

Leidraad

Circulair ontwerpen 2.0

Werkafspraken voor een circulaire bouw

100 Procent-versie

Platform CB'23

Juni 2023





© 2023 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 actieteams 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

Het moment dat circulaire ambities concreet vorm krijgen in een project, is het moment van ontwerpen. De keuzes die dan worden gemaakt, zijn immers 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 resultaat was de leidraad Circulair ontwerpen, die wij in de zomer van 2021 presenteerden.

Inmiddels zijn we alweer twee jaar verder. Met de reacties die op de eerste versie zijn gekomen en de ervaringen van hen die ermee hebben gewerkt, zijn we in november vorig jaar aan de slag gegaan. Vervolgens is de nieuwe leidraad de consultatieronde ingegaan. Uit de reacties die we daarop kregen, kunnen we afleiden dat het onderwerp in de sector leeft. En ook dat we met deze nieuwe leidraad op de goede weg zijn.

Deze exercitie heeft geleid tot de huidige 2.0-versie. We hebben gesleuteld aan de structuur en de leesbaarheid. We zijn uiteraard ook tot nieuwe inzichten gekomen. Randvoorwaarden zien we nu vooral als uitgangspunten voor circulair ontwerpen. En we hebben de ontwerpstrategieën kritisch tegen het licht gehouden.

Dit alles heeft geleid tot een overzichtelijker beeld van de ontwerpstrategieën. Het resultaat is deze herziene leidraad, die verder op tal van vlakken handreikingen en tools biedt om circulair ontwerpen gemeengoed te laten worden. Want uiteindelijk is dat de stip aan de horizon.



Inhoudsopgave

Voorwoord	4
------------------------	----------

Samenvatting	7
---------------------------	----------

I Inleiding	10
--------------------------	-----------

1.1 Transitie naar een circulaire bouweconomie	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
1.2 Werkafspraken	12
1.3 Hoe en waarom van de leidraad	12
1.4 Leeswijzer	13

2 Doel en toepassingsgebied	15
--	-----------

2.1 Doel van de leidraad	15
2.2 Toepassing	16

3 Over circulariteit	17
-----------------------------------	-----------

3.1 Circulair ontwerpen in breder perspectief	17
3.2 Definitie circulair bouwen	17
3.3 Definitie circulair ontwerpen	18

4 Uitgangspunten.....	19
------------------------------	-----------

4.1 Alles begint met ambitie.....	19
4.2 Opdrachtgever en ontwerpteam	20
4.2.1 De rol van de opdrachtgever.....	20
4.2.2 Ontwerpteam: implementatieplan realisatie.....	20
4.3 Technische uitgangspunten.....	21
4.3.1 Inleiding.....	21
4.3.2 Logistiek: demontage, transport en opslag	21
4.3.3 Digitale infrastructuur: paspoorten en platforms.....	22
4.4 Juridische uitgangspunten.....	24
4.5 Financiële uitgangspunten	25

4.5.1 Inleiding	25
4.5.2 Gebiedsontwikkeling.....	26
4.5.3 De positie van opdrachtgevers hierin	26
4.5.4 Waardebehoud	28
4.5.5 Waardecreatie.....	28

5 Rollen en samenwerking.....	32
--------------------------------------	-----------

5.1 Van ontwerpketen naar ecosysteem.....	32
5.2 Ecosysteem	32
5.2.1 Inleiding	32
5.2.2 Veranderend proces.....	32
5.2.3 Rollen en competenties.....	35
5.2.4 Inzichten in samenhang tussen rollen	35
5.3 Meervoudige waardecreatie	39
5.3.1 Waardesoorten	39
5.3.2 Waardematrix.....	40
5.4 Informatiebehoeften	42
5.4.1 Inleiding	42
5.4.2 Informatie verwerken.....	42
5.4.3 Informatiebehoeftematrix.....	43

