvat om het gebouw/object nu en in de toekomst flexibel/adaptief/circulair te laten zijn.
- Bij de keuzes/afweging tussen secundaire materialen en nieuwe materialen is het raadzaam om de gebruikers uitleg te geven over de ontwerpbeslissing om de *acceptatie* van te hergebruiken materialen en producten te stimuleren.

GWW

Gebruikers van auto-, water- en spoorwegen (lijnobjecten) en kunstwerken, en ook van openbare gebieden met een zekere diversiteit aan openbare inrichtingselementen, zijn 'onbewust onbekwaam' op het thema circulariteit. Met andere woorden: voor deze gebruikers gaat het overwegend om de functionaliteit van de infrastructuur en openbare ruimte. De wijze waarop circulaire ontwerpstrategieën zijn ingezet, is van ondergeschikt belang.

De Circulaire Weg en Road-as-a-Service

Circulair werken bij aanleg, beheer en hergebruik van wegen en andere infrastructuur. Daar draait het om bij het tweejarige partnerprogramma 'De Circulaire Weg'. Deelnemende partners brengen een of meer concrete testprojecten in. Zoals de testcase bij de N739 in Overijssel. De meest 'circulaire weg' van Nederland. Deze ambitieuze doelstelling hebben Dura Vermeer en de provincie Overijssel met de N739. De provincie blijft wel juridische eigenaar, maar laat het beheer over een Dura Vermeer als nieuwe economische eigenaar. Dat kan alleen door ontwerp, uitvoering, beheer en onderhoud als één geheel te zien.

Dura Vermeer en de provincie Overijssel willen met deze proef onderzoeken of de bestaande dynamiek kan worden veranderd. Dura Vermeer neemt niet alleen ontwerp en onderhoud voor zijn rekening, maar wordt ook verantwoordelijk voor het hergebruik van materialen. Dat dwingt het bedrijf om al bij het ontwerpen goed na te denken over welke materialen het meeste rendement voor recycling opleveren. En dus ook voor milieu en duurzaamheid.

Hiermee ligt de weg open voor nóg meer hergebruik in de wegenbouw. In nieuwe wegen wordt immers al minstens 40 procent gebruikt asfalt verwerkt. Dura Vermeer en de provincie Overijssel hebben hoge verwachtingen van deze proef. Wanneer die een succes blijkt, levert dit een model op dat met name geschikt zal zijn voor provinciale en lokale wegen.

(zie www.decirculaireweg.nl)

Voor partijen die verantwoordelijk zijn voor het beheer en onderhoud van deze infrastructuur (in de breedste zin van het woord) wordt circulariteit steeds relevanter. De koppeling van de realisatie-, onderhouds- en exploitatiefasen vraagt om doordachte ontwerpen die zich ook richten op de functionele en **economische levensduur** van het object, kunstwerk of inrichtingselement. De intrede van circulaire



businessmodellen in de GWW begint steeds meer vorm te krijgen, waarbij concepten als 'Road-as-a-Service' verder worden uitgewerkt (zie kader). Dit betekent een verschuiving van de rol van infrabeheerder van traditionele opdrachtgever naar regievoerende partij.

Aan het sturen op milieu-impact worden steeds meer circulariteitsthema's toegevoegd. Rijkswaterstaat, ProRail en centrale overheden dringen aan op het verlagen van de milieu-impact van werkgerelateerd vervoer. Dit beleid is door de overheid en niet zozeer door de **eindgebruiker** ingegeven.

Rijkswaterstaat heeft, namens het transitieteam Circulaire Bouweconomie, een verkenning uit laten voeren naar de mogelijkheden om voor lijnobjecten en kunstwerken in de infra losmaakbaarheid meetbaar te maken. Dit analoog aan de methode losmaakbaarheid voor B&U. Losmaakbaarheid is een voorwaarde om bouwwerken, elementen, producten en materialen een opvolgend leven te kunnen geven. Met de methode kan de mate waarin dit mogelijk is bij een gemaakt ontwerp worden beoordeeld. En deze kan ook inzicht geven in eerdere stadia van het ontwerpproces, bijvoorbeeld bij het beoordelen van ontwerpvarianten en de ontwerpkeuzes beïnvloeden om tot een gewenste/maximale losmaakbaarheid te komen.

Aandachtspunten

- Met circulaire ontwerpoplossingen (zoals losmaakbaarheid) kan de hinder voor GWW-gebruikers tijdens infrastructurele werken worden verminderd of zelfs vermeden. Met een ontwerp voor hergebruik en/of losmaakbaarheid wordt onderhoud minder belastend voor het totale netwerk.
- Het verdient aanbeveling om gebruikers/belanghebbenden mee te nemen in integrale circulaire ontwikkelingen. Zeker als participatie deel uitmaakt van het proces.

- In de (financiële/onderhoudstechnische) waardering van infrastructurele werken bij (de)centrale overheden kan ook rekening worden gehouden met maatschappelijke kosten en baten (MKBA) voor gebruikers, om zo een lange termijn (en circulaire) visie te ontwikkelen.

6.2.5 Gebiedsontwikkeling

Toekomstvisies op de schaal van het gebied of op stedenbouwkundige schaal worden vastgelegd in omgevingsvisies, stedenbouwkundige plannen en bestemmingsplannen. Hierbij zijn planologen, landschapsarchitecten, stedenbouwkundigen en juristen betrokken. Hoewel deze plannen op hoofdlijnen worden uitgewerkt (en als zodanig ingezet bij deelontwerpen), zijn hierin vaak de positionering, maatvoering, materiaalgebruik en de functies van de te realiseren gebouwen nauwkeurig en juridisch vastgelegd.

Beperkte mogelijkheden afdwingen circulair bouwen

Het publiekrechtelijk kader heeft beperkte mogelijkheden om circulair bouwen af te dwingen. Zo hebben bijvoorbeeld lokale overheden maar beperkt de mogelijkheid om strengere regels te stellen, bijvoorbeeld op het vlak van BENG of MPG. Het is niet mogelijk om in bestemmingsplannen of omgevingsvergunningen voor bouwen eisen ten aanzien van materiaalgebruik op te nemen. Daarnaast biedt de Wet ruimtelijke ordening geen ruimte om regels te stellen die niet ruimtelijk relevant zijn. Het verplicht inzetten van secundaire materialen valt daar niet onder. Het juridische kader van de nog in werking te treden Omgevingswet bevat deze beperking voor het omgevingsplan niet. Maar ook onder de Omgevingswet geldt dat de bouwkwaliteitseisen in het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) zijn geregeld en gericht zijn op circulaire ontwerp- en bouwtrajecten.



Omgevingsvisies en (stedenbouwkundige) bestemmingsplannen houden rekening met reeds bestaande bebouwing en hebben een langere geldigheidsduur. De wijze waarop een ontwerpteam deze visies invullen wordt voor uitvoering uitgebreid gecontroleerd door supervisors, Ruimtelijke Kwaliteit en Welstandscommissies en meer juridisch georiënteerde plantoetsers. De uitvoeringsperiode van gebiedsontwikkelingen beslaat meerdere jaren (of zelfs decennia) waarin nieuwe inzichten aanleiding kunnen zijn voor het (tussentijds) wijzigen van de plannen. De circulaire ambitie van het ontwerpteam kan zo'n aanleiding zijn. Binnen ruimtelijke plannen zou meer ruimte kunnen worden geboden voor alternatieve stedenbouwkundige oplossingen, afwijkende maatvoering, uitvoering en bestemmingen, zowel in het ontwerp als in de toetsingsprocedures.

Aandachtspunten

- Probeer aanpasbaarheid en flexibiliteit onderdeel van het ruimtelijk programma te maken en stem dit af met de geldende bestemmingsplannen en omgevingsvisies. Dit kan door bijvoorbeeld flexibele functionaliteit, transformaties, levensloop- en toekomstbestendige concepten en tijdelijke huisvesting in het plan op te nemen.
- Zoek naar meer openingen binnen ruimtelijke plannen voor het mogelijk maken van circulaire materiaalkeuzes, zonder nieuwe wetgeving te introduceren.
- Bij de vernieuwing van Welstandsnota's moeten circulaire ontwikkelingen worden meegenomen.
- Samenwerking vanaf de initiële fasen van ontwikkelingen tussen (lokale) overheid, landschapsarchitecten, stedenbouwkundigen, architecten, juristen en burgers, geeft meer inzicht in de (circulaire) mogelijkheden en ambities.
- Door circulariteit integraal onderdeel te maken van ruimtelijke plannen en bestemmingsplannen en eventueel een circulaire ondergrens nastreven, wordt meer flexibiliteit gecreëerd in de

kaders en toetsing ten aanzien van vorm, maatvoering, uitstraling en functionaliteit.

6.2.6 Opdrachtgevers

Opdrachtgevers moeten zich bewust zijn van de essentiële rol die zij (kunnen) spelen in de transitie naar een circulaire bouwconomie. De circulaire ambitie naar een circulaire bouwconomie is niet te stoppen en met elk object binnen de vastgoedportefeuille en GWW-sector kan daarop worden ingespeeld.

De inrichting van het proces voor circulaire projecten is vanuit de optiek van de opdrachtgever de belangrijkste stap. Voordat de eerste stap in zo'n proces wordt gezet, is het goed om de ambities en strategie van de eigen organisatie te bepalen (organisatie-breed en/of voor dit specifieke project). Er is draagvlak bij collega's en bestuur nodig. Een multidisciplinair team vanuit de organisatie moet het proces dragen. Welke expertise is al in huis? Welke contractvorm past het best bij dit specifieke project? Hoe meetbaar zijn de (circulaire) resultaten in het totale financiële model?

Voor dat laatste zijn nog geen uniforme meetmethoden. Circulariteit heeft (nog) geen verdienmodel. Maar circulariteit draagt wel bij aan toekomstscenario's, die interessant zijn bij investeringen voor de korte en langere termijn. Die toekomstscenario's kunnen worden gekoppeld aan prestaties die het object (of functionaliteiten of onderdelen daarvan) moet leveren. Deze prestaties kunnen worden omschreven in de uitvraag en het plan van aanpak. Het Actieteam Circulair Inkopen gaat in hun leidraad daar verder op in.



Toelichting op Platform CB'23 leidraad "Meten van circulariteit"

Er is meer ruimte voor adaptieve maatregelen op basis van veranderingen van inzicht als besluiten en contracten in een vroeg stadium 'open' worden opgesteld.

In een open besluit of contract wordt alleen het minimaal noodzakelijke vastgelegd. Dat wat wordt vastgelegd, wordt zo ruim mogelijk omschreven. Bij voorkeur op het niveau van ambities of functionele specificaties. Die specificaties worden vervolgens pas in het ontwerpproces uitgewerkt. Dit kan volgens de methode van Systems Engineering. In de GWW-sector is dit al gebruikelijk.

Toekomstscenario's voor aanpasbaarheid en circulariteit

De aanpasbaarheid van het object en welke toekomstscenario's daarbij worden gevolgd, kunnen wel degelijk een rol spelen in een lange termijn exploitatiemodel. Een grotere investering van materialen in de realisatiefase is te rechtvaardigen als daarmee aanvullend materiaalgebruik bij een toekomstige renovatie of transformatie is uit te sparen. Tijdelijke huisvestingsopgaven hebben wellicht baat bij bijvoorbeeld een lichte, demontabele constructie.

Omdat niemand in een glazen bol kan kijken, is het voor opdrachtgevers aan te raden om hun projectenportefeuille zo flexibel mogelijk te houden. De klimaatcrisis gaat een enorme impact hebben. Dat zal zich vertalen naar veranderingen in mobiliteit (zelfrijdende auto's, autodelen), een mogelijke CO₂-belasting en grondstofschaarste en gevolgen van klimaatverandering die gaan ingrijpen op de wijze waarop bouwwerken worden gemaakt en onderhouden. Gecombineerd met de transitie naar een circulaire bouweconomie, betekent dat een andere manier van

ontwikkelen, aanbesteden, ontwerpen, bouwen en beheren. Die flexibiliteit is een onbetwistbaar voordeel als de ontwikkelingen op velerlei gebieden zich in de komende jaren gaan doorzetten. Denk bijvoorbeeld aan ontwikkelingen op demografisch, economisch, politiek-juridisch, ecologisch, sociaal-cultureel en technologisch vlak.

De positie van opdrachtgevers in het ontwerpproces

Waardebewoud en **waardecreatie** zijn kernbegrippen voor opdrachtgevers. Dat betekent dat al vóór de ontwerpfasen 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. Opdrachtgevers doen er goed aan om te denken vanuit het systeem, de circulaire transitie en niet uitsluitend vanuit de eigen opgave. Het ontwerpteam kan hen daarbij adviseren.

Opdrachtgevers kunnen de waarde in bestaand vastgoed of bestaande infrastructuur inzetten voor een volgende levenscyclus. Dit is vooral relevant bij aanpassing, vervanging of renovatie van gebouwen en infrastructuur. Dit kan door de levensduur van bestaande objecten en componenten te verlengen (waardebewoud) én door waardecreatie met een lange termijn visie.

Aandachtspunten

- De eigen vastgoedportefeuille van opdrachtgevers biedt kansen voor hergebruik – niet alleen op de schaal van het gebouw of object, maar ook op onderdelen daarvan. Werk als opdrachtgever of met de opdrachtgever aan het inzichtelijk maken van de materiaalvoorraad. Opdrachtgevers kunnen aannemers beter aansturen op hergebruik als inzichtelijk is welke producten en materialen beschikbaar zijn.



- Ga zoveel mogelijk uit van waardebehoud van bestaand vastgoed. Vervang enkel de producten en materialen die echt moeten worden vervangen.
- Werk met het financiële model Total Cost of Ownership (TCO). Dit geeft inzicht in de totale kosten over de levensduur van het de producten en elementen. In een TCO kunnen circulaire financiële prikkels worden verwerkt, zoals restwaarde, onderhoudslastenreductie door hogere losmaakbaarheid en andere afschrijvingscondities.
- Toekomstscenario's verdienen een plek in de uitvraag, zodat het bouwwerk op toekomstige veranderingen is voorbereid.
- De MIA-regeling (MIA staat voor milieu investeringsaftrek) heeft nu ook codes voor onder andere circulaire producten, woningen en gevels. Meer informatie is te vinden op de website van RVO.

Circulair opdrachtgeverschap

Een interessante case is de tijdelijke rechtbank Amsterdam. De vraag van het Rijksvastgoedbedrijf betrof een Design, Build, Maintain & Remove (DBMR)-opdracht. Dit betekent dat het consortium dpcp tijdens de tijdelijke functie van het gebouw verantwoordelijk is voor het gebouw, eigenaar blijft van de materialen die in het gebouw zitten en ook verantwoordelijk is voor de verwijdering van het gebouw na de gebruiksperiode. Hier is de circulaire economie meer gericht op diensten dan producten. Een voorbeeld: de 'dienst' vloerbedekking geldt voor een bepaalde periode. De producent zorgt na die tijd dat de vloerbedekking ook weer wordt weggehaald. Hij kan de producten reinigen en opnieuw toepassen of de materialen hergebruiken voor nieuwe producten. In een dergelijk scenario is alleen het skelet van het gebouw nog permanent. De overige onderdelen zoals de gevel, de installaties en het dak worden als dienst aangeboden. Zo blijft een gebouw up-to-date blijft en zijn de prestaties van de afzonderlijke onderdelen geborgd.

- Samenwerking en kennisdeling binnen de branche van vastgoed-ontwikkelaars, -eigenaren en -beheerders kan (ook) worden gevoed vanuit circulaire ontwerp- en bouwprojecten. Het ontwerpteam kan daar een inhoudelijke en verbindende rol bij spelen.

6.2.7 Architecten, ontwerpers

Architecten zijn van oudsher bij de meeste projecten de regisseurs van een bouwwerk. Het is de partij die de wensen en eisen van de opdrachtgever vertaalt in een architectonisch en bouwkundig ontwerp. Technische, functionele, sociale, esthetische en duurzame afwegingen worden door de ontwerpers tot een consistent ontwerp samengevoegd, waarbij met alle thema's rekening is gehouden. Een architect, werkt bij de meeste opgaven nauw samen met andere ontwerpers zoals stedenbouwkundigen, constructeurs, bouwtechnologen, installatie- en energie-adviseurs. Als team werken de ontwerpers de plannen uit en maken ze deze gereed voor de uitvoerende partij(en). In circulaire ontwerpteams komen nog meer expertises samen. Er ontstaat een intense uitwisseling van kennis en ideeën, waarmee het ontwerpteam een passend en sprekend ontwerp kan maken dat voldoet aan de circulaire ambities in het programma van eisen.

Om tot een goed en consistent circulair ontwerp te komen hebben ontwerpers baat bij een goed programma met helder geformuleerde circulaire wensen en eisen. De uitgangspunten voor circulariteit moeten daarbij ambitieus zijn. Het is essentieel deze uitgangspunten helder te formuleren en goed in het proces en het ontwerp te borgen. Van de ontwerper wordt voldoende kennis over circulariteit verlangd. Niet alleen op technisch vlak (wat kan er worden gerealiseerd) maar ook op



aspecten van uitvoering (hoe wordt ervoor gezorgd dat het daadwerkelijk gerealiseerd wordt).

Circulair ontwerpen vraagt tijd en budget

De meeste circulaire projecten bevinden zich nog in de experimenteerfase. Dat vraagt meer tijd en budget voor de inzet van ontwerpers om circulaire oplossingen te kunnen aandragen. De toepassing en onderbouwing van gebruikte of biobased materialen en circulaire technieken is in deze fase van de circulaire transitie lastig en tijdrovend. Meer dan bij nieuw geproduceerde of traditionele materialen, waarvoor certificering, garanties en regelgeving geborgd zijn. Het vergroten van de kennis van secundaire of biobased materialen en hun toepassing is nodig om de uitgewerkte ontwerpen te kunnen overdragen aan de realiserende partijen. Als ontwerpers hun circulaire keuzes goed kunnen onderbouwen met garantieverklaringen en wettelijke ondersteuning, geeft dat de uitvoerende partij meer vertrouwen in de circulaire oplossingen.

Communicatie over circulariteit

Tijdens het ontwerptraject hebben de architect en de andere ontwerpende disciplines baat bij een eenduidige communicatie over circulariteit. Om de communicatie tussen ontwerpers en uitvoerende en toeleverende partijen te bevorderen is het belangrijk om eerder in het ontwerptraject de uitvoerende partijen aan tafel te krijgen. Als uitvoerende partijen tijdens de ontwerpfase, of zelfs al in de ontwikkelfase, intensiever zijn betrokken bij het project, kan de kloof tussen ontwerp en uitvoering worden verkleind. De uitvoerende partijen moeten dan wel over een vergelijkbaar kennis- en ambitieniveau beschikken en zich committeren aan de circulaire ambitie van de opdrachtgever en het ontwerpteam.

Aandachtspunten

- Ontwikkel ontwerpoplossingen die breder zijn dan het, laagwaardig, hergebruiken van materialen (wat volgens Hanemaaijer et al, 2021 het grootste deel van de huidige circulariteit beslaat). Het Planbureau adviseert naast hoogwaardigere circulatie vooral te focussen op vermindering van materiaalgebruik en waardecreatie met hergebruikte materialen. In hoofdstuk 4 worden ontwerpstrategieën 'hoger op de R-ladder' (Hanemaaijer et al, 2021, blz. 164) besproken.
- Circulaire voorbeeldprojecten die haalbaar én aantrekkelijk zijn, kunnen de ambitie van circulaire projecten het best vergroten. Beschrijf de totstandkoming van deze circulaire projecten nauwgezet zodat het een blauwdruk vormt voor volgende projecten.
- Implementeer circulaire ontwerpstrategieën waar mogelijk. Experimenteer en vind wegen om bestaande belemmeringen op het vlak van regelgeving en organisatie weg te nemen.
- Beschrijf en publiceer resultaten en ervaringen met circulaire ontwerpstrategieën nauwkeurig zodat de effectiviteit van de circulaire principes voor iedereen inzichtelijk worden. Elk experiment of proefproject vormt de blauwdruk voor een volgende generatie circulaire projecten.
- Bestudeer voor circulaire strategieën ook vakgebieden als biomimicry (het vakgebied waar processen en principes uit de natuur naar toepasbare natuurlijke oplossingen en technologieën worden vertaald) en andere industrieën uit bijvoorbeeld de mode, de digitale- of de verpakkingswereld. De transitie naar een circulaire bouwconomie verlangt veel creativiteit, nieuwe inzichten en onontdekte dwarsverbanden.
- Isoleer de opgave van circulariteit niet, maar beschouw het als een onderdeel van een bredere maatschappelijke opgave van duurzaamheid (het streven van een balans tussen mens en aarde) en sociale vernieuwing. Benadruk de voordelen die circulaire



ontwerpkeuzes hebben op andere terreinen, zoals financiën, gezondheid en een leefbare planeet voor toekomstige generaties.

Het manifest Circulaire Architectuur

Stel je een wereld voor waarin alles herstelbaar, herbruikbaar en regeneratief is ontworpen, zo begint de aankondiging van het manifest Circulaire Architectuur van de BNA. De BNA onderkent daarmee de belangrijke rol die architecten spelen in de transitie naar een circulaire economie.

Het vijfpunten manifest roept onder meer op tot doordacht materiaalgebruik, demontabele structuren en het trekken van lessen uit de natuur, maar het begint met de oproep tot het creëren van circulaire businessmodellen. Samenwerking en interdisciplinair denken zijn daarbij de sleutelwoorden.

(zie BNA, 2018)

6.2.8 Adviseurs

Met 'adviseurs' worden partijen bedoeld die niet de eigenaar zijn van het bouwwerk en/of de architect is en/of het bouwwerk bouwen. Het gaat om deskundigen op het gebied van bouwregelgeving, constructie, bouwfysica, bouwtechniek, installatietechniek, duurzaamheid, levenscyclusanalyse (LCA), akoestiek, brandveiligheid, ecologie, openbare ruimte en **bouwkosten**. De rol van adviseurs is om de technische haalbaarheid, minimale kwaliteitsniveaus, raakvlak- en risicobeheersing, en de integratie van opgaven samen te brengen in scenario's, analyses. Maar ook in ontwerp oplossingen en besluitvormingsinformatie, gebaseerd op zowel ambities als regelgeving en normen. De adviseur ontwikkelt een technisch conceptontwerp dat aan het eind van het ontwerpproces een getoetst ontwerp is van bewezen kwaliteit.

In de rol van de ingenieur en adviseur is een verschuiving van toetsers naar ontwerper nodig. De adviseurs moeten daarvoor eerder in een ontwerp aan tafel en moeten – net als de ontwerpers - gedurende het ontwerp betrokken, proactief en flexibel blijven. Dat betekent ook dat het ontwerp integraal moet worden benaderd, en niet alleen binnen het eigen vakgebied.

Adviseurs en ingenieurs hebben in een circulaire bouwconomie de taak om het informatieaanbod op de informatie vraag af te stemmen. Dit ten behoeve van (integrale en/of bestuurlijke) besluitvorming. Denk hierbij aan de toepassing van circulaire/secundaire producten en het aantonen van diens prestaties en mogelijke toepassingen. Dit vergt van de adviseur een regisserende en verbindende rol.

De eigenschapsinformatie bij nieuwe circulaire materialen is vaak onvolledig en/of niet volgens officiële/eenduidige methodes getoetst en vastgelegd. Voor secundaire producten is deze data vanuit het verleden niet bekend en vaak duur om te toetsen/meten. Bovendien zijn onder andere adviseurs niet altijd met nieuwe circulaire materialen bekend. Adviseurs moeten extra tijd krijgen om gegevens over de eigenschappen, prestaties, toepassingsmogelijkheden en restwaarde van circulaire en/of secundaire producten te verzamelen. Daarvoor moet tevens het budget worden aangepast om nieuwe materialen en/of toepassingen te stimuleren en eventueel te testen. Deze informatie moet vervolgens in een materialendatabase (eigenschapsdata) worden vastgelegd. Dit inclusief maatregelen voor toekomstig (her)gebruik/ configuratie (productconfiguratiedata). Deze informatie moet een plek krijgen in een materialenpaspoort.



Aandachtspunten

- Borg dat ontwerp oplossingen in lijn zijn met de gestelde toekomstscenario's voor het adaptief vermogen van het bouwwerk. Een richting hierin kan zijn voor elke laag in het 6S-model (Brand) de eigenschappen en uitgangspunten zo te benoemen en vast te leggen, dat een toekomstig scenario makkelijk kan worden uitgevoerd. Dit zou een uitbreiding op het materialenpaspoort en/of gebouw-/bouwwerkdossier kunnen zijn.
- Beschouw een circulair ontwerp als een middel voor een gezond, veilig en duurzaam bouwwerk, voor nu en in de (verre) toekomst.
- Zet de ervaringen van bouwers en slopers/amoveerders in om losmaakbaarheid op een goede wijze te verankeren in het ontwerp.
- De toetsmethoden moeten risicogestuurd zijn en ruimte bieden voor secundaire materialen en innovatieve concepten (prestaties, garanties, onzekerheden, risico's, juridisch). Een aanpassing van de toepassing van productcategorieën in de NMD moet hier een middel voor zijn (zie kader). Maak dit zo vroeg mogelijk bespreekbaar in het ontwerptraject.
Daar waar het gelijkwaardigheidsprincipe (Bouwbesluit, art. 1.3) toegepast kan worden, moet dit onderbouwt worden met materialenkennis die niet algemeen bij de beoordelende partijen aanwezig is. De betrouwbaarheid van de gelijkwaardigheid ligt decentraal bij de aanbieder en de beoordelende partij(en). Gelijkwaardigheden zouden centraal beoordeeld moeten worden door deskundig panel. Voor infrastructuur, openbare ruimte, verkeer en vervoer doet het kennisplatform CROW deze beoordeling. Daarbij is het van belang dat het panel bestaat uit vooruitstrevende, innovatieve en nieuwsgierige deskundigen.

Risicosturing binnen de Nationale Milieudatabase

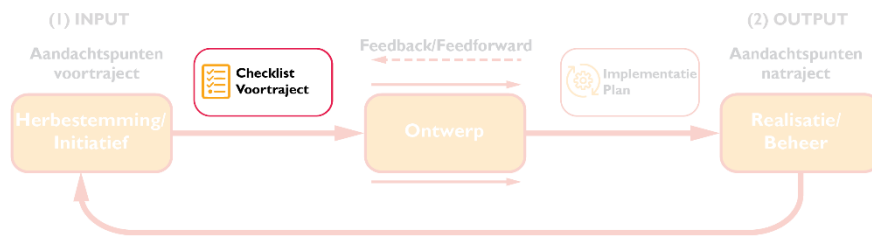
Voorstel voor meer risicosturing binnen de Nationale Milieudatabase met behulp van de productcategorieën:

- 1 Meer cat3 producten toestaan om onder het gelijkwaardigheidsprincipe innovatieve en secundaire materialen te kunnen toepassen. In het geval van secundaire materialen kan module D van cat1-producten als basis dienen.
- 2 Cat2 herinrichten ten behoeve van nieuwe innovatieve producten die nog geen cat1-LCA kunnen veroorloven of als placeholder tot het cat1-traject is afgerond. (zie volgende punt).
- 3 Voor cat1 producten de LCA-kosten verlagen naar omvang aanbieder producent.
- 4 Eindelevensduurscenario: controle toevoegen bij cat2-product of het scenario realistisch is. Bij cat1 product of het scenario ook zo is ingericht bij de retournemende producent.



6.3 Checklist voor ontwerpteam

Voor het ontwerpteam hebben we een checklist opgesteld. Het doel van deze checklist is beoordelen welke factoren in het voortraject een circulair ontwerp kunnen beïnvloeden.



Figuur 18 - Plek van checklist in het proces

Deze checklist sluit aan op de zes ontwerpstrategieën uit hoofdstuk 4 en geeft een beknopt overzicht van de aandachtspunten die in dit hoofdstuk zijn genoemd. Daarmee maakt de checklist inzichtelijk of er kritieke randvoorwaarden zijn die een potentiële bedreiging vormen voor een succesvol circulair resultaat.



Tabel II – Randvoorwaarden checklist

		Preventie	Reductie van levenscyclus impact	Hergebruikte objecten	Toekomst-bestendigheid	Secundaire grondstoffen	Hernieuwbare grondstoffen
Overheid	Maak de verbinding met de uitvoering van programma's die vallen onder energie en circulariteit, waaronder Van het gas af, Woondeals, MIRT, Citydeal en Greendeals. Bestudeer ook de programma's/ambities van de lokale overheid.	☒	☒	☒	☒	☒	☒
	Neem bij projecten (en tenders/aanbestedingen) de tijd om de kritieke prestatie indicatoren (KPI's) te bestuderen die vanuit de (lokale) overheid zijn voorgeschreven op het gebied van duurzaamheid en circulariteit.	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Wet & Regelgeving	Zorg voor een duidelijke aansprakelijkheidsverdeling, risicoverdeling en verzekeringsvoorwaarden.		☒	☒		☒	
	Ga na of materialen die vrijkomen (bijvoorbeeld tijdens sloopwerkzaamheden) als afval worden gekwalificeerd. Zo ja, ga na of er voor deze secundaire materialen zogeheten 'einde-afvalcriteria' zijn opgesteld en hoe de materialen in een nieuw ontwerp kunnen worden verwerkt.		☒	☒		☒	
	Ga na wie het (intellectuele) eigendomsrecht heeft op secundaire materialen en verken of er contractuele ruimte is om die gebruikte materialen te mogen hergebruiken.		☒	☒		☒	
	Houd rekening met de financiële uitvoerbaarheid van een ontwerp waar (veel) secundaire materialen worden gebruikt. Dit in verband met bijvoorbeeld de relatief hoge (fiscale) arbeidskosten en andere kosten, waaronder de vereiste CE-markering voor het geschikt maken van die materialen.		☒	☒		☒	
Onderwijs	Maak het vergaren van kennis over circulair ontwerpen (en bouwen) tot een onderdeel van de dagelijkse praktijk en reflecteer/doceer deze kennis met collega's, projectpartners en een nieuwe generatie bouwprofessionals.	☒	☒	☒	☒	☒	☒
	Inventariseer bij (nieuwe) collega's, ontwerppartners, opdrachtgever, projectpartners en toeleveranciers de kennis op het gebied van circulair ontwerpen en bouwen; neem tijd om het kennisniveau voor het hele ontwerpteam op peil te brengen.	☒	☒	☒	☒	☒	☒
	Check de bestaande (keuze-)programma's, webinars, symposia en projectdocumentatie van universiteiten, HBO-instellingen, brancheverenigingen en uitgeverijen van vakinformatie.	☒	☒	☒	☒	☒	☒



		Preventie	Reductie van levenscyclus impact	Hergebruikte objecten	Toekomst-bestendigheid	Secundaire grondstoffen	Hernieuwbare grondstoffen
Financiële instellingen	Stimuleer bij circulaire projecten een andere financiering vanuit de markt, waarbij de bepaling van TCO, restwaarde materialen bij einde levensduur centraal staan.		☒	☒	☒	☒	
	Omschrijf/ontwerp (de waarde van) vastgoed op een manier die minder is gericht op het object zelf, maar meer op de samenstelling van en koppelingen tussen de (circulaire) materialen en producten.	☒	☒	☒	☒	☒	☒
	Draag bij dat ook andere 'waarden', zoals het adaptief vermogen, de milieu-impact en sociale aspecten een grotere rol spelen bij kredietaanvragen.	☒	☒	☒	☒	☒	☒
B&U en GWW gebruikers	Instrueer hoe het gebouw gebruikt en onderhouden moet worden (VvE's (beheerder), facility management, huurders) en zorg bij overdracht voor goede informatieoverdracht (verkoper, makelaar, onderhoudspartij)		☒	☒	☒	☒	
	Neem de wensen van de (toekomstige) eindgebruiker(s) mee en denk daarbij aan de lange termijn en eventuele andere functies voor het bouwwerk	☒	☒	☒	☒	☒	☒
	Houd rekening met maatschappelijke kosten en baten (MKBA) voor eindgebruikers in het waarden van infrastructurele werken bij (de)centrale overheden	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Gebieds-ontwikkeling	Maak optimaal gebruik van de mogelijkheden die stedenbouwkundige plannen bieden om meer flexibiliteit en circulariteit te creëren in termen van vorm, uitstraling en functionaliteit	☒	☒	☒	☒	☒	☒
	Controleer de onderhevige Welstandsnota op aspecten die betrekking (kunnen) hebben op circulaire ontwikkelingen.	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Opdrachtgever	Ga zoveel mogelijk uit van waardebehoud van bestaand vastgoed, vervang enkel de producten en materialen die echt vervangen moeten worden.			☒		☒	
	Kijk in het vastgoedportfolio van de opdrachtgever naar potentie om materiaal te hergebruiken in het onderhevige project.	☒	☒	☒	☒	☒	☒
	Bestudeer (en gebruik) de MIA-regeling, die nu ook codes bevat voor circulaire woningen en gevels. Kijk naar de mogelijkheden van financiële tegemoetkomingen in de vele publicaties van RVO.	☒	☒	☒	☒	☒	☒



		Preventie	Reductie van levenscyclus impact	Hergebruikte objecten	Toekomstbestendigheid	Secundaire grondstoffen	Hernieuwbare grondstoffen
Architecten	Benoem aan de hand van voorbeeldprojecten zoveel mogelijk bestaande belemmeringen op het vlak van ontwerp, regelgeving en organisatie en neem deze belemmeringen weg voor het onderhevige project.	☒	☒	☒	☒	☒	☒
	Isoleer de opgave van circulariteit <u>niet</u> maar zie het als een onderdeel van een bredere maatschappelijke taak van duurzaamheid (het streven naar een balans tussen mens en aarde) en sociale vernieuwing.	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Ingenieurs en adviseurs	Spreek af dat de toetsmethodes risicogestuurd zijn en ruimte bieden voor secundaire materialen en innovatieve concepten (prestaties, garanties, onzekerheden, risico's, juridisch).	☒	☒	☒	☒	☒	☒
	Laat gelijkwaardigheden centraal beoordelen door deskundig panel. Een voorbeeld hiervan is kennisplatform CROW, die dit doet voor infrastructuur, openbare ruimte en verkeer en vervoer.	☒	☒	☒	☒	☒	☒
	Betrek adviseurs bij discussies op inhoud over circulariteit en waarborg dit overleg gedurende het gehele ontwerptraject, tot en met de fase(s) van toetsing en het natraject.	☒	☒	☒	☒	☒	☒



6.4 Natraject (output van het ontwerpteam)

Uiteraard is het van belang dat circulaire keuzes en besluiten in het ontwerptraject ook daadwerkelijk op die wijze worden gerealiseerd, beheerd en gebruikt. De randvoorwaarden hiervoor worden in deze paragraaf samengevat, door per actor aandachtspunten te noemen. De aandachtspunten worden overzichtelijk weergegeven in het implementatieplan in paragraaf 6.5

6.4.1 Bouwers/Installateurs

De factor tijd kan de (circulaire) kwaliteit in een circulair ontwerp- en bouwtraject (CB) onder druk zetten. In veel aannemingscontracten wordt geprobeerd het risico van een tijdige oplevering bij de aannemer onder te brengen, zeker zolang nog niet alle toe te passen componenten gekozen, gegarandeerd of met zekerheid beschikbaar zijn. Om circulariteit te kunnen borgen, moet het hele team het aspect tijd in het voortraject meenemen. Neem ook tijd om de context van de uitvoering aan nieuwe deelnemers duidelijk te maken en om de spelregels met de directievoerder/toezichthouder te ontwikkelen.

Bouwbedrijven verzorgen de 'fysieke' kant van het (circulaire) bouwproject. Als ze vanaf de ontwerpfase bij het project betrokken zijn, kan al worden begonnen met het zoeken en selecteren van materialen. Dit geeft een grotere garantie voor zowel de veiligheid (aannemer heeft Veiligheid & Gezondheid-discipline (V&G) in huis, wat relevant is om donorgebouwen te onderzoeken) als de controle van de praktische bruikbaarheid van circulaire producten (bijvoorbeeld als aanvullende bewerkingen nodig zouden zijn).