6 Ontwerpstrategieën.....	48
----------------------------------	-----------

6.1 Zeven keuzes voor een circulair ontwerp	48
6.2 Ontwerpen aan de hand van de routekaart.....	49
6.3 Milieu-impact is een afwegingskader	55
6.4 Ontwerpstrategieën	55
6.4.1 Preventie.....	55
6.4.2 Ontwerpen voor kwaliteit en onderhoud	56
6.4.3 Ontwerpen voor adaptiviteit	61
6.4.4 Ontwerpen voor losmaakbaarheid en herbruikbaarheid.....	64
6.4.5 Ontwerpen met hergebruikte delen van bouwwerken.....	68
6.4.6 Ontwerpen met secundaire grondstoffen	70
6.4.7 Ontwerpen met hernieuwbare grondstoffen	72

7 Resultaten, aanbevelingen en vervolgstappen	75
--	-----------

7.1 Resultaten.....	75
7.2 Aanbevelingen	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
7.3 Vervolgstappen	76



Totstandkoming.....	77
Leden actieteam 2022-2023.....	79
Bijlage I Checklists.....	82
Bijlage II Rollen en competenties	91
Bijlage III Inventarisatie van rollen per strategie.....	97
Bijlage IV Stappenplan voor afspraken.....	100
Literatuur en bronnen.....	102



Samenvatting

Circulair ontwerpen begint met het hebben van een ambitie. Een ambitie om een duurzamer gebouw of kunstwerk te realiseren en een duurzamer projectproces te doorlopen. De ontwerpfase is 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.

Deze leidraad 'Circulair ontwerpen 2.0' is het vervolg op de 1.0-versie van de leidraad die in juli 2021 verscheen. De reacties op en de ervaringen met de eerste leidraad zijn in deze versie verwerkt. Het uitgangspunt is in deze 2.0-versie hetzelfde gebleven. We leggen afspraken vast om circulair ontwerpen gemeengoed te laten worden. Het gaat daarbij om afspraken die geschikt zijn voor de bouw- en installatiesector in de breedte (woning- en utiliteitsbouw en GWW/infra) met, waar relevant, specificering naar de deelsectoren. En 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.

Uitgangspunten

Door de ambitie te combineren met algemene en projectspecifieke randvoorwaarden ontstaan uitgangspunten voor het circulair ontwerp. Overigens moeten de uitgangspunten in een breder perspectief worden gezien dan alleen de omgeving van het ontwerpteam. Uitgangspunten voor de initiatieffase en de realisatieffase hebben namelijk belangrijke

relaties met (indirecte) factoren in het ontwerptraject. Denk hierbij aan wetgeving, onderwijs en stedenbouwkundige ontwikkelingen.

Technische uitgangspunten bepalen de implementatie van fysieke en meetbare circulariteit in een ontwerptraject. Deze technische uitgangspunten komen vaak voort uit bijvoorbeeld handreikingen, modellen en kansen-databases op systeemniveau.

Om de voortgang van de circulaire transitie te borgen en ruimte te creëren voor de noodzakelijke versnelling is een herziening van de traditionele rechtsverhoudingen en daarmee samenhangende verantwoordelijkheden een eerste vereiste.

Vooral op het juridische vlak zijn aanpassingen nodig om een samenwerking in te voeren waarin iedereen bijdraagt aan het teamresultaat (agile samenwerking). Traditionele rechtsverhoudingen (zoals UAV) voorzien geen of niet veel ruimte om (samen) fouten te maken en hiermee agile te werken. Nieuwere samenwerkingsvormen, zoals bouwteam, tweefasecontract en Rapid Circular Contracting (RCC), maken deze nieuwe omgang met verantwoordelijkheid en aansprakelijkheid al opener.

Financiële uitgangspunten zijn in de huidige economie een van de belangrijkste middelen om een start te maken met het verwezenlijken van een doel. De middelen worden bij de start van een project, programma of gebiedsontwikkeling in de eerste fase met een redelijk ruime marge geraamd. De benodigde financiële middelen worden gedurende de looptijd aangescherpt, d.w.z. de marge op de geraamde benodigde middelen wordt steeds kleiner naarmate men dichterbij het resultaat komt.