De omvang van de in te schakelen aannemings- en installatiebedrijven (van groot via middelgroot tot lokale aannemers en professionele klusbedrijven), moet aansluiten bij de omvang en het risicoprofiel van een initiatief. Dit vraagt maatwerkafspraken over deelname en rol. Juist

bij de lokale, kleinere bedrijven liggen veel ontwikkelkansen voor circulair bouwen. Kenmerkend zijn korte lijnen tussen directie en uitvoerenden. Sommige kleinere spelers in de branche zijn ware koplopers op het gebied van innovatie en circulariteit.

Bouwers kunnen op de (toekomstige) bouwlocatie - of op een goedkope maar duurzaam bereikbare opslaglocatie - het proces van verzamelen, inspecteren en klaarmaken voor het ontwerpteam verzorgen. Samenwerking (en duidelijke afspraken) met de *urban miners* is een optie om in het geval van circulaire renovaties een optimale overgang van demontage naar montage te bereiken.

Voor maximale inzetbaarheid van nieuw in te brengen CB-componenten en minimale uitval is het toepassen van een modulair maatsysteem opnieuw relevant. Met het BIM kan dit worden bewaakt. In de uitvoering wordt het pas echt werkbaar als ook reële uitvoeringstoleranties en maatafwijkingen in de modulematen zijn meegenomen. Impact op de architectuur vraagt onderzoek, en de toepassing zal een combinatie van esthetica en principiële toepasbaarheid zijn. Ofwel: een naadloze vlakke wand van vloer tot plafond betekent een (set van) vaste vrije hoogte. Een 'knip' kan juist verschillende hoogtematen mogelijk maken en visueel als lambrisering werken (K3).

Een circulair bestek beschrijft bij voorkeur de doelen en acceptatiecriteria in plaats van een beperkt aantal concrete oplossingen. Bij het opstellen van het bestek is de beschikbaarheid van circulaire elementen echter vaak nog onzeker. En het opwaarderen van elders vrijkomende materialen voor circulaire inzet vereist voldoende ruimte voor creativiteit. Met de tekst "voedingskabels elektra moeten uit één stuk te bestaan, lassen zijn niet toegestaan", wil men voorkomen dat de restjes worden opgemaakt ten koste van de elektrische verbinding en esthetiek. Maar lassen kan tegenwoordig met gelijke kwaliteit best. Kortom, technische programma's van eisen moeten hierop worden



herzien. Voorkomen moet worden dat de eis wordt vervangen door een subjectief “mooi/lelijk” overlegtraject met de overige ontwerpers. Hoe duidelijker de criteria hoe groter de bereidheid om in (technologie voor) hergebruik te investeren.

Aandachtspunten

- Haal vroeg in de ontwerpfase uitvoeringskennis in het ontwerpteam. Als het nog te vroeg is om hiervoor (bouw-)partners te betrekken, bekostig deze inbreng dan op een andere manier. Borg de input als *open source* voor de toekomst (de uitvoerende partij kan een andere aannemer zijn, dus de inhoudelijke kennis moet worden vasthouden in het project).
- Standaardiseer het circulaire ontwerpproces en afwegingsproces zodat partners later in het realisatieproces de input kunnen ‘lezen’; vergelijk met Systems Engineering van RWS: een ‘SE voor CB’, documenteer de gehanteerde circulaire ontwerpstrategie(ën).
- Veranker in de ontwerpvisie de aangescherpte circulaire prioriteiten en doelen, zodat deze in de implementatie- en realisatiefase kunnen worden opgevolgd. Behoudt circulariteit altijd de hoogste prioriteit, of is het toegestaan om een afweging te maken? Hoe wordt de circulaire score van varianten dan vergeleken? Is er een expliciet proces afgesproken voor belangrijke aanpassingen, van gewijzigde projectlocatie en –planning tot en met het inspelen op innovatieve oplossingen en nieuwe regelgeving.

6.4.2 Producenten en leveranciers

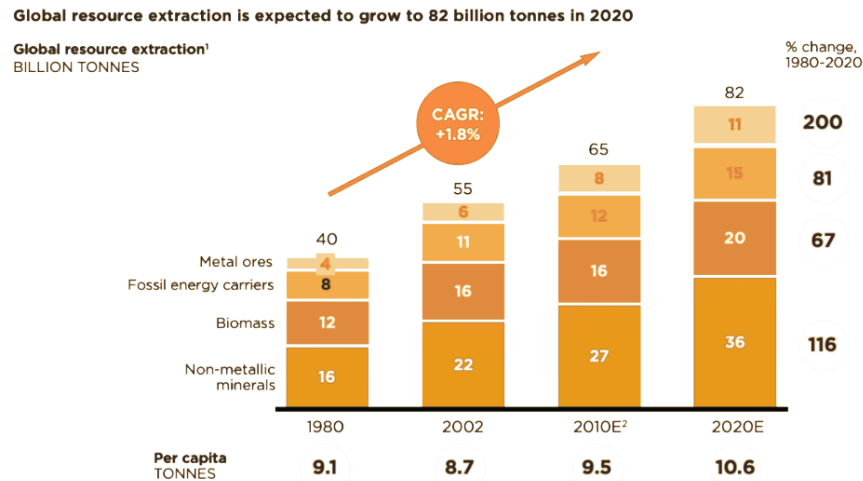
Tijdens de realisatiefase van projecten zijn producenten en leveranciers verantwoordelijk voor het ontwerpen, vervaardigen, leveren en monteren van **bouwproducten**. Ze vormen daarom een belangrijke ketenpartner in de bouw van ontwerp naar fysiek object en omgeving.

In een circulaire bouwconomie lopen de biologische en technische kringloop door elkaar. Bij de biologische kringloop worden nieuwe materialen en producten ontwikkeld zoals nieuwe houtbouwsystemen, reststromen uit de land- en tuinbouw voor bioplastics, biocomposieten, vezelisolatie en hybride materialen, zoals lignine in asfalt, of vezels in beton.

Er is een groeiende vraag naar biobased oplossingen omdat ze CO₂ opslaan, gezond zijn en van nature circulair. Geteelde materialen (hout, vlas, hennep, natte teelt) bieden het kansen voor de landbouwtransitie. Reststromen uit de agrosector en voedingssector leveren ook grondstoffen. Voor producenten en leveranciers liggen er kansen om samen te werken met bedrijven en instituten om hun producten meer biobased te maken.

In de technische kringloop krijgen producenten een primaire rol in het oogsten en terugnemen van de eigen producten (of producttypen). Dit stelt extra eisen aan hun producten, zoals de wijze van demontage, hergebruik en recyclebaarheid. Als geen andere partij zijn producenten in staat om vrijkomende materialen te testen en certificeren. Producenten en leveranciers hebben vanwege hun productkennis een grote verantwoordelijkheid voor het aanvullen of aanleveren van informatie voor het materialenpaspoort.

Sinds het begin van de Industriële Revolutie ligt aan de meeste fabrieksprocessen het (lineaire) principe van grondstoffen winnen, produceren en afdanken ten grondslag (figuur 19). Het proces wordt gedreven door zoveel mogelijk besparen op fysieke arbeid die vervangen wordt door goedkope energie en excessief gebruik van grondstoffen. Het gangbare businessmodel gebaseerd op excessief gebruik van grondstoffen leidt echter in toenemende mate tot risico’s voor bedrijven. De kosten voor grondstoffen en de beweeglijkheid van de koersen nemen namelijk door groei van de wereldbevolking toe, met ook nog eens een hoger welvaartsniveau.



**Figuur 19 - Wereldwijde winning van hulpbronnen
(Ellen MacArthur Foundation, 2017, bewerking Platform
CB'23)**

De meeste inkooptrajecten zijn nog steeds gericht op de laagste prijs, met een onderwaardering voor circulariteit. Daardoor wordt dit businessmodel intact gehouden. Er is voor producenten vooralsnog geen mogelijkheid om tijdens een ontwerptraject circulaire producten te ontwikkelen. Hierdoor hebben zij een reactieve rol. Dit wordt ook versterkt door het ontbreken van vertrouwen om met één producent of leverancier het ontwerptraject te doorlopen. Daarnaast zorgt dit model ervoor dat producenten geen stimulans hebben om levenscyclusanalyses (LCA's) op te stellen, productieprocessen te

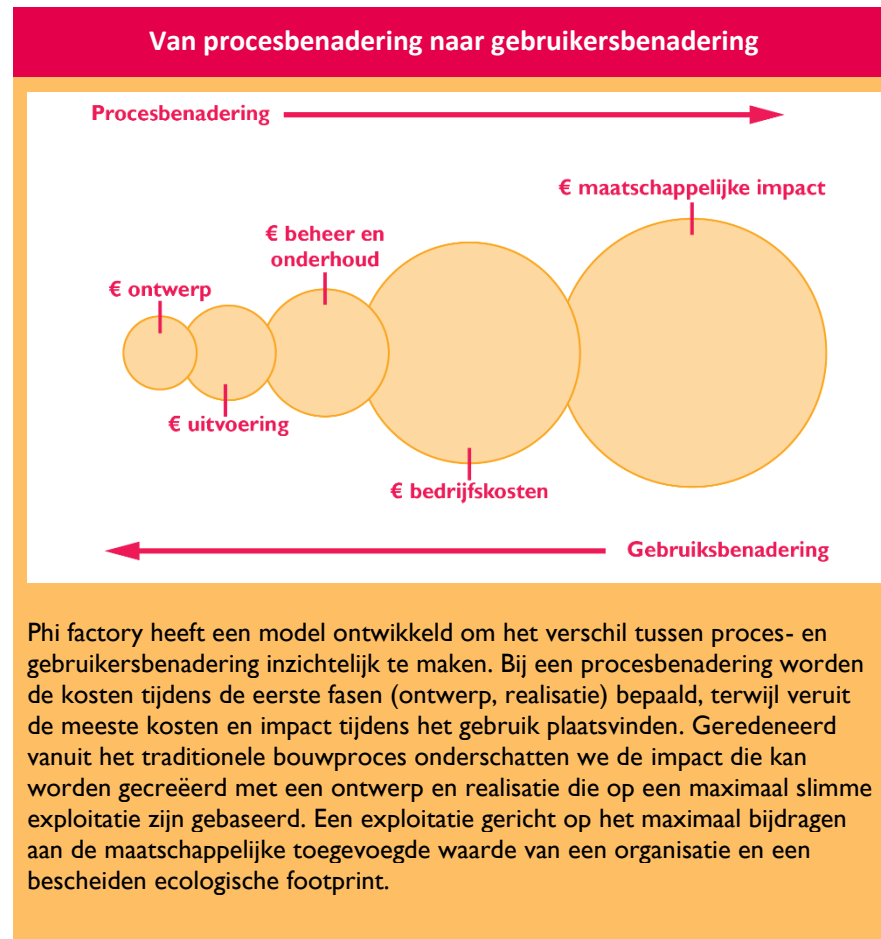
verduurzamen, op vrijgekomen materialen garanties af te geven en productinformatie vast te leggen en over te dragen.

Aandachtspunten

- Geef producenten en leveranciers een actieve en vroegtijdige rol in het ontwerpproces. Een ontwerpproces waarin samen wordt ontwikkeld in circulaire producten die gezond, demontabel en herbruikbaar zijn. Reserveer voldoende tijd om specifieke donormaterialen te zoeken, te mijnen of te oogsten.
- Kies voor producten die duurzaam zijn geproduceerd, zodat producenten gestimuleerd worden om de milieu-impact te verlagen en dit in LCA's vast te leggen.
- Leg de verantwoordelijkheid van functionele prestaties bij de producent neer zodat circulaire ontwikkeling, aan de hand van testen, meten en monitoren, wordt gestimuleerd. Dit versnelt ook circulaire certificering, normering en garanties.
- Stimuleer circulaire verdienmodellen die gebaseerd zijn op het model van Total Cost of Ownership (TCO) voor de afweging van circulaire ontwerpkeuzes. Het maximaliseren van de functionaliteit gedurende de productlevensduur staat hierin centraal. Bespreek hierbij mogelijke terugname door producent of leverancier.
- Zorg voor demontage-instructies van geleverde producten. Dit is een gezamenlijke documentatie van producent/leverancier en het ontwerpteam dat de detaillering heeft gemaakt.
- Bepaal in het ontwerptraject welke platforms (BIM) worden toegepast, zodat eigenschappen (LCA, toxiciteit, CE-keurmerken, demontageplan) van producten beschikbaar worden gesteld voor het materialenpaspoort.

6.4.3 Beheer en onderhoud

Het onderhoud en gebruik van gebouwen doet een groot beroep op beschikbare grondstoffen: partijen in deze sector kopen producten in, beheren het gebruik ervan en dragen zorg voor de grondstoffen die de organisatie verlaten.



De rol van de beheerder of facility manager is die van ketenregisseur of grondstoffenmakelaar. De periode dat een bouwwerk ontworpen en gerealiseerd is in de regel vele malen korter dan de gebruiksfase. Des te belangrijker dat de beheerder in de ontwerpfase meedenkt, meebeslist over producten en systemen en dat er over de losmaakbaarheid en (de wijze van) onderhoud van het bouwwerk wordt nagedacht. Dit alles met als doel om circulaire strategieën gedurende de gebruiksfase en einde levensduurfase te kunnen toepassen.

Facility managers worden in veel gevallen (te) laat in het ontwikkel- en ontwerpproces betrokken, waardoor de kennis vanuit beheerders niet wordt ingezet. Voor elk ontwerp- en bouwproces verdient het aanbeveling om iemand van facility management te betrekken, die meedenkt over de circulaire criteria, het beheer en het onderhoud en die de gebruikers vertegenwoordigt.

Circulariteit houdt niet op bij het voltooien van een ontwerp, maar moet gedurende de beheerfase met onderhoudspartijen en facilitaire dienstverleners (die vaak voor langere tijd contractueel zijn verbonden aan een bouwwerk) worden geborgd. Daarvoor is informatie vanuit het ontwerp nodig, zoals bijvoorbeeld de installatie-instructie of recyclebaarheid van elementen/materialen. Informatie-armoede kan resulteren in laagwaardige demontage of sloop tijdens het beheer. Documentatie van de circulaire principes, strategieën, producten en materialen is dus cruciaal om ook na de realisatiefase de gebouwbeheerder voldoende informatie te geven.

Aandachtspunten

- Betrek beheer en onderhoud bij het ontwerptraject om bij ontwerpkeuzes ook uitgangspunten voor onderhoud en beheer (zoals schoonmaak, reparatie en demontage), mee te nemen.
- Borg circulaire ontwerpkeuzes voor een gedegen overdracht naar de gebruiksfase. Dit kan door een gedegen vastlegging in



onderhoudsplannen en circulaire MJOP's en het introduceren van duidelijke KPI's.

- Voeg een sloopbestek of demontageplan (dat in het verlengde ligt van het circulaire ontwerp) toe aan het ontwerp dossier.
- Leg het proces vast hoe het materialenpaspoort actueel moet worden gehouden tijdens het beheer en wie hier verantwoordelijk voor is.
- Stimuleer circulaire verdienmodellen die zijn gebaseerd op de totale kosten voor de hele levensduur (TCO), voor het afwegen van circulaire ontwerpkeuzes. Dit levert voordeel op voor leverancier, beheerder en eindgebruiker.

6.4.4 Logistiek: demontage, transport en opslag

Met het oog op circulariteit moet de ambitie zijn om zoveel mogelijk secundaire bouwmaterialen op object- en gebiedsniveau toe te passen. Deze bouwmaterialen komen uit de bestaande materiaalvoorraad, de zogenoemde *urban mine*. Daar waar deze 'geoogste' materialen door de tijd heen waarde hebben verloren, bijvoorbeeld door functieverlies of slijtage, kunnen ze tot nieuwe materialen worden gerecycled of gerecycled. Secundaire materialen kunnen worden verwerkt in (sociale) werkplaatsen of aan producenten (voor recycling en/of partieel hergebruik) worden terug geleverd. Vanuit oogpunt van materiaalbehoud is het aan te bevelen om materialen één-op-één weer toe te passen (mits de voorgeschreven esthetische en technische kwaliteit dit toelaat).

Aandachtspunten

- Het ontwerpteam maakt niet alleen een ontwerp en uitvoeringsplan, maar ook een sloopbestek. Vooraf is dan al bepaald hoe het achteraf moet worden gedemonteerd.
- Om het vrijkomen van materialen af te stemmen op de vraag is een lean-planning handig. Dit omvat het strak op elkaar afstemmen van

vraag en aanbod, zodat er niet te veel voorraad en productie uitval ontstaat. De lean-planning wordt momenteel in de bouw toegepast, maar deze kent nog weinig aansluiting op de demontageplanning. De demontageplanning moet ook lean worden opgezet en op bouwplanning aansluiten.

- De voorraad van secundaire bouwmaterialen is vooralsnog beperkt: benut elke extra gegeven tijd om extra voorraad te vinden. Zet faalkosten om in kansen. Zo is het voorgekomen dat omdat uitvoeringswerkzaamheden door een vleermuis kwamen stil te liggen, er extra tijd ontstond om bouwproducten- en materialen te vinden.
- Bij renovatie- en transformatieprojecten: investeer in het vroegtijdig inventariseren van het object, de openbare ruimte en het groen. Inventariseer wat bruikbaar is op de locatie, binnen het vastgoedportfolio van de opdrachtgever, in de buurt van het project en welke materialen/producten daarbuiten kunnen worden afgezet. Bijvoorbeeld marktplaatsen als platformen, eigen afzetkanalen of werkplaatsen voor *refurbishment*. Denk ook aan opslag van materialen die later in het bouwproces worden ingezet.
- Via bestekken kunnen opdrachtgevers bepaalde verwerkingstoepassingen voorschrijven. Zo kan worden voorgeschreven dat bepaalde elementen vanuit een bouwwerk worden verplaatst naar een plek waar deze machinaal worden gesorteerd en gepalletiseerd voor hergebruik.
- Zoek naar een regionale plek voor tijdelijke opslag van materialen (hub, bouwkringloopwinkels) en het gereedmaken van materialen voor hergebruik.

'Handvat duurzaam materiaalgebruik voor bouw- en infrabedrijven 2021' van Bouwend Nederland

Voorbeeld hergebruik materialen GWW:

- Betonblokken hergebruiken voor bijvoorbeeld banken in de openbare ruimte
- Hergebruik van straatbakstenen, betonnen tegels en klinkers in dezelfde toepassing
- Te kappen bomen omwerken tot straatmeubilair

Voorbeeld hergebruik materialen B&U:

- Betonnen funderingen van hoogwaardig gerecycled beton in nieuw gebouw
- Gebouw strippen en draagstructuur laten staan
- Renovatie / transformatie in plaats van slopen
- Hergebruik van betonnen of keramische dakpannen in dezelfde toepassing
- Hergebruik van gevelbakstenen en keramische tegels nadat ze zonder of met eenvoudiger te onthechten mortel of lijm zijn bevestigd

6.4.5 Digitale infrastructuur: paspoorten en platforms

Vanuit het oogpunt van hergebruik van materialen is digitalisering van objecten, openbare ruimte en groen een eerste voorwaarde in het circulaire ontwerpproces. Zonder inzicht in de huidige materiaalvoorraad, is het niet helder waarmee een circulair ontwerper of ontwerpteam kan gaan ontwerpen. Door nu objecten (B&U en GWW) vast te leggen, maken we de materiaalvoorraad voor de toekomstige ontwerpteam inzichtelijk.

Zo legt het ontwerpteam of de ontwikkelaar in huidige en komende projecten vast wat is gemaakt in het materiaalpaspoort, via een BIM-

model of een Digital Twin. Dit wordt dan vastgelegd in een register, zoals Madaster of via een online marktplaats ([Insert](#), [Oogstkaart](#), [Materialen marktplaats](#), [Matching Materials](#), [Bruggenbank](#)) waar materialen, nu en in de toekomst, voor toekomstig shergebruik door aannemers, ontwerpers of producenten zichtbaar worden gemaakt.

Zo zijn platforms een middel om bouwproduct en –materiaalinformatie van de (toekomstige) materiaalvoorraad van de gebouwde omgeving en openbare ruimte, vroegtijdig vast te leggen en inzichtelijk te maken. Deze platforms zijn belangrijk voor het bij elkaar brengen van de vraag (van bijv. bouwaannemers en ontwerpteam) en het aanbod (van vrijkomende materialen). Veel voorkomende materialen of zogenoemde bulkstromen kunnen hun weg vinden naar fysieke hubs of producten waar deze stromen tot nieuwe bouwproducten en materialen worden verwerkt. Want naast directe toepassing ervan kunnen bouwproducten en materialen ook worden gebruikt na *refurbishen* of hoogwaardige recycleren. Dit dient ook het hogere doel om de levensduur van materialen in de keten te verlengen en het verlaagt tegelijkertijd de vraag naar primaire materialen.

Aandachtspunten

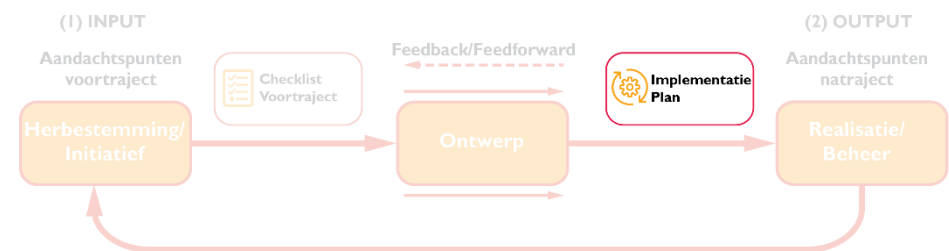
- Het ontwerpteam bereidt het materialenpaspoort voor in de ontwerpfasen. Denk aan het structureren van informatie in BIM aan de hand van NL-SfB, toepassen van Digital Twin en gekoppelde data. Deze data kunnen dan aan platforms worden gekoppeld, die ruim voor het einde van de levensduur van een object aan een volgend ontwerpteam en potentiële afnemers inzichtelijk worden gemaakt.
- De toepassing van hergebruikte materialen kan worden bevorderd door het kenbaar maken van de kwaliteit van het object (technisch en esthetisch) en door pilots: het steeds proberen toe te passen van bepaalde materialen om hier lering uit te trekken en waar kan op te schalen.



- Platformen worden door ontwerpers nog niet standaard gebruikt. Gebruik als ontwerpers de marktplaats-platforms die beschikbare materiaalvoorraad tonen en ontwerp vanuit de beschikbare materiaalvoorraad. Als deze informatie niet beschikbaar is maak dan zelf een project-specifieke materiaalinventarisatie.
- Voer een quickscan uit naar de (op bouwplaats/bouwlocatie/donorgebouw) aanwezige onderdelen op elementniveau. En waar mogelijk op bouwproductniveau volgens de decompositie in NEN 2767 (volgens Platform CB'23 Leidraad 'Paspooten voor de bouw').
- Zet in op het inzichtelijk maken van de huidige materiaalvoorraad. Dit kan op nationaal niveau, maar ook op lokaal (project)niveau. Aangezien de materiaalvoorraad nog niet altijd inzichtelijk is, is het ook belangrijk om te kijken wat er beschikbaar gaat komen op en bij de projectlocatie. Dit is kleinschalig te starten in verschillende pilotprojecten om zo te testen wat de meest wenselijke vorm van informatievastlegging en -beheer is.
- Nog niet genoeg partijen zijn bij één platform aangesloten om schaalgrootte te kunnen creëren en in benodigde vraag en aanbod te kunnen voorzien. Een centraal platform vergroot de zichtbaarheid en koppeling. Maar vooralsnog moet de zoektocht naar materialen op verschillende online locaties plaatsvinden.
- Creëer concrete lokale, circulaire ketens voor bepaalde veelvoorkomende materialen- en grondstoffenstromen, zeker bij grotere gebiedsontwikkelingen en/of binnenstedelijke locaties. Dit zorgt ook voor lokale werkgelegenheid.
- Zet zowel binnen als buiten het project in op een actieve vraag en aanbod van vrijkomende materialen. Dit kan door vraag- en aanbod platforms of binnen het eigen vastgoedportfolio (van de opdrachtgever).

6.5 Implementatieplan natraject

Voor het ontwerpteam hebben we een implementatieplan natraject opgesteld. Met dit implementatieplan geeft een ontwerpteam na afloop van het ontwerptraject (bij wijze van overdracht naar de volgende fase) aan op welke wijze de circulaire ambities in het ontwerp in de realisatie (bouw) en vervolgens in de gebruiksfase kunnen worden waargemaakt. Dit implementatieplan is uiteraard aanvullend op het ontwerp zelf, dat een goed gedocumenteerde output moet zijn waarnaar kan worden verwezen (vanuit het implementatieplan).



Figuur 20 - Plek van het implementatieplan in het proces

Het implementatieplan is zo opgesteld dat het per ontwerpstrategie duidelijk is welke randvoorwaarden in het natraject horen. Daarbij is per actorgroep aangegeven welke rollen uit hoofdstuk 5 (initiatiefnemers, adviseurs, uitvoerders en controleurs) bij deze randvoorwaarden horen.



Tabel 12 – Implementatieplan Vervolg / Natraject van een Circulair Ontwerp

Project:

Opsteller/verantwoordelijke:

Fase van overdracht cf. STB: ... bijv. UO

Bijlagen: ..., URL Consumentendossier ...

Legenda Rollen:

■ Initiatiefnemers

■ Adviseurs

■ Uitvoerders

■ Controleurs

■ Allen/n.t.b.

Bij elke circulaire ontwerpstrategie

Algemeen tijdens het natraject	■ Ondervang veranderattitude (weerstand) door als ontwerper bereikbaar te blijven voor voorlichting en vraagbaak. ■ Neem de gemaakte TCO-schatting op als bijlage bij het ontwerp
Realisatie (bouw en installaties)	■ Versterk de positie van productleveranciers t.o.v. de uitvoerende partij door ze zelf bij ontwerp te betrekken ■ Nodig tijdens circulair ontwerp bouwers uit voor adviezen over uitvoering ■ Volg na Ontwerp ook in Realisatie de prioriteiten/doelen die gesteld zijn
Producenten en leveranciers	■ Demontage-instructie meeleveren met plaatsings-instructie van producten melding op een platform
Onderhoud	■ Leg ontwerpkeuzes duidelijk vast in onderhoudsplannen en circulaire MJOP's ■ Betrek beheer en onderhoud zelf in het ontwerptraject
Transport en opslag secundaire materialen	■ Zet in op elektrisch transport tijdens bouw/en sloopwerkzaamheden ■ Inventariseer vroeg samenstelling van object

	Tijdens project: benut extra tijd om extra afnemers te vinden. ■ Reduceer opslag door vooraf aan demontage een herbestemming / nieuwe eigenaar te vinden ■ Vroegtijdig aanbieden op platformen of via eigen afzetkanaal / refurbishment ■ Biedt meer take-back schema's aan
Paspoorten	■ Start met een quickscan naar de aanwezige onderdelen op elementniveau, en waar mogelijk op bouwproductniveau volgens de decompositie in NEN 2767 (uit Leidraad Paspoorten voor de bouw) ■ Materialenpaspoort maken en opslaan in databank. Hierin verbindingen tussen bouwdelen vastleggen ■ Afwijkingen registreren om Digital Twin te maken ■ Maak al tijdens het ontwerp een (concept) sloopbestek
Platforms	■ Ondersteun de ontwikkeling van 'rijpe' platforms met voldoende schaal om vraag en aanbod te overzien. ■ Koppel data in de databank aan marktplaats-platformen (i.e. zorg dat deze functie in de toekomst mogelijk is) ■ Zet in op actieve vraag en aanbod van vrijkomende materialen, zowel binnen als buiten het project ■ Biedt naast bouwproducten ook bouwstoffen aan; deze zijn vaak gemakkelijker te verwerken
Kennisoverdracht	■ Laat studenten/ geïnteresseerden in het kader van het vak circulair ontwerpen het ontwerpresultaat analyseren ■ Gebruik dezelfde vaktermen om eenduidigheid en uniformiteit in de sector te waarborgen Gebruik het Lexicon Circulaire Bouw van CB'23 ■ Verzamel kennis op een zinvolle manier in een voor publiek toegankelijke database ■ Borg circulariteit in de organisatiecultuur door middel van een circulariteitsteam en/of manager



	■ Koppel einde ontwerpfase/-inzichten terug met programma's en omgevingsvisies ■ Geef inzicht in hoe producten/materiaal goed zijn te installeren en te repareren
Ontwerpen voor preventie	
Onderhoud / beheer	■ Vastleggen van wijzigingen in Digital Twin
Transport en opslag secundaire materialen	■ Ontsluit beschikbare depots/refurbishment werkplaatsen (HUBs) per regio online
Gebruikers (overdracht)	■ Organiseer delen/flex/meervoudig collectief gebruik
Ontwerpen voor reductie	
Realisatie (bouw en installaties)	■ Screen kandidaat bouwers op doelstelling reductie
Onderhoud / beheer	■ Voer het beheer uit in lijn met de filosofie van oorspronkelijk ontwerp. Draag die via het dossier over vanuit ontwerp, of zoek die op bij aanvang nieuwe beheercyclus
Transport en opslag secundaire materialen	■ Organiseer delen/flex/meervoudig collectief gebruik
Ontwerpen voor hergebruik	
Realisatie (bouw en installaties)	■ Borg de registratie van constructieve kenmerken van de her te gebruiken onderdelen, incl. aspect tijd/veroudering/THT

	■ Contracteer tijdens ontwerp leveranciers die producten terugnemen
Onderhoud / beheer	■ Toepassen materialen met oog op hergebruik ■ Onderzoek de mogelijkheden voor hergebruik
Transport en opslag secundaire materialen	■ Regel/Budgetteer (op locatie zelf, tijdens levensduur, of extern bij "markt") ruimte om uitkomende bouwdelen (goed) te bewaren ■ Aanbod/Vraag naar secundaire materialen ruim op tijd afstemmen (v/a initiatieffase door melding op een platform)
Platforms	■ Gebruik als ontwerpers de marktplaats-platforms die beschikbare materiaalvoorraad tonen ■ als deze informatie niet beschikbaar is maak een projectspecifiek materiaalinventarisatie. ■ In gunningcriteria hergebruik van de lokale materiaalvoorraad opnemen ■ Vraag/biedt materiaal- en stoffeninventarisaties, digitale marktplaatsen en lokale logistieke hubs t.b.v. circulaire gebiedsontwikkeling
Ontwerpen voor toekomstbestendigheid	
Onderhoud/ beheer	■ Toepassen van materialen in de juiste (Brand) schillen en producten met vervangbare onderdelen
Gebruikers (overdracht)	■ Lever bij het ontwerp een gebruikersinstructie
Ontwerpen met secundaire materialen	
Algemeen tijdens het natraject	■ Maak onderlinge afspraken over garanties bij het één-op-één toepassen van materialen



Realisatie (bouw en installaties)	■ Vermeld in hoofdberekening (constructie)veiligheid hoe hergebruikte materialen mogen worden toegepast ■ Ondersteun leveranciers in de verantwoordelijkheid voor product-aansprakelijkheid
Producenten en leveranciers	■ Geef garanties op producten met hoge recyclingscontent of gemaakt van hergebruikte materialen
Onderhoud	■ Pas materialen toe met technische restlevensduur
Transport en opslag secundaire materialen	■ Scheid op locatie, dat zorgt voor zuiverdere afvalstromen (logistiek, apparatuur, nascheiding navolgbaar) ■ Schakel (extra) partijen in die refurbishment aanbieden ■ Faciliteer regionaal logistieke efficiëntie met eventueel opslagmogelijkheden.
Platforms	■ Zet lokaal concrete circulaire ketens op voor materiaal- en grondstoffenstromen en faciliteer refurbishment en hoogwaardige recycling
Ontwerpen voor toekomstbestendigheid	
Realisatie (bouw en installaties)	■ Toepassen van materialen in de juiste (Brand) schillen en producten met vervangbare onderdelen
Onderhoud / beheer	■ Grijp onderhoudsmomenten aan voor circulaire verbeteringen, controle ontwerp/dossier

6.6 Kenniskringloop: feedback en feedforward

Inhoudelijke kennis over de opgave en referentieprojecten zijn altijd al een essentieel deel van het ontwerpproces geweest. En dat is in het geval van een circulaire ontwerpogave niet anders. Wat wel anders is in de transitie naar een volledig circulaire bouweconomie, is dat de beschikbare kennis op dit moment over een groot aantal bronnen is verdeeld en voor een goed deel in de loop van projecten wordt ontwikkeld.

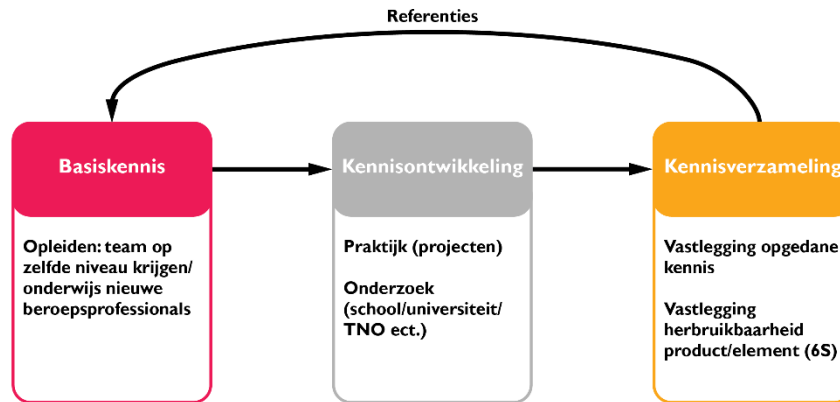
Verantwoordelijkheid bij iedereen

Feitelijk is elke deelnemer aan een circulair ontwerpproces een kennisbron. Elke vorm van kennisoverdracht draagt bij aan een bespoediging van de transitie. Dat is een verantwoordelijkheid die elke ontwerp- en bouwprofessional zou moeten voelen en ook kan nemen. Door bijvoorbeeld de kennis die in een ontwerpproces op elk schaalniveau en in elke fase van het proces is opgedaan over te dragen, krijgt de transitie een nieuwe impuls.

Voor hoe de kennisoverdracht over circulair ontwerpen en bouwen moet verlopen bestaan op dit moment geen richtlijnen. Het aantal kennisinstituten, platformen en bedrijven dat kennis op het gebied van circulair ontwerpen aanbiedt groeit gestaag. En dat is een goede ontwikkeling. Want hoe meer kennis beschikbaar wordt gesteld, hoe breder deze kan worden ingezet.

Kennisoverdracht: vormen en plaatsen

Het overdragen van kennis begint al tijdens het ontwerpproces in het ontwerpteam. De kennis die daar wordt opgedaan, kan van grote waarde zijn voor directe collega's, die niet bij het ontwerpoverleg aanwezig zijn geweest.



Figuur 21 – Kenniskringloop

Het ontwerpteam kan met regelmaat de gemaakte ontwerpbeslissingen delen met een grotere kring van betrokkenen – via de eigen websites en social media – om aan te geven welke overwegingen zijn gemaakt om een volgende stap te zetten. Hier kunnen andere ontwerpteams lering uit trekken.

Wanneer een ontwerp naar een volgende fase gaat, is het goed om te evalueren. Niet alleen op procesmatige aspecten, maar ook zeker op kennisinhoudelijke factoren. Welke kennis is essentieel en welke kennis dient ter inspiratie? Referentieprojecten kunnen hier een rol spelen. Op welke factoren hebben zij een bijdrage kunnen leveren aan de benodigde informatie voor dit ontwerpteam? Wat waren belemmeringen en hoe zijn deze overwonnen?