Onafhankelijk van een gekozen ontwerpstrategie zitten circulair en duurzaam werken en ontwerpen voor het overgrote deel in het stadium van de 'early adaptors' en 'early majority'. Dit betekent dat deze markten nog naar volwassenheid moeten worden gebracht. Ook ten aanzien van financiële uitgangspunten geldt dat deze onlosmakelijk verbonden zijn met de ambitie.

Een ander uitgangspunt is waardebehoud. Al in het begin van de ontwerpcyclus moet men in het kader van waardebehoud nadenken over het gebruik, het beheer en het einde van de gebruiksduur. En bijvoorbeeld ook hoe de samenwerking met een relevante keten en de omgeving het beste tot stand kan komen.

In het verlengde van waardebehoud ligt ook het streven naar waardecreatie. Dit is echter pas mogelijk als we stoppen met het verleggen van kosten naar elders (externaliseren). Dan gaan we namelijk waarde toekennen aan een goed leefmilieu, doen we recht toe aan arbeid in lagelonenlanden, klimaatbehoud en behoud van onze eigen en enige biosfeer waarin wij mensen en de generaties die na ons volgen kunnen (over)leven. Een concreet voorbeeld daarvan is dat we waarde toekennen aan vermeden CO₂-uitstoot. Dit doen we door middel van het Europees handelssysteem voor de CO₂-uitstootrechten (Emissions Trading System). Door het opnemen van waarde van de vermeden CO₂-uitstoot of de betere milieuprestatie uitgedrukt in de MKI en de MPG kan in een Netto Contante Waarde (NCW) -berekening of in de scenario's van maatschappelijke kosten-batenanalyses (MKBA) de gecreëerde waarde worden uitgedrukt in een maatschappelijke meerwaarde van de investering.

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.

En we hebben te maken met nieuwe rollen, zoals die van aanjager voor het circulair ontwerpproces. Dat is iemand die de circulariteitsambitie vanaf het initiatief oppakt en voortdurend bewaakt. Om uiteindelijk tot resultaat te komen moeten de verschillende actoren met elkaar samenwerken. Daarbij is het belangrijk dat partijen een passende samenwerkingsvorm kiezen. In deze leidraad is hiervoor de doorontwikkelde tool 'Samenwerkingsschijf circulair ontwerpproces' opgenomen.

Informatiebehoeften

Circulaire ontwerpprojecten worden door nieuwe en veranderende informatiebehoeften gekenmerkt. Elke ontwerpstrategie kent haar eigen informatiebehoefte en ook een informatiebehoefte in de ontwerpfasen van het project. Voor een succesvol verloop van een circulair ontwerpproces en een voorspoedige uitvoerings- 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.



Zeven ontwerpstrategieën

In deze leidraad komen de volgende ontwerpstrategieën, aan de orde:

- **Preventie**
Deze strategie richt zich op het voorkomen van nieuwbouw en, waar dat niet mogelijk is, op het efficiënter en optimaler ontwerpen.
- **Ontwerpen voor kwaliteit en onderhoud**
In deze strategie gaat het om het beschermen van bestaande waarde door het verlengen van de levensduur van bouwwerken, elementen en materialen.
- **Ontwerpen voor adaptiviteit**
Hierbij gaan we ervan uit dat een bouwwerk aan verschillende toekomstscenario's met andere wensen en eisen kan voldoen.
- **Ontwerpen voor losmaakbaarheid en herbruikbaarheid**
In deze strategie moet zo worden ontworpen dat materialen tijdens of na gebruik op eenvoudige wijze en zonder schade kunnen worden geoogst en zo hoogwaardig mogelijk kunnen worden hergebruikt.
- **Ontwerpen met hergebruikte delen van bouwwerken**
Bij deze strategie gaat het om het opnieuw gebruiken van delen van bouwwerken, al dan niet na bewerking.
- **Ontwerpen met secundaire grondstoffen**
In deze strategie draait het om het ontwerpen met grondstoffen en materialen die eerder zijn gebruikt of met reststromen van een ander productsysteem
- **Ontwerpen met hernieuwbare grondstoffen**
Het gebruik van hernieuwbare grondstoffen vermindert het gebruik van niet-hernieuwbare grondstoffen en de eventuele uitputting ervan. Deze strategie draagt hiermee direct bij aan het beschermen van materiaalvoorraden.