Is een ontwerp eenmaal voltooid, dan kan het ook een plek krijgen op de platformen die data en projecten verzamelen om een overzicht te bieden van circulaire ontwerpen. Te denken valt aan de websites van RVO, de Dutch Green Building Council (DGBC), Circulaire Stad en CB-NL. Deze websites hebben elk hun eigen randvoorwaarden, criteria en richtlijnen om projecten te documenteren.

Kennis over projecten documenteren

Het verdient aanbeveling om een circulair ontwerp- en bouwproject te documenteren op de volgende aspecten:

- Ontwerpen: Beschikbaarheid materialen en producten, projectvoorbeelden en referenties, bouwtechniek
- Toetsen, wetgeving: Compliance voor directe inzet van hergebruikte en nieuwe materialen en producten, (juridische) flexibiliteit in functionaliteit en aanpasbaarheid, beschikbare toetsingsmodellen en benodigde input daarvoor:
- Financieren: Nieuwe financieringsmodellen en afschrijvingsmethoden, belastingstelsel, leasecontracten
- Meten, certificeren, vastleggen (paspoort) > Richtlijnen, aanbieders en adviseurs, kosten
- Bemiddelen: Risico- en winstverdeling in keten en tussen opdrachtgever en opdrachtnemer
- Verzekeren: Garantiebepalingen en –voorwaarden, looptermijnen, verantwoordelijkheidsbepalingen
- Onderhouden: Monitoren en technologie, onderhouds- en aanpasbaarheidsscenario's, gebouwbeheersmodellen, marktpartijen voor planmatig onderhoud



Bij documentatie en publicatie van (gerealiseerde) projecten op de eigen website (en social media) is het belangrijk om concrete informatie over de cruciale beslissingen in het circulair ontwerpproces te verstrekken. Links naar kennisbronnen en adviserende instanties zijn daarbij van grote waarde. Een inventarisatie van de projectpartners, de gebruikte materialen en producten verdient aanbeveling. Een dergelijke documentatie kan ook voor (potentiële) opdrachtgevers interessant zijn, omdat het aangeeft dat er al een gerede hoeveelheid kennis over circulair ontwerpen binnen de organisatie aanwezig is.

Zoals in [paragraaf 6.2.1](#) al is aangegeven, heeft het onderwijs (op mbo, hbo en wo-niveau) behoefte aan informatie uit de praktijk van het circulair ontwerpen. Het onderwijs kan vervolgens de opgedane kennis overbrengen aan een nieuwe generatie bouwprofessionals.

Vindbaarheid van kennis

Op dit moment zijn de kennisbronnen op het gebied van circulair ontwerpen heel divers. Vele partijen bieden informatie, al dan niet vanuit een commercieel oogpunt. Ook wordt door verschillende partijen binnen de overheid en bouw kennis over circulair ontwerpen (en bouwen) aangeboden. Deelnemers aan ontwerpteams doen er verstandig aan om zoveel mogelijk bronnen te kennen en te raadplegen om voor een circulaire opgave goed beslagen ten ijs te kunnen komen.

Aandachtspunten

- Leer en doceer: kennisoverdracht op het gebied van circulair ontwerpen is een taak voor elke bouwprofessional. Met elk stukje overgedragen kennis krijgt de circulaire transitie een impuls. De verantwoordelijkheid om kennis over te dragen ligt niet alleen bij overheid, onderwijsinstellingen en brancheverenigingen, maar ook bij de praktijk.

- Maak binnen het ontwerpteam afspraken over het publiceren van (circulaire) projecten, processen en de geleerde lessen. Stel de binnen het ontwerpteam opgedane kennis over circulaire ontwerpen beschikbaar aan collega's, onderwijsinstellingen en andere partijen binnen de bouwbranche.
- Een uniforme toetsing van de (mate van) circulariteit van verschillende praktijkvoorbeelden/ ontwerpen/ producten en materialen/ informatiebronnen voorkomt gekleurde informatie. De richtlijnen en strategieën in deze leidraad kunnen voor een dergelijke toetsing een handvat vormen.
- Samenwerking met internationale (Europese) partijen brengt meer kennis in de Nederlandse bouwpraktijk: op de processtappen ontwerpen, financieren en onderhouden van kennis en praktijkervaring is er nog veel kennis uit te wisselen. Dit kan via online platforms en evenementen.
- Creëer een zichtbaar en toegankelijk netwerk van koplopers en (wandelede) kennisbronnen op het gebied van circulair ontwerpen en gerelateerde onderwerpen. Niet alleen binnen de eigen organisatie, maar ook op het niveau van brancheverenigingen, collectieven en in de industrie.
- Pas afgestudeerden met een parate kennis op het gebied van circulair ontwerpen en bouwen kunnen worden ingezet om de transitie in (grotere) organisaties te stimuleren.



7. Resultaten, aanbevelingen en vervolgstappen

7.1 Resultaten

Deze leidraad biedt, voor wie met circulair ontwerpen aan het werk gaat, inzicht in zes ontwerpstrategieën. Voor de uitwerking van circulaire ontwerpprojecten is een kompas ontwikkeld dat per ontwerpstrategie een ecosysteem formeert. Het kompas is ontwikkeld om een compleet overzicht van actoren te geven die invloed op het ontwerpproces kunnen uitoefenen. Dit kompas visualiseert daarmee de gezamenlijke richting van circulaire ambities. Daarnaast introduceert de leidraad een circulair businessmodel canvas. Dit is een hulpmiddel voor het beschrijven van het realiseren van kringlopen bij circulair ontwerpen. Verder blijkt dat actoren bij ontwerpprojecten verschillende informatiebehoeften hebben. Een informatiebehoeftematrix maakt dit per actor inzichtelijk.

Het succes van een ontwerptraject wordt in hoge mate bepaald door de randvoorwaarden in het voortraject. Er zijn nogal wat inputfactoren die dit proces kunnen beïnvloeden. Om dit voor het ontwerpteam op een handzame wijze inzichtelijk te maken is voor deze leidraad de randvoorwaarden checklist samengesteld. Daarnaast spelen er in het natraject ook de nodige factoren. Deze zijn vastgelegd in het implementatieplan natraject.

7.2 Aanbevelingen

- De strategie “Ontwerpen voor reductie van levenscyclus-impact” is er een die naast de andere strategieën moet worden gebruikt. Dit om de resultaten van ontwerpkeuzes met betrekking tot andere strategieën regelmatig te toetsen. Het is daarom nodig om de positie van deze strategie ten opzichte van de andere ontwerpstrategieën in een volgende versie van deze leidraad te heroverwegen.
- Het prioriteren van ontwerpstrategieën binnen een ontwerpproject is in deze leidraad nog niet aan de orde gekomen. Er bestaan meerdere modellen die een hiërarchie voorstellen voor het aanbrengen van focus of concrete maatregelen. Een voorstel hoe ontwerpteams prioriteiten kunnen stellen, is een welkome toevoeging voor een volgende versie van deze leidraad.
- Het is nodig het onderwerp koestering in de ontwerpstrategie ‘Ontwerpen voor toekomstbestendigheid’ uit te werken met concrete toepassingen en het meten ervan.
- Bestaande rollen vereisen mogelijke nieuwe competenties. Deze nieuwe competenties leiden tot nieuwe samenwerkingen die het best door een circulariteitsmanager kunnen worden begeleid. Zo’n circulariteitsmanager moet deel uitmaken van een ontwerpteam.
- In hoofdstuk 6 is niet altijd het duidelijke onderscheid gemaakt tussen de B&U en GWW sectoren. Vaak krijgt in de tekst de B&U sector, onterecht, de meeste aandacht. Het is aan te bevelen om ook voor de GWW het hoofdstuk nog completer te maken. Enkele voorbeelden van randvoorwaarden die betrekking hebben op de GWW sector, maar nog niet dieper zijn uitgewerkt:



- Tussenopslag van bouwstoffen via Grondbanken
- Circulair omgaan met bulkstoffen, partijkeuringen en aantoonbaarheid van de oorsprong (waar bewaar je het objectpaspoort bij een weg of kademuur? Hoe kan je tijdens demontage in het veld de afbakeningen van deelleveringen/-partijen herkennen?)
- Hoe betrek je de facility management/beheerder bij het Circulair Ontwerp van GWW-werken en hoe instrueer je de beheerder voor het vervolg?
- Welke impact van circulaire ontwerpkeuzes is acceptabel op de (garantie voor) beschikbaarheid, bedrijfszekerheid en hinder(beleving) door o.a. onderhoud, zowel voor de objecteigenaar als voor de omgeving?
- Met betrekking tot het onderwijs richt de leidraad zich vooral op het hoger onderwijs. Er ligt echter een enorme kans op het middelbaar en praktijkonderwijs (mbo), waar via de diverse roc's mogelijkheden liggen om circulair bouwen verder te brengen. Dit staat wellicht wat verder af van circulair ontwerpen, maar verdient binnen het brede CB'23 platform een plek. Denk bijvoorbeeld aan het initiatief 'Circular Skills' van Leren voor Morgen (zie www.lerenvoormorgen.org/wat-we-doen/circular-skills).
- In de leidraad worden de verschillende rollen van de overheid toegelicht waarbij de wetgeving uitvoerig is uitgewerkt. Er is echter minder onderscheid gemaakt naar het schaalniveau en het verschil van de centrale overheid en de decentrale overheid (gemeenten, provincies, waterschappen). Terwijl daar toch grote verschillen zijn in aanpak en verantwoordelijkheid rondom circulair bouwen.

7.3 Vervolgstappen

Naar ons idee stippelt de leidraad een helder pad op weg naar een brede toepassing van circulair ontwerpen. Het testen van deze ontwerpstrategieën in realistische ontwerpprojecten is echter een belangrijke vervolgstap. Praktijkervaringen zijn waardevol en moeten worden teruggelegd bij CB'23 zodat deze in een volgende versie van de Leidraad Circulair ontwerpen kunnen worden verwerkt.

De leidraad laat tevens zien dat circulair ontwerpen een andere wijze van samenwerken vergt. Onderzoek naar het optimaliseren van de samenwerking tussen alle betrokkenen kan zinvolle informatie opleveren. In het verlengde daarvan geldt dat ook voor de randvoorwaarden voor het toepassen van circulair ontwerpen.



Totstandkoming

Platform CB'23

Platform CB'23 is door Rijkswaterstaat, het Rijksvastgoedbedrijf, De Bouwcampus en NEN (Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut) in 2018 opgezet met als voornaamste doel de transitie naar een circulaire bouwsector te versnellen.

Zoals in het begin van deze leidraad is aangegeven, speelt de bouw een belangrijke rol in de transitie naar een circulaire economie. De werkzaamheden van het platform vinden plaats in samenhang met het nationale uitvoeringsprogramma, het Transitieteam en Transitiebureau Circulaire Bouweconomie. Daarmee is ook een link gelegd met de Bouwagenda.

Hoe de transitie naar een circulaire bouw er precies gaat uitzien, is nog onbekend. Het is een zoektocht van de bouwsector als geheel. De totstandkoming van deze leidraad is daar een goed voorbeeld van.

Totstandkoming leidraad Circulair ontwerpen

Aan de totstandkoming van deze leidraad en de leidraad *Circulair inkopen* is sectorbreed gewerkt. Hiervoor heeft NEN zogenoemde actieteams geformeerd. Op een oproep om aan deze actieteams deel te nemen heeft zich een groot aantal bedrijven en organisaties aangemeld. De selectie van de deelnemers is gedaan op basis van diversiteit van disciplines en invalshoeken.

Vervolgens zijn vanuit de actieteams werkgroepen geformeerd. Deze werkgroepen hebben elk één onderdeel van de leidraad met elkaar uitgediept.

Voor deze leidraad zijn dat de volgende werkgroepen:

- Circulaire ontwerpstrategieën;
- Rollen en samenwerking;
- Randvoorwaarden Circulair ontwerpen.

Telkens wanneer de leidraad een nieuwe fase bereikte, hebben de werkgroepleden aan de actieteamleden de uitkomsten gepresenteerd. Tijdens deze gezamenlijke (digitale) sessies konden de actieteamleden feedback geven op het werk van de werkgroepleden. Deze wijze van werken zorgt voor een draagvlak.

De online startbijeenkomst voor de totstandkoming van de leidraad had plaats op maandag 5 oktober 2020. In totaal kwam het actieteam vier keer bij elkaar. De werkgroepen zijn ook meerdere keren digitaal bij elkaar gekomen.

Begeleidingsteam

Om een en ander in goede banen te leiden heeft Platform CB'23 een begeleidingsteam geformeerd. Dit begeleidingsteam werd gevormd door een voorzitter, coördinator, werkgroepentrekkers, werkstudent en een rapporteur. De voorzitter leidde de bijeenkomsten van het actieteam en de werkgroepen. De coördinator namens NEN zorgde ervoor dat alle bijeenkomsten voorspoedig verliepen en bewaakte de voortgang van de leidraad. De werkstudent van NEN maakte de verslagen van de bijeenkomsten en assisteerde waar mogelijk de coördinator en rapporteur. De taak van de rapporteur was om de informatie die de werkgroepleden en de werkgroepentrekkers aandroegen, tot een toegankelijk en leesbaar geheel te maken.



Leidraad in de consultatieronde

Op het moment dat de leidraad voor tachtig procent gereed was, is deze openbaar gemaakt. Op de site van Platform CB'23 werd de 'tachtigprocentversie' met een kort introductiefilmpje ingeleid. Iedereen kon deze versie downloaden en vervolgens feedback geven. Het actieteam heeft ongeveer 400 commentaren van zo'n vijftig organisaties ontvangen.

Nadat de consultatieronde was beëindigd, hebben de werkgroepleden de feedback besproken en deze waar nodig in de leidraad verwerkt. Inzenders die in de uiteindelijke leidraad niet kunnen zien wat met hun feedback is gebeurd, kunnen hierover bij Platform CB'23 informatie opvragen.

Afstemming leidraad met het andere actieteam

Parallel aan de werkzaamheden van het actieteam Circulair ontwerpen is ook het actieteam Circulair inkopen aan de slag gegaan. De structuur en planning van het actieteam Circulair inkopen is vergelijkbaar met die van Circulair ontwerpen. Gedurende de totstandkoming van deze leidraad is er een aantal afstemmingsmomenten geweest, waarin de beide actieteams op de hoogte van elkaars werkzaamheden zijn gebracht.



Leden actieteam 2020-2021

De volgende organisaties waren lid van het actieteam 2020-2021:

ABT	DCBAdvies	Hunter Douglas
Alba Concepts	de Architecten Cie.	IB Amsterdam
Anteagroup	De Mar Block2Build	iCircl
Arcadis	DGMR	In the middle of our street
Atelier Wouterszoon	Dutch Green Building Council	Inbo
AtLaywers	Emile Quanjel ontwerp & ontwikkeling & onderzoek	ipv Delft
Ballast Nedam Infra Projects	EPEA	ISSO
BAM Infra	GAAGA Architectural Design and Engineering	Janssen de Jong Bouw
Beelen NEXT	Gemeente Rotterdam	Knauf
Betonhuis	Gemeente Utrecht	KNB
BIM optimaal	HAN	Kuijpers
BLM Wegenbouw	Heijmans	KWS Infra
Boskalis	HEVO	Lagemaat Sloopwerken
Bouwen met Staal	Hogeschool Utrecht	Lksvdd architecten
Brink	Horizon Flevoland	Mandel Circular Buildings
Buro BOOT	Horizon Projecten	MaterialMatchMaker
Buurman materialen en werkplaats		Merosch



NEN	Sloopcheck	Universiteit Utrecht
Nieman Raadgevende Ingenieurs	Smart Building Design	Valstar-Simonis
Ooms architecten	Stabilitas	VAN PELT ARCHITECTEN
Pieters Bouwtechniek	Stichting W/E adviseurs	Venus Architects
Popma ter Steege Architecten	Studio DVK	Vereniging Kunststof Gevelementenindustrie
ProRail	StudioR	Waterschap Drents Overijsselse Delta
Provincie Zuid-Holland	TABS Holland	W-E Adviseurs
Rijksvastgoedbedrijf	TNO	Wearearchitects
Saxion-Lieverse	TU Delft	Witteveen+Bos
Schijf Groep	Universiteit Twente	



Bijlage I

Uitgebreid overzicht van rollen en competenties

(in aanvulling op paragraaf 5.2.2)

Tabel I3 – Rollen en competenties initiatiefnemers

Rollen	Omschrijving	Nieuw in circulair proces
Investeerder/Belegger	Belegt in ontwikkeling van bouwwerken voor verkoop of verhuur	Heeft belang en aandeel in een gebiedsontwikkeling en de courantheid van het vastgoed, welke wordt beïnvloed door mogelijkheden voor functieveranderingen of eenvoudige aanpasbaarheid.
Ontwikkelaar	Ontwikkelt of koopt een bouwwerk voor verkoop of verhuur	Ontwikkelt en koopt in op optimale kwaliteit, niet op laagste prijs, op basis van nieuwe businesscases waarin materiaal, milieu en waarde beschermd worden en leiden tot een nieuw verdienmodel, waar het onderpand in waarde toeneemt door stijgende materiaal- en milieuwaarde los van de vastgoedwaarde. Mogelijk nieuwe competenties om bouwwerkoverstijgend te kunnen ontwikkelen.
Opdrachtgever privaat	Ontwikkelt of koopt een bouwwerk voor eigen privaat gebruik	
Opdrachtgever professioneel	Ontwikkelt of koopt een bouwwerk voor eigen professioneel gebruik	
Opdrachtgever overheid	Ontwikkelt of koopt een bouwwerk voor publiek gebruik	
Directievoerder	Is verantwoordelijk voor de vastgelegde kwaliteit en bewaakt voortgang, planning, budget en veiligheid	Bewaakt de circulaire ambities en is daarbij verantwoordelijk voor technische realisatie tijdens de uitvoering en financiële integratie in de budgetten.
Financier	Financiert en verstrekt krediet voor beleggers, ontwikkelaars, private,	Dient het belang van de restwaarde te vertegenwoordigen, welke positief beïnvloed kan worden middels bijvoorbeeld demontabele



	professionele of publieke opdrachtgevers, waarbij hun risicoprofiel wordt gedekt door de waarde van het onderpand dat is gebaseerd op asset-value	componenten van een gebouw. Verleent geld onder voorwaarde van los van vastgoedwaarde stijgende materiaalwaarde. Moet de adaptieve waarde van een bouwwerk voorspellen en financieel afwegen. Genereert mogelijk nieuwe competenties om bouwwerkoverstijgend te kunnen ontwikkelen. Ondersteunt de initiatiefnemer(s) in het opstellen van nieuwe businesscases, met daarin borging van materiaal, impact op milieu en waardecreatie en -behoud.
Bewoner/gebruiker	Gebruikt, huurt of koopt een te ontwikkelen bouwwerk	Betrekt functionele eisen in initiatief- en ontwerpfase om waardecreatie te verhogen. Ontvangt daarvoor functioneel passender of flexibeler project terug. Professionele vertegenwoordiging van de bewoner/gebruiker in het ontwerpteam is mogelijk een nieuwe rol of competentie.

Tabel 14 – Rollen en competenties adviseurs

Rollen	Omschrijving	Nieuw in circulair proces
Technisch adviseur (architecten, ingenieurs, installateurs)	Vertaalt door ontwerp de gestelde eisen naar uitvoerbare varianten, bijvoorbeeld een gebouw- of infrastructuur ontwerp	Ontwerpt integraal op basis van bestaande circulaire methodes modulair, de- en remontabel in overleg met onderaannemers, voorspelt adaptiviteit en geeft rekenschap over oorsprong en voortbestaan van materiaal.
Financieel adviseur (kostenramer)	Bewaakt het budget van het te realiseren bouwwerk	Integreert de realisatiekosten met de budgetten voor hergebruik, exploitatie en toekomstige restwaarde. Met name raming van kosten en opbrengsten van toekomstige exploitatie anders dan waar primair voor gebouwd is en restwaardebepaling zijn nieuwe competenties in een circulair project. Voorziet projecten van nieuwe vormen van handel en leasemogelijkheden van (secundaire) materialen en producten.



Procesadviseurs (projectmanagers, procesmanagers, asset-management adviseurs, bemiddelaars)	Bewaakt de planning van het proces	Stemt vraag en aanbod van noodzakelijke en beschikbare materiaal- en productstromen met elkaar af en zorgt voor tijdige levering en/of aanbod van secundair materiaal. Een nieuwe rol is de bemiddelaar. De bemiddelaar zorgt in het complexe veld van verschillende inhoudelijke en fasegerelateerde belangen winst- en risicoverdeling tussen de opdrachtgevende en -nemende partijen te nivelleren voor het gemeenschappelijke belang.
Circulariteitsmanager	Is verantwoordelijk voor het circulariteitsteam en stuurt actoren uit het ontwikkelteam (initiatief, ontwerp en uitvoering) aan op de circulariteitsdoelstellingen van het project	Borgt circulariteit in het project. Coördineert de inhoudelijke keuze voor circulaire strategieën en borgt de afweging tussen de bescherming van materiaal, milieu en waarde. Heeft zitting in het managementteam van het project.
Inkoopadviseur	Adviseert in manier van inkoop en begeleidt het inkoopproces voor de opdrachtgever	Koopt in voor opdrachtgever. Borgt de toepassing van een circulair businessmodel (bouwwerk overstijgend).
Milieuadviseur (ecologen, biologen, toxicologen, LCA-adviseur)	Adviseert ontwerpteam op milieu-impact	Identificeert milieugerichte waarden, vertaalt deze naar financiële waarden en integreert deze in de businesscase.
Maatschappelijk adviseur (antropologen, sociologen)	Adviseert initiatiefnemers en ontwerpteam op maatschappelijke impact	Identificeert maatschappelijke waarden, vertaalt deze naar financiële waarden en integreert deze in de businesscase.
Kaderadviseur (juridisch-, financieel- en verzekeringsadviseurs)	Adviseert initiatiefnemers en ontwerpteam op juridische, financiële en verzekerings- technische aspecten	Ontwikkelt adviezen, modellen en randvoorwaarden ter ondersteuning van borging van materiaal, impact op milieu, waardecreatie en waardebehoud.
Dataminer (digitaliseerder)	Verzamelt gedetailleerde data over bestaande bouwwerken	Verhoogt kans op hergebruik van bouwwerken of delen in combinatie met adviesdiensten voor bijvoorbeeld (rest)waardebepaling. Worden idealiter door het ontwikkelteam vanaf de initiatieffase geraadpleegd om zo goed mogelijk inzicht te krijgen in kansrijke circulaire



		ontwikkelingen. Kan ook uitgevoerd worden door sloopbedrijven of door gespecialiseerde materiaalhandelaars (zie uitvoerders).
Materiaalpaspoortadviseur	Verstrekt en verleent advies op het verkrijgen van een materiaalpaspoort	Ondersteunt uitvoerders en ontwerpers bij materiaal en bouwmethodiekkeuze in het markeren en voorzien van informatie, die naast realisatie ook exploitatie en hergebruik van het bouwwerk op een zo hoog mogelijk niveau mogelijk maakt.

Tabel 15 – Rollen en competenties uitvoerders

Rollen	Omschrijving	Nieuw in circulair proces
Aannemer	Realiseert het te ontworpen bouwwerk binnen een vooraf vastgestelde tijd en financieel budget	Integreert, bemiddelt, assembleert en neemt verantwoordelijkheid voor de samenvoeging van verschillende materialen en producten tot een bouwwerk, wiens bouwmethode is afgestemd op de verschillende levensduren. Presteert op basis van kwaliteitsafspraken. Wordt idealiter vanaf ontwerpfasen aangesteld om zijn bijdrage te leveren op uitvoerbaarheid en betaalbaarheid in het ontwerpproces.
Leverancier	Levert de benodigde elementen voor een bouwwerk	Biedt producten aan voor een bepaalde gebruiksduur, draagt mede zorg voor het verwijderen en hergebruiken van het eigen product in een opvolgende cyclus en vult zijn aanbod aan met refurbished producten.
Producent	Produceert grondstoffen, materialen, producten en bouwelementen voor een bouwwerk	Werkt samen met de leveranciers in het terughalen en hergebruiken van eigen bouwelementen, producten, materialen en grondstoffen. Naast nieuwe producten zal het werk steeds verder worden uitgebreid met refurbishment van bestaande bouwonderdelen. Een nieuwe competentie die zal ontstaan is het keuren van bestaande producten voor nieuwe certificering en hergebruik.



Beheerder (Onderhoudspartijen)	Is verantwoordelijk of biedt (externe) service aan voor onderhoud van een bouwwerk	Werkt samen met leveranciers, aannemers en/of adviseurs om de levens- en gebruiksduur van een bouwwerk te verlengen of herbruikbaar te houden of de delen ervan tussentijds vervangbaar te maken.
Sloopbedrijf (Materiaal- / productminers)	Ontmantelt en verwijdt bestaande grondstoffen, materialen, producten en bouwelementen dusdanig voor hergebruik	Delft of oogst materiaal en producten uit bestaande (meestal niet circulair ontworpen) bouwwerken dusdanig dat ze hoogwaardig hergebruikt kunnen worden. Via afspraken met architecten, aannemers, producenten en leveranciers kunnen zij mogelijk ook een rol spelen in het toekomstig delven uit nieuwe circulair ontworpen bouwwerken.
Materiaalhandelaar	Biedt opslagcapaciteit en handelt in secundair materiaal	Biedt opslag voor toekomstig vrijkomende producten en materialen voor hergebruik in samenwerking of in concurrentie met leveranciers, producenten of materiaal- / productminers aan. Zorgt aanvullend voor de logistieke verdeling van her te gebruiken materiaalstromen. Een mogelijke nieuwe rol zou een alomvattend portaal met alle initiatieven van materialenplatformen zijn, al dan niet samengaan met opschaling van bouw hubs. Mogelijk ook refurbishment.
Leasemaatschappij (materiaal en producten)	Biedt tijdelijk gebruik van (nieuwe) circulaire materialen en producten in samenwerking met of voor producenten en leveranciers van herbruikbare bouwelementen, producten, materialen en grondstoffen	Informeert en ondersteunt op actieve wijze beleggers, financiers en kostenramers over mogelijkheden van leaseproducten vanwege de relatief nieuwe vorm van dienstverlening.
Verzekeringsmaatschappij	Verzekert bouwwerken in de gebruiksfase	Biedt in samenwerking met aannemers, leveranciers en producenten verzekeringsproducten aan die het gebruik van secundaire materialen, producten en bouwelementen integreer- en uitvoerbaar maken.



Tabel 16 – Rollen en competenties Controleurs

Rollen	Omschrijving	Nieuw in circulair proces
Regelgever	Ontwikkelt waarderings- en beoordelingssystemen	Ontwikkelt systemen en hulpmiddelen voor generieke waardering van secundair materiaal door standards, labels, keurmerken of afwijkingsmarges vast te leggen, in regelgeving te integreren en voor materiaalhandelaars toepasbaar te maken.
Regelgeving controleur	Controleert op minimale wettelijk eisen. Verleent vergunningen	Stelt wet- en regelgeving op die hergebruik van bestaande gebieden en bouwwerken en nieuwe circulaire ontwikkeling stimuleert en faciliteert, door middel van beloning van circulaire en beboeten van lineaire ontwikkelprocessen. Breidt gelijkwaardigheid uit voor niet gestandaardiseerde vergunningstrajecten. Anticipeert met dynamische bestemmingsplannen op adaptiviteit van bouwwerken.
Certificeerder	Certificeert materialen, producten en bouwelementen	Certificeert ook secundaire materialen, producten en de demontage en herbruikbaarheid van bouwelementen in een opvolgende cyclus. Heeft hiervoor overeenstemming nodig met producenten, leveranciers, aannemers, onderhoudspartijen en verzekeringsmaatschappijen.
Prestatie Conctroleur (Circulair)	Meet prestaties op het gebied van milieu, constructie, levensduur, energie, veiligheid en bouw fysiek	Meet prestaties op het niveau van materiaal-, milieu- en waardebescherming. Schat prestaties in op basis van ontwerp. Zorgt voor relatie tussen digitaal-fysieke werkelijkheid. Stelt prestaties vast na oplevering bouwwerk, op (meer)jaarlijkse basis tijdens gebruik en na transformatie of verwijdering. Monitort na afloop van de verschillende fases.



Bijlage II

Projectoverwegingen per strategie

(Uitbreiding projectoverwegingen in paragraaf 5.4 van deze leidraad)

We zetten de ontwerpstrategieën op een rij met overwegingen die kunnen leiden tot het benoemen van een actor in het ecosysteem. De overwegingen hebben zowel hun grond in de fase vóór de ontwerpfase als in de fase na de ontwerpfase. De opsomming van overwegingen is uitvoerig, maar niet uitputtend. Als er in een brainstorm andere niet benoemde overwegingen zijn, kunnen die worden toegevoegd en een basis vormen voor het uitnodigen van een specifieke actor.

Ontwerpen voor preventie

Deze ontwerpstrategie is gericht op het voorkomen van het gebruik van producten, elementen of materialen door van de ontworpen functie af te zien of die door een radicaal andere oplossing te leveren. Deze strategie is vooral toepasbaar op de fase vóór de ontwerpfase: de initiatieffase. Het is een strategie om bewustzijn te creëren bij een potentiële opdrachtgever voor het al dan niet te nemen initiatief. Een sluitende businesscase is dan niet altijd het bevredigende antwoord. Goed contact met de voorziene gebruikers kan hier extra inzicht in geven.

Projectoverwegingen voor het ecosysteem:

- Toets de vraag naar een nieuw bouwwerk met radicale andere oplossingen die minder nieuwbouw vragen.
- Onderzoek of er een-op-een een ander bouwobject (gebouw/skelet) beschikbaar is dat kan gaan voldoen.

- Maak ruimtelijk en functionele analyses van bestaande bouwwerken op nieuwe functies.

Ontwerpen voor reductie van levenscyclusimpact

Ook tijdens het ontwerpproces blijft preventie een zinvolle strategie om toe te passen, vanaf hier wordt het reductie genoemd. De onderlinge samenwerking moet vooral plaatsvinden tussen bouwteam, producent en beheerder. Met, ongeacht de keuze zelf, de nadruk op vermindering van materiaalgebruik zonder kwaliteitsverlies op termijn. Een voorbeeld is het architectonisch ontwerp van een gebouw dusdanig vormgeven dat er stevig kan worden gesneden in het installatieontwerp.

Projectoverwegingen voor samenstelling van het ecosysteem:

- Specificeer ontwerpuitgangspunten en materiaalkeuze vanuit schaarste en CO₂-voetafdruk en niet vanuit een klantvraag.
- Kwantificeer de milieu-impact van verminderd materiaalgebruik ten opzichte van de financiële nadelen.
- Beloon (in de uitvraag) het minimaliseren van materiaalgebruik.

Ontwerpen met secundaire grondstoffen

Ontwerpen met gebruik van secundaire grondstoffen doelt op het gebruik van grondstoffen/producten uit secundaire stromen. Een ontwerpopgave die gericht is op gebruiksvermindering van grondstoffen, vraagt om kwalitatief **hoogwaardig hergebruik** van bouwwerken en producten (10R) en om kwantitatieve toename van secundaire grondstoffen in de producten.



Projectoverwegingen voor samenstelling van het ecosysteem:

- Specificeer ontwerpuitgangspunten en materiaalkeuze vanuit schaarste en CO₂-voetafdruk en niet vanuit een klantvraag.
- Ontwerp aanbodgericht, met in bouwwerken geborgen materialen of producten (doen met wat er is) en niet vraaggericht met nieuw te maken materialen of producten (alles wat je wil kan).
- Creëer een informatiestroom waarin voldoende inzicht is in de beschikbare secundaire materialenstromen.
- Verzeker je van de benodigde constructieve en bouwfysische validatie en certificering van toepassingen van gerecycled, secundair en biobased materiaal. Welke partijen en volgens welke normen kunnen deze materialen, producten, gebouwdelen (opnieuw) worden gevalideerd of gecertificeerd?
- Vermijd sloopprocessen van het eventuele bestaande object of delen ervan, maar zet in op demontage en hergebruik van de bestaande materialen en producten.
- Voorzie in opslag en distributiefaciliteiten voor eigen overbodig of gedemonteerd materiaal en gedemonteerde producten.
- Zet in op uitbreiding van het productenaanbod met refurbished producten.
- Beloon (in de uitvraag) het minimaliseren van materiaalgebruik.

Ontwerpen met hernieuwbare grondstoffen

Ontwerpen met hernieuwbare grondstoffen doelt op het gebruik van niet alleen grondstoffen, materialen en producten, maar ook energie en water uit (deels) hernieuwbare stromen met een verantwoorde bron (bijvoorbeeld FSC/PEFC). De ontwerpopgave moet gericht zijn op scheiding en vermindering van toxische en technische onderdelen binnen producten van hernieuwbare materialen. Ook ligt er een belangrijke opgave in de verbetering van de bouwfysische eigenschappen, zoals

brandwerendheid, brandbaarheid, akoestiek en bouwfysica voor dit soort nieuwe materialen.

Projectoverwegingen voor samenstelling van het ecosysteem:

- Creëer een ontwerp dat technisch en geometrisch kan worden gebouwd met hernieuwbare producten en materialen.
- Ontwerp in harmonie met het verkozen materiaal of product, zodat de toepassing van het materiaal of product logisch wordt.
- Verzeker je van de volledige prestatie en certificering van een nieuw hernieuwbaar product op het gebied van brandwerendheid, onbrandbaarheid, akoestiek en bouwfysica.
- Benut zo veel mogelijk lokaal beschikbare grondstoffen.

Ontwerpen voor toekomstbestendigheid

Ontwerpen voor een lange cyclus doelt op het verlengen van de levensduur, onderhoudsgemak en adaptiviteit van het bouwwerk. Deze ontwerpstrategie vraagt om nauwe samenwerking met beheer- en onderhoudspartijen. De onvoorspelbaarheid van toekomstige ontwikkelingen, de complexiteit van producten met verschillende gebruiksduren en de toegankelijkheid van te onderhouden en te vervangen onderdelen vragen de meeste aandacht om het behoud van functionele waarde te borgen.

Projectoverwegingen voor samenstelling van het ecosysteem:

- Betrek de gebruikers en de beheerders van het bouwwerk bij het ontwerpen.
- Voorzie in een evenwichtige betrokkenheid van bouw- en onderhoudspartijen en beheersing van het onderhoudsproces tijdens ontwerpopgave.



- Voorzie in een vroege en gelijktijdige betrokkenheid van alle co-makers van bouwdelen (producenten en leveranciers) bij het ontwerp van het eindproduct.
- Verbind een MJOP (meerjarenonderhoudsplan) en begroting, inclusief winst- en risicodeling, aan het ontwerp en de financiering hiervan.
- Neem kennis van of definieer de keuringsmethoden en -systemen om de bouwwerkwaarde tijdens de gebruiksfase en in de transitiefase te bepalen.
- Neem in een businesscase voordelen op voor een levensduurverlengend (langer dan primaire opdracht) ontwerp over tijdsperioden van 10, 20, 30 jaar of nog langer.
- Definieer de parameters om verlenging van de levensduur van het bouwwerk of delen ervan te bepalen en te verantwoorden (bijvoorbeeld flexibiliteit en adaptiviteit).
- Identificeer van tevoren eventuele toekomstige functieveranderingen en aanpassingsmogelijkheden van het bouwwerk of delen ervan.
- Hanteer het 6S-model van Steward Brand, met de aanvulling van Robert Schmidt III, zoals weergegeven in paragraaf 6.4.I van de CB'23-leidraad 'Meten van Circulariteit 2.0'.

Ontwerpen met hergebruikte objecten

Ontwerpen voor hergebruik heeft tot doel bouwwerken of delen ervan voor te bereiden op een nieuwe nader te bepalen toepassing in een nieuw bouwwerk. Een ontwerpmethodiek gericht op hergebruik moet omgaan met de tegenstrijdigheid van de- of remontabiliteit en bouw fysieke

dichtheidsprestaties zoals brand-, akoestiek- en bouw fysica-eisen. Het vormt een zoektocht op de vraag binnen welke bouwlagen meer investeringen rendabel zijn. Een grote uitdaging vormt hierbij de omgang met de verbindingen, eigenaarschappen en coördinatie van bouw delen.