Deze zeven ontwerpstrategieën omschrijven ontwerpkeuzes die zich aandienen en welke middelen kunnen worden ingezet. Het effect van de middelen moet altijd in relatie tot de milieu-impact over de lange termijn worden gezien. Een maatstrategie is een combinatie van relevante ontwerpstrategieën die een ontwerpteam samenstelt bij het begin van een specifiek project. Gedurende opeenvolgende projectfasen kan deze strategie worden aangepast.

Het is echter de bouwopgave die bepaalt welke ontwerpstrategieën van toepassing zijn. Niet elke situatie leent zich immers voor alle zeven beschreven strategieën. Daarbij zijn onder andere de stedenbouwkundige context en de behoeften voor die locatie of het civiele object van belang. Een inventarisatie van de kansen en een uitspraak over het voorziene eindelevenscyclusscenario in de initiatieffase van een ontwerpproces is essentieel om het ontwerpteam een goede start te geven en relevante circulaire ontwerpstrategieën te kiezen. In het ontwerpproces moet het ontwerpteam op bepaalde momenten keuzes maken om de strategieën te realiseren. Om een ontwerpteam hierbij te helpen introduceren we in deze leidraad de routekaart. Deze routekaart is een handig middel om inzicht in het proces te krijgen.



I Inleiding

I.1 Transitie naar een circulaire bouweconomie

- I 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 waar we voor staan: behoud van grondstoffen, het verminderen van milieu-impact en het zorgen voor waardebehoud. Dit vraagt om een wijziging van onze huidige manier van werken, die vooralsnog op een lineaire economie is gebaseerd.
- I De Rijksoverheid streeft naar een volledig circulaire economie in 2050. De ambities zijn geformuleerd in het Rijksbrede programma 'Nederland Circulair in 2050', die voor het eerst in 2016 verscheen. Inmiddels is dit programma tussentijds verder uitgewerkt.
- I In de transitie naar een circulaire economie speelt de bouw- en installatiesector een belangrijke rol. 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 (zie [2.1](#)).

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

I.3 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 (zie [2.1](#)).

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 [\[3\]](#) [\[4\]](#)): 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



1.4 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 (zie [2.1](#)).

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^[25]^[26]): 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

1.5 Hoe en waarom van de leidraad

Deze leidraad gaat over circulair ontwerpen en is een aanscherping of verdieping van de leidraad die in de zomer van 2021 verscheen. De leidraad 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 bouw- en installatiesector 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.





Tijdens het ontwerpproces neemt het ontwerpteam ook besluiten die bepalend zijn voor het niveau van circulariteit dat worden bereikt. Vóór het werkelijke ontwerpproces moeten er ook al belangrijke besluiten worden genomen die veel invloed hebben op de mogelijkheden die het ontwerpteam heeft. Zo kent het voortraject uitgangspunten die essentieel zijn om een optimaal circulair ontwerp te maken. **Hoofdstuk 4** beschrijft deze uitgangspunten. Ook biedt het een checklist (zie Checklists) die het ontwerpteam kan gebruiken om de factoren uit het voortraject na te lopen. Het ontwerpteam kan hiermee de mogelijkheden bepalen voor het circulaire succes van het project. **Figuur 4** in dat hoofdstuk illustreert heel goed dat circulair ontwerpen geen lineair proces is.

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 waardeproposities en hoe (digitale) informatie een belangrijke rol speelt in de samenwerking tussen actoren.

De volgende stap voor het ontwerpteam is het bepalen van de maatstrategie. Een maatstrategie is een projectspecifieke samenstelling van relevante ontwerpstrategieën. Hoe het ontwerpteam dit kan doen en wat de verschillende ontwerpstrategieën zijn, is uitgebreid beschreven in **hoofdstuk 6**. Met behulp van voorbeelden verduidelijken we de zeven ontwerpstrategieën.