Projectoverwegingen voor samenstelling van het ecosysteem:

- Ontwerp demontabel en eventueel modulair.
- Kies voor generieke en gestandaardiseerde producten en verminder specifieke en projectunieke ontwerpen.
- Betrek de producent bij het ontwerpproces voor onderhoud, hergebruik en eventueel terugname van zijn producten.
- Instrueer gebruikers en demontagepartijen voldoende voor het tegengaan van vermindering van waarde door verkeerd gebruik of foutieve demontage.
- Creëer modellen of systemen voor het monitoren van het bouwwerk en delen ervan om altijd inzicht in de restwaarde en het benodigd onderhoud te krijgen.
- Maak een risico-inventarisatie van toekomstig gebruik van de bouwwerkdelen in nieuwe cycli.
- Creëer businesscases waarin het waardebehoud (en het risico op devaluatie) van de onderdelen voor toepassing in nieuwe bouwwerken wordt meegenomen.
- Hanteer het 6S-model van Steward Brand, met de aanvulling van Robert Schmidt III, zoals weergegeven in paragraaf 6.4.I van de CB'23-leidraad 'Meten van Circulariteit 2.0'.



- Waarborg (eenvoudige) demontage van onderdelen die tot verschillende levenscycli behoren.
- Inventariseer samenwerking en co-creatie op lagenniveau (gevels/interieur/casco/installaties) met gelijke levensduur.



Bijlage III

Ecosysteemvoorbeelden

Ter illustratie van de werking van het kompas (zie [paragraaf 5.2](#)) hebben we voor drie fictieve bouwopgaven een ecosysteem ontwikkeld. Elke opgave kent een ander schaalniveau en elke opgave heeft een focus op twee van de zes ontwerpstrategieën.

Tabel 17 – Schaalniveaus

Schaalniveau	Opgave	Omschrijving	Strategie 1	Strategie 2
Gebied	Nieuwe weg en kunstwerk	Een nieuwe weg van 20 km en één nieuw kunstwerk aanleggen	Secundaire grondstoffen	Toekomstbestendigheid / koestering
Bouwwerk	Transformatie kantoor-gebouw	Transformatie van kantoor-gebouw tot woongebouw	Preventie	Hernieuwbare grondstoffen

Bouwproduct	Circulaire gevel	Een circulaire kozijnlijn	Reductie	Hergebruik
-------------	------------------	---------------------------	----------	------------

We zetten de ontwerpstrategieën op een rij, met overwegingen die kunnen leiden tot het benoemen van actoren in het ecosysteem. De overwegingen hebben zowel hun grond in de fase vóór de ontwerpfase als in de fase na de ontwerpfase. De opsomming van overwegingen is uitvoerig, maar niet uitputtend. Als er in een brainstorm andere niet benoemde overwegingen zijn, dan kunnen die worden toegevoegd en een basis vormen voor het uitnodigen van een specifieke actor.

Voorbeeld 1: Gebied – Nieuwe weg en kunstwerk

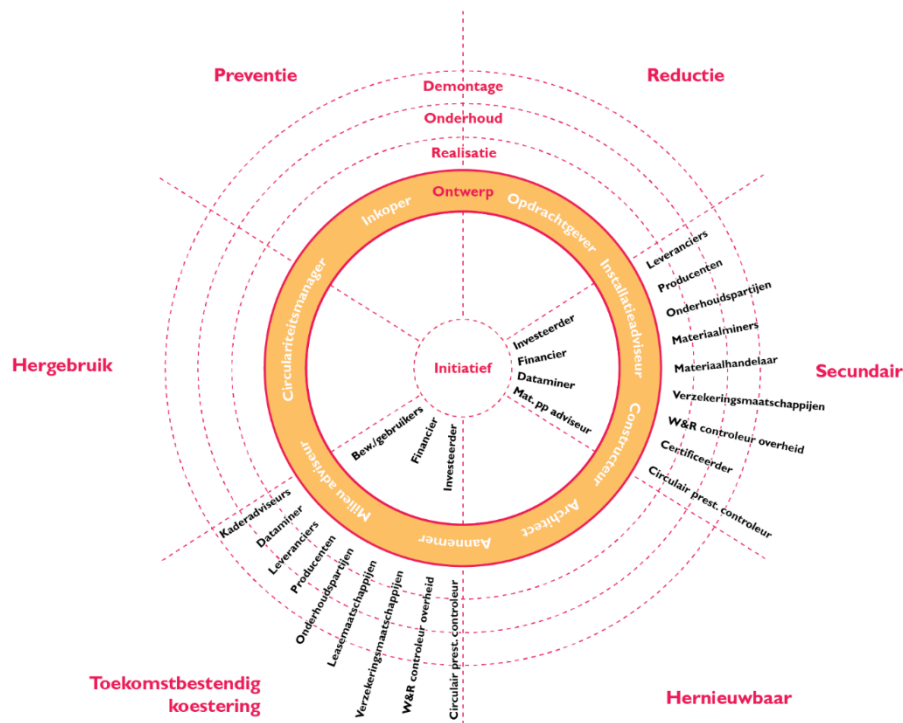
Het gaat om een nieuwe provinciale 80km-weg van 20 km lengte, inclusief één kunstwerk over het water. De weg, het kunstwerk en al het meubilair (vangrails, verlichting, verkeersborden, enz.) worden zo veel mogelijk van **secundaire grondstoffen** gemaakt. Afhankelijk van het product kan dat op basis van zowel percentage volume of gewicht als herkomst en milieu-impact worden geoptimaliseerd. De gebiedsingreep wordt **toekomstbestendig ontworpen**. Deze ingreep moet daarom niet alleen een maximale benutting van de technische gebruikscyclus hebben, maar ook een positieve (op zijn minst neutrale) bijdrage leveren aan het ecosysteem van de omgeving.

Per strategie geven we een aantal overwegingen. In een brainstorm kan het ecosysteem projectspecifiek worden gemaakt.

Ontwerpen voor gebruik van secundaire grondstoffen

Ontwerpen voor gebruik van secundaire grondstoffen doelt op het gebruik van grondstoffen/producten uit secundaire stromen. Een

ontwerpopgave die gericht is op gebruiksvermindering van grondstoffen, vraagt om kwalitatief hoogwaardig hergebruik van bouwwerken en producten (IOR) en om kwantitatieve toename van secundaire grondstoffen in de producten.



Figuur 22 – Voorbeeld van een ingevuld kompas voor opgave weg en kunstwerk

Projectoverwegingen voor samenstelling van het ecosysteem:

- Specificeer ontwerpuitgangspunten en materiaalkeuze vanuit schaarste en CO₂-voetafdruk en niet vanuit een klantvraag. Overleg als ontwerpteam met een milieuviseur, onderhoudspartijen en producenten.
- Ontwerp aanbodgericht, met in bouwwerken geborgen materialen of producten (doen met wat er is) en niet vraaggericht met nieuw te maken materialen of producten (alles wat je wil kan). Overleg als ontwerpteam met een materiaalhandelaar, materiaalminers, onderhoudspartijen en producenten.
- Creëer een informatiestroom waarin voldoende inzicht is in de beschikbare secundaire materialenstromen. Overleg als ontwerpteam met een dataminer.
- Verzeker je van de benodigde constructieve en bouwfysische validatie en certificering van toepassingen van gerecycled, secundair en biobased materiaal. Welke zijn er en volgens welke normen kunnen deze materialen, producten, gebouwdelen (opnieuw) worden gevalideerd of gecertificeerd? Overleg als ontwerpteam met een materiaalpaspoortadviseur, certificeerders en verzekeringsmaatschappijen.
- Vermijd sloopprocessen van het eventuele bestaande object of delen ervan, maar zet in op demontage en hergebruik van de bestaande materialen en producten. Overleg als ontwerpteam met landschap- en bodemadviseurs en met architecten van eventuele bestaande bouwwerken.
- Voorzie in opslag- en distributiefaciliteiten voor eigen overbodig of gedemonteerd materiaal en gedemonteerde producten. Overleg als ontwerpteam met landschapadviseurs, bodemadviseurs en materiaalhandelaren.
- Zet in op uitbreiding van het productenaanbod met refurbished producten. Overleg als ontwerpteam met producenten en leveranciers.



- Beloon (in de uitvraag) het minimaliseren van materiaalgebruik. Overleg als ontwerpteam met producenten en milieuadviseurs.

Ontwerpen voor toekomstbestendigheid en koestering

Ontwerpen voor een lange cyclus doelt op het verlengen van de levensduur, onderhoudsgemak en adaptiviteit van het bouwwerk. Deze ontwerpstrategie vraagt om nauwe samenwerking met beheer- en onderhoudspartijen. De onvoorspelbaarheid van toekomstige ontwikkelingen, de complexiteit van producten met verschillende gebruiksduren en de toegankelijkheid van te onderhouden en te vervangen onderdelen vragen de meeste aandacht om het behoud van functionele waarde te borgen.

Projectoverwegingen voor samenstelling van het ecosysteem:

- Betrek de gebruikers en de beheerders van het bouwwerk bij het ontwerpen. Laat je als ontwerpteam informeren over verwacht gebruik en intensiteit van het gebruik voor de komende jaren.
- Voorzie in een evenwichtige betrokkenheid van bouw- en onderhoudspartijen en beheersing van het onderhoudsproces tijdens ontwerp-opgave. Betrek onderhoudspartijen in het ontwerp van de weg en het kunstwerk.
- Voorzie in een vroege en gelijktijdige betrokkenheid van alle co-makers van bouwdelen (producenten en leveranciers) bij het ontwerp van het eindproduct. Organiseer regelmatig informatie en toetsmomenten met alle co-makers.
- Verbind een MJOP (meerjarenonderhoudsplan) en begroting, inclusief winst- en risicodeling, aan het ontwerp en de financiering hiervan. Overleg als ontwerpteam met financieel adviseurs en onderhoudspartijen.
- Neem kennis van of definieer de keuringsmethoden en -systemen om de bouwwerkwaarde tijdens gebruiksfase en in de transitiefase te bepalen. Overleg als ontwerpteam met circulaire prestatieadviseurs en gecertificeerden.

- Neem in een businesscase voordelen op voor een levensduurverlengend (langer dan primaire opdracht) ontwerp over tijdsperioden van 10, 20, 30 jaar of nog langer. Overleg als ontwerpteam met financieel adviseurs, verkeerskundigen en planologen.
- Definieer de parameters om verlenging van de levensduur van het bouwwerk of delen ervan te bepalen en te verantwoorden (bijvoorbeeld flexibiliteit en adaptiviteit). Overleg als ontwerpteam met circulaire prestatieadviseurs, producenten en leveranciers.
- Identificeer van tevoren eventuele toekomstige functieveranderingen en aanpassingsmogelijkheden van het bouwwerk of delen ervan. Overleg als ontwerpteam met financieel adviseurs, verkeerskundigen en planologen.
- Overleg als ontwerpteam met financieel adviseurs en onderhoudspartijen.

Voorbeeld 2: Bouwwerk – Transformatie kantoorgebouw

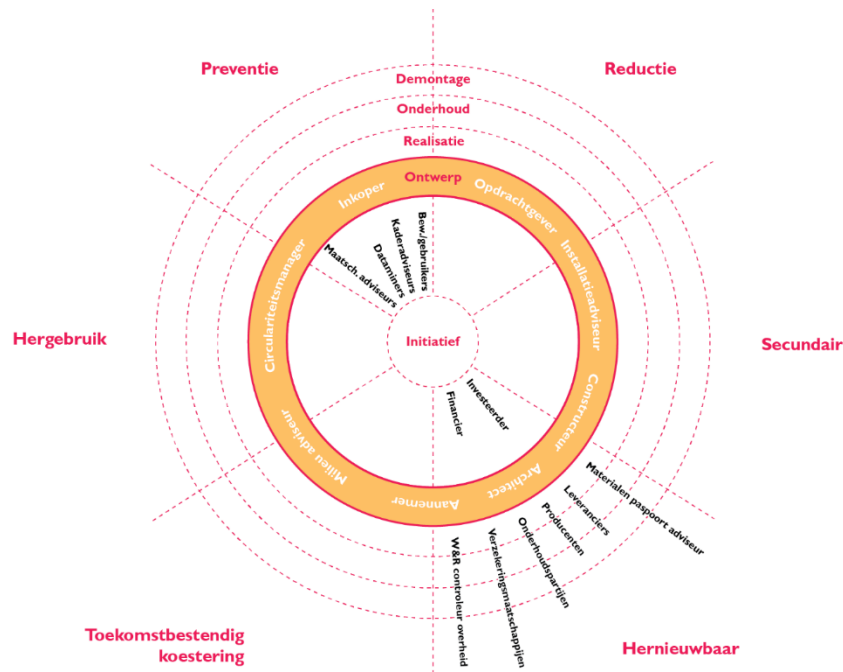
In dit voorbeeld wordt een bestaand kantoorgebouw getransformeerd tot een woongebouw. De opgave concentreert zich op de ontwerpstrategieën **preventie** en **grondstoffen uit hernieuwbare bronnen**. De vraag is om bij de ontwikkeling van het project zo veel mogelijk gebruik te maken van bestaande structuren. En waar nieuwbouw nodig is, zo veel mogelijk biobased materialen en producten in te zetten.

Per strategie geven we een aantal overwegingen. In een brainstorm kan het ecosysteem projectspecifiek worden gemaakt.

Ontwerpen voor preventie

Deze ontwerpstrategie is gericht op het voorkomen van het gebruik van producten, elementen of materialen door van de ontworpen functie af te zien of die door een radicaal andere oplossing te leveren. Dit is vooral

toepasbaar op de fase vóór de ontwerpfase: de initiatieffase. Het is een strategie om bewustzijn te creëren bij een potentiële opdrachtgever voor het al dan niet te nemen initiatief. Een sluitende businesscase is dan niet altijd het bevredigende antwoord. Goed contact met de voorziene gebruikers kan hier extra inzicht in geven.



Figuur 23 – Voorbeeld van een ingevuld kompas voor opgave transformatie kantoor

Projectoverwegingen voor samenstelling van het ecosysteem:

- Toets met technische en kaderadviseurs de vraag naar een nieuw bouwwerk met radicale andere oplossingen die minder nieuwbouw vragen.
- Onderzoek of er een-op-een een ander bouwobject (gebouw/skelet) beschikbaar is dat kan gaan voldoen.
- Maak met een technisch adviseur ruimtelijke en functionele analyses van bestaande bouwwerken op nieuwe functies.

Ontwerpen met hernieuwbare grondstoffen

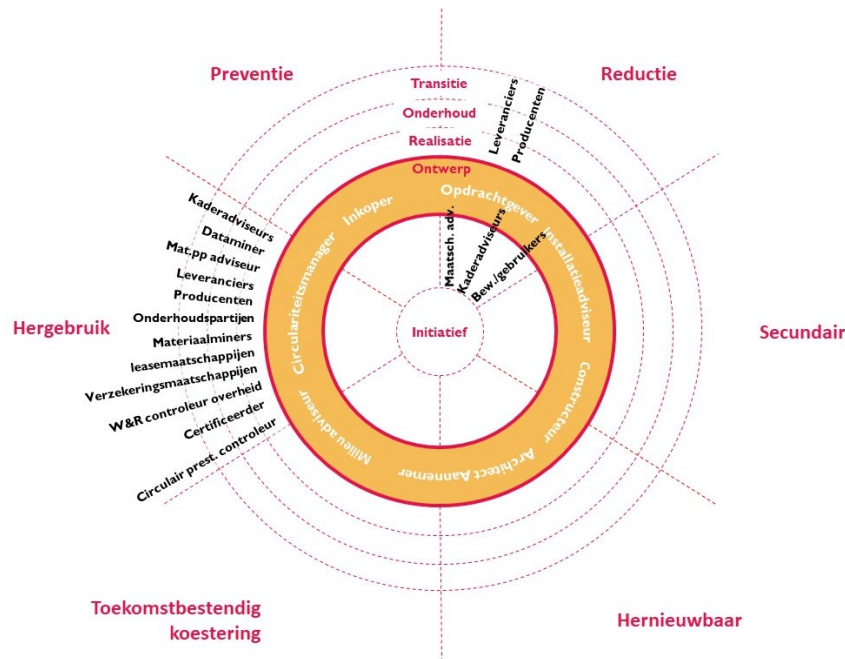
Ontwerpen met hernieuwbare grondstoffen doelt op het gebruik van niet alleen grondstoffen, materialen, producten, maar ook energie en water uit (deels) hernieuwbare stromen met een verantwoorde bron (bijvoorbeeld FSC/PEFC). De ontwerptopgave moet gericht te zijn op scheiding en vermindering van toxische en technische onderdelen binnen producten van hernieuwbare materialen. Ook ligt er een belangrijke opgave in de verbetering van de bouwfysische eigenschappen zoals brandwerendheid, brandbaarheid, akoestiek en bouwfysica voor dit soort nieuwe materialen.

Projectoverwegingen voor samenstelling van het ecosysteem:

- Creëer een ontwerp dat technisch en geometrisch kan worden gebouwd met hernieuwbare producten en materialen.
- Ontwerp samen met de producent in harmonie met het verkozen materiaal of product, zodat de toepassing van het materiaal of product logisch wordt.
- Benut zo veel mogelijk lokaal beschikbare grondstoffen en werk samen met plaatselijke producenten.
- Verzeker je van de volledige prestatie en certificering van een nieuw hernieuwbaar product op het gebied van brandwerendheid, onbrandbaarheid, akoestiek en bouwfysica. Overleg met producenten en prestatiecontroleurs.

Voorbeeld 3: Bouwproduct – Circulaire gevel

Voor de woningbouwmarkt is een leverancier van kozijnen van plan om een nieuwe kozijnlijn te ontwikkelen. De toe te passen ontwerpstrategieën zijn **reductie** (van materiaal, energie, water, milieu impact) en **hergebruik** voor een tweede cyclus. De vraag is om het kozijn als een modulaar bouwproduct te ontwerpen. De producent is van plan om aan het einde van de eerste gebruikscyclus het bouwproduct terug te nemen en, na refurbishment, in een volgende cyclus opnieuw hoogwaardig in te zetten.