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.

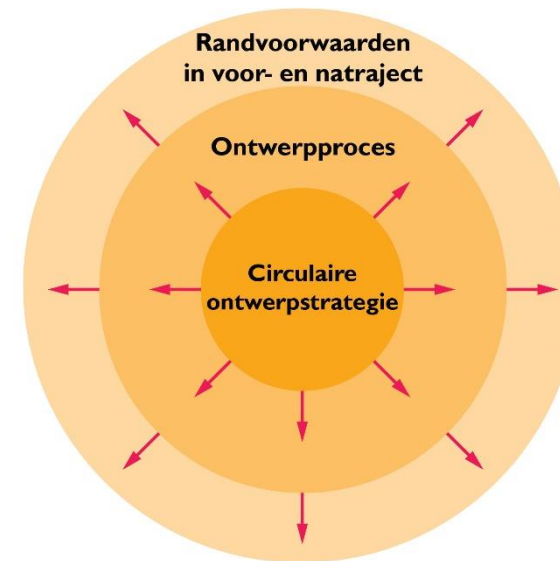
De afgelopen jaren zijn al veel circulaire ontwerpen tot stand gekomen. De opgedane ervaringen leveren belangrijke inzichten, zoals:

- 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:

- uitgangspunten van het ontwerpproces (hoofdstuk 4);
- afstemming met niet-ontwerpende rollen in het bouwproces (hoofdstuk 5);
- een opsomming van mogelijke circulaire ontwerpstrategieën (hoofdstuk 6).

De samenhang tussen deze onderdelen is weergegeven in figuur 2.



Figuur 2 – De ringen van circulaire ontwerpstrategie[HBI 3][NvO 14]

Centraal in deze leidraad staan de ontwerpstrategieën, die ontwerpkeuzes en bijpassende middelen omschrijven.

Bij toepassing van de ontwerpstrategieën is de betrokkenheid van bijpassende actoren in het ontwerpproces van belang. Deze actoren hebben ieder een eigen rol en dragen gezamenlijk bij aan het circulaire ontwerp.

Het ontwerpproces wordt in grote mate beïnvloed door de kansen en randvoorwaarden die in de uitgangspunten van ieder bouwobject worden gedefinieerd.



Uitgangspunten

Welke uitgangspunten 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 er vanuit bijvoorbeeld een opdracht, bestemmingsplan of organisatievisie niet de juiste uitgangspunten 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 of 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 en voor een circulaire uitvraag is. Dat geldt ook voor de latere fasen: een ontwerper kan een prachtig circulair ontwerp opleveren, en een aanbesteder een mooie circulaire aanbidding, maar hoe borg je dat in latere fasen (realisatie, gebruik en einde eerste gebruiksfase) die circulariteit ook echt wordt gerealiseerd en benut?

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?

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 zijn 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 ontwerpvrijheid? Hoe kunnen elementen binnen de geïnventariseerde strategieën (eventueel) met elkaar worden gecombineerd?

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

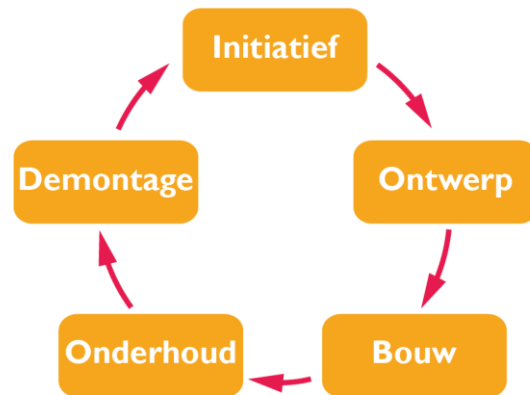


3 Over circulariteit

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 (zie [figuur 3](#)).



Figuur 3 – Fasen van een object in een gesloten cyclus

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.

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

bouwwerk (in de GWW en B&U) 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.

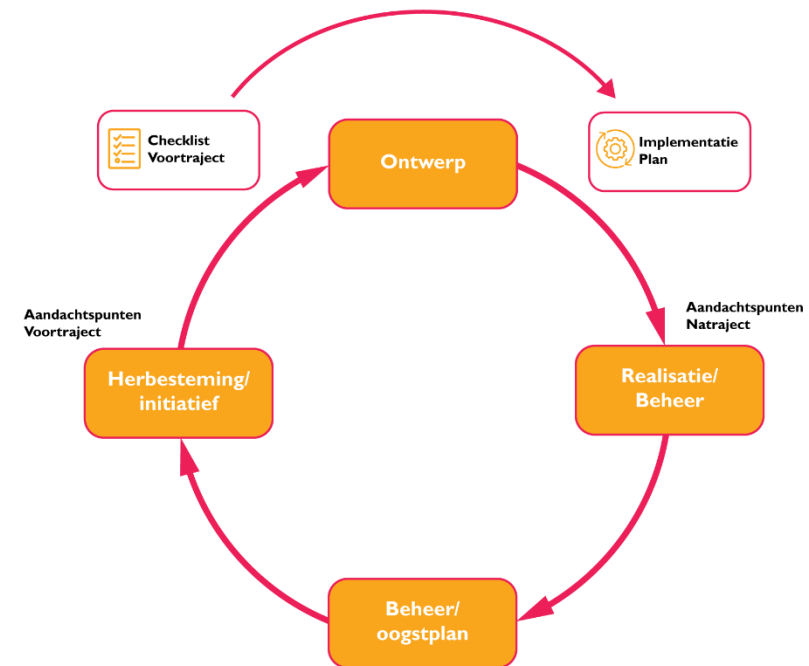


4 Uitgangspunten^{[HB15][RF16][ZS17]}

4.1 Alles begint met ambitie

Circulair ontwerpen begint met een ambitie van een initiatiefnemer. Een ambitie om een duurzamer product te realiseren en een duurzamer projectproces te doorlopen. Deze ambitie hoeft geen grenzen te kennen en geeft ruimte aan kansen voor het project en de actoren binnen een te kiezen samenwerkingsmodel in het project.

Door de ambitie te combineren met algemene en projectspecifieke randvoorwaarden ontstaan uitgangspunten voor het circulair ontwerp. In dit hoofdstuk maken we de uitgangspunten voor circulair ontwerpen inzichtelijk. We zetten de uitgangspunten in een breder perspectief dan alleen de omgeving van het ontwerpteam. Dit doen we omdat uitgangspunten voor de initiatieffase en de realisatiefase belangrijke relaties hebben met (indirecte) factoren in het ontwerptraject. Denk hierbij aan wetgeving, onderwijs en stedenbouwkundige ontwikkelingen. De uitgangspunten in dit hoofdstuk hebben dan ook betrekking op een of meerdere levenscycli van een bouw- of kunstwerk. In [figuur 4](#) is dit schematisch weergegeven.



Figuur 4 - De levenscycli van het bouw- of kunstwerk

Voortraject

We beginnen 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 checklist.](#)



Deze checklist betreft 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 na het feitelijke ontwerpen in de realisatie en het gebruik worden benut, is wederom afhankelijk van een aantal uitgangspunten: de 'outputfactoren'. Deze factoren – de circulaire beloftes en eisen aan ontwerpproducten die binnen het ontwerpteam zijn vastgesteld – worden vastgelegd in een realisatie- en gebruiks- of beheerplan (zoals ook verwoord in bijlage I.[HB18]

4.2 Opdrachtgever en ontwerpteam

4.2.1 De rol van de opdrachtgever

Opdrachtgevers moeten zich bewust zijn van de essentiële, centrale en verbindende rol die zij spelen in de transitie naar een circulaire bouwconomie. En dus in het circulair bouwproces (zie ook paragraaf 5.2).