Figuur 24 – Voorbeeld van een ingevuld kompas voor opgave circulaire gevel

Per strategie geven we een aantal overwegingen. In een brainstorm kan het ecosysteem projectspecifiek worden gemaakt.

Ontwerpen voor reductie van levenscyclusimpact

Niet alleen tijdens de initiatieffase, maar ook gedurende het ontwerpproces blijft preventie een zinvolle strategie om toe te passen, vanaf hier wordt het reductie genoemd. De onderlinge samenwerking moet vooral plaatsvinden tussen bouwteam, producent en beheerder. Ongeacht de keuze zelf ligt daarbij de nadruk op vermindering van materiaalgebruik zonder kwaliteitsverlies op termijn. In het voorbeeld is het ontwerp van het gevelement zo vormgeven dat de energetische en technische ambities met een minimale materiaalinzet kunnen worden behaald. Of er kan op een ander onderdeel stevig worden gesneden in bijvoorbeeld het installatieontwerp.

Projectoverwegingen voor samenstelling van het ecosysteem:

- Specificeer met de milieuadviseur ontwerpuitgangspunten en materiaalkeuze vanuit schaarste en CO₂-voetafdruk en niet vanuit een klantvraag.
- Kwantificeer met de maatschappelijk adviseur milieu-impact van verminderd materiaalgebruik ten opzichte van de financiële nadelen.
- Beloon als opdrachtgevende partij (in de uitvraag) het minimaliseren van materiaalgebruik.

Ontwerpen met hergebruikte objecten

Ontwerpen voor hergebruik heeft tot doel bouwwerken of delen ervan voor te bereiden op een nieuwe nader te bepalen toepassing in een nieuw bouwwerk. Een ontwerpmethodiek voor een circulaire gevel gericht op hergebruik moet omgaan met de tegenstrijdigheid van de- en remontabiliteit en bouwfysische dichtheidsprestaties zoals brand-, akoestiek- en bouwfysica-eisen. Het vormt een zoektocht op de vraag binnen welke bouwlagen meer investeringen rendabel zijn. Een grote



uitdaging vormt hierbij de omgang met de verbindingen, eigenaarschappen en coördinatie van bouw(onder)delen.

Projectoverwegingen voor samenstelling van het ecosysteem:

- Ontwerp demontabel en eventueel modulaair, kies voor generieke en gestandaardiseerde producten en verminder specifieke en projectunieke ontwerpen. Betrek producenten en onderhoudspartijen hierbij.
- Betrek de producent bij het ontwerpproces voor onderhoud, hergebruik en eventueel terugname van zijn producten.
- Instrueer gebruikers en demontagepartijen voldoende voor het tegengaan van vermindering van waarde door verkeerd gebruik of foutieve demontage.
- Ontwikkel met een prestatiecontroleur modellen of systemen voor het monitoren van het bouwwerk en delen ervan om altijd inzicht in de restwaarde en het benodigd onderhoud te kunnen krijgen.
- Maak met kaderadviseurs en verzekeraars een risico-inventarisatie van toekomstig gebruik van de bouwwerkdelen in nieuwe cycli.
- Maak met een financieel adviseur een businesscase waarin het waardebehoud (en het risico op devaluatie) van de onderdelen voor toepassing in nieuwe bouwwerken wordt meegenomen.
- Hanteer het 6S-model van Steward Brand, met de aanvulling van Robert Schmidt III, zoals weergegeven in paragraaf 6.4.1 van de Platform CB'23-leidraad 'Meten van Circulariteit 2.0'.
- Organiseer het ecosysteem voor samenwerking en co-creatie in relatie tot lagenniveau (gevels/interieur/casco/installaties) met onderdelen van gelijke levensduur. Waarborg (eenvoudige) demontage van onderdelen die tot verschillende levenscycli behoren.



Literatuur

Alba Concepts. (2021). *Circular Buildings - een meetmethodiek voor losmaakbaarheid*. Geraadpleegd via <https://www.dgbc.nl/publicaties/circular-buildings-een-meetmethodiek-voor-losmaakbaarheid-26>

Alsema, E., Anink, D., Meijer, A., Straub, A. & Gonze, G. (2016). Integration of Energy and Material Performance of Buildings: I=E+M. *Sustainable Built Environment Tallinn and Helsinki Conference SBE16: Build Green and Renovate Deep*. doi:10.1016/j.egypro.2016.09.094

Anderson, J., Rønning, A., & Moncaster, A. (2019). The Reporting of End of Life and Module D Data and Scenarios in EPD for Building level Life Cycle Assessment. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 0 - 0.

AT Osborne. (2021). *Circulaire materialen in de bouw: Juridische feiten en fabels over hoogwaardig hergebruik*. Geraadpleegd via <https://atosborne.nl/artikel/circulaire-materialen-in-de-bouw/>

Backes, C. & Boeve, M. (2018). Enkele juridische vragen rond een circulaire economie in de bouw. Geraadpleegd via <https://www.uu.nl/sites/default/files/rebo-ucwosl-circulaire-bouw.pdf>

BNA. (2018). *Manifest wij gaan circulair*. Geraadpleegd via <https://www.bna.nl/circulaire-architectuur-en-bouw/wij-gaan-circulair/manifest-circulaire-architectuur>

Bosch, S. & Van Oppen, C. (2020). *Circulair inkopen in 8 stappen: Handreiking voor de Grond-, Weg- en Waterbouw*. Geraadpleegd via

<https://www.pianoo.nl/sites/default/files/media/documents/Handreiking-Circulair-Inkopen-8-stappen-GWW-okt2020.pdf>

Bouwhulpgroep. (2020). *Woningcorporaties als opdrachtgever voor circulaire renovatie en nieuwbouw: Een verkenning naar de eerste circulaire stappen voor woningcorporaties*. Geraadpleegd via https://circulairebouweconomie.nl/wp-content/uploads/2020/11/Eindrapport-_-Circulariteit-BouwhulpGroep-2020-09-17.pdf

Braungart, M., & McDonough, W. (2002). *Cradle to cradle*. Farrar, Straus and Giroux.

Burger, J. Ter Haar, F. & Leclercq, E. (2019). *Maar hoe dan?: Een evaluatie van circulaire projecten bij (semi) publieke opdrachtgevers*. Geraadpleegd via <https://www.opdrachtgeversforum.nl/wp-content/uploads/Maar%20hoe%20dan%20Final%20report%20okt%202019.pdf>

Carra, G. & Magdani, N. (2017). *Circular business models for the built environment*. Geraadpleegd via https://www.arup.com/-/media/arup/files/publications/a/8436_business-models-low-res.pdf

Chao-Duvis, M.A.B. (2017). Privaatrechtelijke aspecten van de circulaire economie in het bijzonder circulair bouwen (Deel I). *Tijdschrift voor Bouwrecht*, TBR 2017/139

Chao-Duvis, M.A.B. (2017). Privaatrechtelijke aspecten van de circulaire economie in het bijzonder circulair bouwen (Deel II). *Tijdschrift voor Bouwrecht*, TBR 2017/154



Chao-Duivis, M.A.B. (2017). Privaatrechtelijke aspecten van de circulaire economie in het bijzonder circulair bouwen (Deel IV): Het bouwcontractenrecht. *Tijdschrift voor Bouwrecht*, TBR 2017/154

Chao-Duivis, M.A.B. (2018). Privaatrechtelijke aspecten van de circulaire economie in het bijzonder circulair bouwen (Deel III): Het aanbestedingsrecht. *Tijdschrift voor Bouwrecht*, TBR 2018/1

CIRCO. (z.d.). *CIRCO Ontwerp Strategieën*. Geraadpleegd via <https://www.circonl.nl/kennis/circo-ontwerpstrategieen/>

Kooter, E. , Van Uden, M., Wamelink, H., Van Marrewijk, A, Van Bueren, E. & Heurkens, E. (2021). *Samen Versnellen: Een verslag van de audits en Het Nieuwe Normaal 0.2*. Geraadpleegd via <https://www.cirkelstad.nl/programmas-en-projecten/samen-versnellen/>

Cirkelstad. (2021). *Kwaliteit, kpi's en krachten bundelen*. Geraadpleegd via <https://www.cirkelstad.nl/wp3/wp-content/uploads/2021/01/6013fa20318aa-Kwaliteit%20kpi's%20en%20krachtenbundeling%20DEF.pdf>

CROW. (z.d.). *Past Performance*. Geraadpleegd via <https://www.crow.nl/past-performance>

De Werk, G. (2020). *Circulair ontwerpen: Wat zijn de sleutels voor een circulair ontwerp en wie is er aan zet?*. Geraadpleegd via <https://www.cirkelstad.nl/wp3/wp-content/uploads/2020/10/Greenpaper-Ontwerpen.pdf>

Den Hollander, M. C. (2018). *Design for managing obsolescence: A design methodology for preserving product integrity in a circular economy* (doctoral thesis).

Den Hollander, M. C., Bakker, C. A., & Hultink, E. J. (2017). Product design in a circular economy: Development of a typology of key concepts and terms. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 517-525.

Dijcker, R., Schepers, O., Witteveen+Bos. (2018). *Circulair ontwerpen in het MIRT-proces: handelingsperspectieven voor beleidsmakers, adviseurs, ontwerpers en beheerders*. Geraadpleegd op 20-4-2020 via https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_158440_31/

Dos Santos Gervasio, H. and Dimova, S., *Model for Life Cycle Assessment (LCA) of buildings* , EUR 29123 EN, Publications Office of the European Union, 2018, doi:10.2760/10016

Durmisevic, E. (2020). *WP3 Reversible Building Design*. Geraadpleegd via <https://www.bamb2020.eu/wp-content/uploads/2018/12/Reversible-Building-Design-guidelines-and-protocol.pdf>

Dutch Green Building Council. (2021). *DGBC presenteert framework voor circulaire bestaande gebouwen*. Geraadpleegd via <https://www.dgbc.nl/nieuws/dgbc-presenteert-framework-voor-circulaire-bestaande-gebouwen-6130>

Eberhardt, L. C., Birkved, M., & Birgisdottir, H. (2020). Building design and construction strategies for a circular economy. *Architectural Engineering and Design Management*. doi: 10.1080/17452007.2020.1781588

Ellen MacArthur Foundation. (2017). *Circular Economy - Concept*. Geraadpleegd via <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept>

Geels, F. (2016). Multi-Level Perspective on System Innovation: Relevance for Industrial Transformation. *Understanding Industrial Innovation*. 163-186. doi: 10.1007/1-4020-4418-6_9



Groothuis, F. & The Ex Taks Project. (2021). *Deltaplan belastingen voor een circulaire en sociale economie: Routekaart 2021-2030*. Geraadpleegd via: <https://ex-tax.com/deltaplan/>

Hanemaaijer, A., Kishna, A., Brink, H., Koch, J., Prins, A. & Rood, T. (2021). *Integrale Circulaire Economie Rapportage 2021*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving. Geraadpleegd via <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-integrale-circulaire-economie-rapportage-2021-4124.pdf>

Huisman, C., Israëls, G. & Herrewijnen, E. (2021). *Eindrapportage Circulaire Handelsplatformen: Onderzoek naar circulaire platformen voor de uitwisseling van materialen en producten*. Geraadpleegd via https://groenehartwerkt.nl/files/Eindrapportage_Circulaire_Handelsplatformen_-_RoyalhaskoningDHV.pdf

IIRC. (z.d.). *Get to grips with the six capitals*. Geraadpleegd via <https://integratedreporting.org/what-the-tool-for-better-reporting/get-to-grips-with-the-six-capitals/>

Jeroen Verberne, J., Van Haagen, F. & Bosch, S. (2021). *Een circulaire Businesscase: Rekenen aan vastgoed in een circulaire bouweconomie*. Geraadpleegd via <https://www.copper8.com/wp-content/uploads/2021/04/Whitepaper-Circulaire-Businesscase.pdf>

Jonker, J., Stegeman, H. & Faber, N. (2018). *De circulaire economie: Denkbeelden, ontwikkelingen en business modellen: Whitepaper*. Geraadpleegd via <https://www.circulairebusinessmodellen.nl/dl/WhitePaperCirculaireEconomie2017V3ebook.pdf>

KNMI. (z.d.). *Zeespiegelstijging*. Geraadpleegd via www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/zeespiegelstijging

Leemkolk, van de, W., Jongma, C., Dekker, G., & Handgraaf, S. (2020). *Handreiking decentrale regelgeving klimaatadaptief bouwen en inrichten*. Geraadpleegd via <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/brochures/2020/04/30/handreiking-regelgeving-klimaat-adaptief-bouwen-en-inrichten>

Ludeke-Freund, F., Gold, S., & Bocken, N. (2018). A Review and Typology of Circular Economy Business Model Patterns. *Journal of Industrial Ecology*, 36 - 61.

Nature Today. (2018). *Nieuwe kaart laat bodemdaling in Nederland zien*. Geraadpleegd via <https://www.naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=24775>

New Horizon Urban Mining. (2021). *Oogstkaart*. Geraadpleegd via <https://www.oogstkaart.nl/partners/>

NSOB. (2020). *Sturing in transities: Een raamwerk voor strategiebepaling*. Geraadpleegd via: <https://www.nsob.nl/sites/www.nsob.nl/files/2020-11/DRIFT%20en%20NSOB%20-%202020%20-%20Sturing%20in%20Transities-Een%20raamwerk%20voor%20strategiebepaling.pdf>

Pacheco-Torgal, F. (2020). I - Introduction to biobased materials and biotechnologies for eco-efficient construction. In F. Pacheco-Torgal, V. Ivanov, & D. Tsang, *Bio-Based Materials and Biotechnologies for Eco-Efficient Construction* (pp. 1-16). Woodhead Publishing.

Peschier, M., (2021). *Handvat duurzaam materiaalgebruik voor bouw- en infrabedrijven*. Geraadpleegd via https://www.bouwendnederland.nl/media/9249/bn_stimular_handvat_duurzaam_materiaalgebruik_2021.pdf



PIANOo. (2019). *Handreiking losmaakbaarheid*. Geraadpleegd via <https://www.pianoo.nl/sites/default/files/media/documents/2019-08/Handreiking-Losmaakbaarheid-V6-juli2019.pdf>

Platform CB'23 (2019a). *Framework circulair bouwen versie 1.0*. Delft: Platform CB'23. Geraadpleegd via <https://platformcb23.nl/downloads>

Platform CB'23 (2020a). *Platform CB'23 Lexicon circulaire bouw versie 2.0*. Delft: Platform CB'23. Geraadpleegd via <https://platformcb23.nl/downloads>

Platform CB'23 (2020b). *Leidraad Meten van circulariteit 2.0*. Delft: Platform CB'23. Geraadpleegd via <https://platformcb23.nl/downloads>

Platform CB'23 (2020c). *Leidraad Paspoorten voor de bouw 2.0*. Delft: Platform CB'23. Geraadpleegd via <https://platformcb23.nl/downloads>

Rijksoverheid (2016). *Nederland circulair in 2050*. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu en ministerie van Economische Zaken. Geraadpleegd via <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/documenten/rapporten/2016/09/14/bijlage-1-nederland-circulair-in-2050>

Rijkswaterstaat & Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2020). *Circulaire ontwerpprincipes*. Geraadpleegd via https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_166723_31/

Schraven, D.F.J., Bukvic, U., Di Maio, F., Hertogh, M., (2019). Circular transition: changes and responsibilities in the Dutch stony materials supply chain. *Resource, Conservation and Recycling*, 150, 104359.

Schultheiss, F. G., Janssen, K. L., Van Son, H., Schoenaker, H., Kolenberg, J. & Tuinhof, T. (2020). *Opcirkelen in de bouw: Samenwerken in de keten*.

Geraadpleegd via https://www.cirkelstad.nl/wp2/wp-content/uploads/2020/10/201016-Opcirkelen-in-de-Bouw_Samenwerken-in-de-keten-final.pdf

Thomas Rau, T., Van Bergen, T., Driever, D., Mouser, I., Havenga, D., Manschot, D., Menger, O., Verbaan, J. (2019). *Van vastgoed naar losgoed: Nieuwe financiële baten van circulariteit voor vastgoedeigenaren*.

Geraadpleegd via: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/real-estate/deloitte-nl-fa-van-vastgoed-naar-losgoed-rapport.pdf>

Transitiebureau CBE (2018). *Uitvoeringsprogramma 2018*. Geraadpleegd via <https://circulairebouweconomie.nl/nieuws/het-uitvoeringsprogramma-voor-2020/>

Tushman, M. L., & Nadler, D. A. (1978). Information Processing as an Integrating Concept in Organizational Design. *Academy of Management Review*, 3(3), 613-624. doi:10.5465/amr.1978.4305791

UX Berlin. (2016). *Business modelling kit*. Geraadpleegd via http://www.uxberlin.com/business_modelling_kit/

Van den Berg, M. (2019). *Managing Circular Building Projects*. (PhD dissertation). University of Twente, Enschede. doi:10.3990/1.9789036547703

Vlaanderen Circulair. (2021). *Vlaanderen Circulair*. Geraadpleegd via <https://aankopen.vlaanderen-circulair.be/nl/aan-de-slag/de-ambitiekaart>

W/E adviseurs. (2021). *Circulair meetbaar maken voor gebruikers*. Geraadpleegd via <https://www.w-e.nl/circulair-meetbaar-gpr-gebruikers/>

Wijewickrama, M. K. C. S., Chileshe, N., Rameezdeen, R., & Ochoa, J. J. (2021). Information sharing in reverse logistics supply chain of demolition



waste: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 280(124359). doi: 10.1016/j.jclepro.2020.124359

Zörb, C., Lewandowski, I., Kindervater, R., Göttert, U., & Patzelt, D. (2018). Biobased Resources and Value Chains. In I. Lewandowski, *Bioeconomy* (pp. 75-95). Springer, Cham.