De inrichting van het proces voor circulair ontwerpen is de belangrijkste stap. Voordat we de eerste stap in zo'n proces kunnen zetten, is het goed om de ambities en strategie van de eigen organisatie te verifiëren (organisatiebreed en/of voor een specifiek project). Hiervoor is de Omgevingswijzer en/of Ambitieweb GWW een nuttig instrument.

Verder is er draagvlak bij collega's en bestuur nodig. Een multidisciplinair team vanuit de organisatie is aan te bevelen om dit proces te dragen. Vragen die een antwoord moeten krijgen, zijn onder andere: welke expertise is al in huis en welke niet? Welke samenwerkingsvorm past het best bij dit specifieke project? En hoe meetbaar zijn de (circulaire) resultaten in het totale financiële model?

Voor dat laatste zijn overigens nog geen uniforme meetmethoden. Maar wel zijn er reeds diverse meetmethoden om mee te kunnen experimenteren. Circulariteit heeft (nog) geen volwassen verdienmodel. Circulariteit draagt wel bij aan toekomstscenario's die interessant zijn bij investeringen voor de korte en langere termijn. En aan (maatschappelijke) waardecreatie waarbij kosten niet meer als vanzelfsprekend naar de toekomst of naar een andere locatie worden verlegd (zie ook paragraaf 5.3). Die toekomstscenario's kunnen worden gekoppeld aan prestaties die het object (of functionaliteiten of onderdelen daarvan) moet leveren. Deze prestaties kunnen in een uitvraag een plek krijgen. De leidraad Circulair inkopen van Platform CB'23 gaat daar verder op in.

4.2.2 Ontwerpteam: implementatieplan realisatie

In de 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 de technische kringloop, waar beton, keramiek, kunststof, metaal, glas en andere mineralen via een technisch proces worden hergebruikt.

Daarbij is het van belang om circulaire keuzes en besluiten in het ontwerptraject ook daadwerkelijk op die wijze te realiseren, te beheren, te gebruiken en te borgen. Het ontwerpteam stelt om die reden een **implementatieplan** realisatie en beheer (en gebruik) op.

Met dit implementatieplan geeft een ontwerpteam na afloop van het circulair ontwerpproces (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 waar te maken. Dit implementatieplan is uiteraard aanvullend op het ontwerp zelf.



Het **implementatieplan** realisatie en beheer (en gebruik) kan circulariteit tijdens de realisatie en beheer van het bouwwerk bewaken. Het implementatieplan is zo opgesteld dat het per ontwerpstrategie duidelijk is welke uitgangspunten tot de realisatie en welke tot het gebruik en beheer behoren.

In **figuur 4** zijn de positie van de checklist en de implementatieplannen in de levenscyclus van het bouwwerk weergegeven.

Na de realisatiefase, dus gedurende de fase van gebruik en beheer, breekt voor elk object een moment aan dat er nieuwe initiatieven komen voor aanpassingen of gebruik. Een materialenpaspoort of een vergelijkbaar informatiedocument legt de aanpassingen van het object, het gebruik van vrijkomende materialen en alle denkbare schaalniveaus daartussenin vast.

Aandachtspunten

- Handleiding voor het bouwwerk. Geef vanuit het ontwerpteam vanuit het implementatieplan realisatie en gebruik aan hoe het bouwwerk kan of moet worden gebruikt en onderhouden (eigenaars, VvE-beheerders, facilitymanagement, huurders). Elke stap binnen het ontwerp- en bouwproces vraagt duidelijke informatieoverdracht (zie ook paragraaf 5.4) naar opdrachtgever, verkoper, makelaar, beheerder of onderhoudspartij.
- Zowel in de LCA-analyses (CO₂) als in de Aeries-berekeningen (NO_x) spelen transport van en naar een bouwplaats en de handling op de bouwplaats een belangrijke rol in de bepaling van het totaal aan emissies. Circulair ontwerpen stimuleert architecten en adviseurs om materialen of componenten lokaal te oogsten en te hergebruiken. Hierdoor zijn transport en handling aanzienlijk minder. Dit heeft een positief effect op de emissies van een bouwproject.

4.3 Technische uitgangspunten

4.3.1 Inleiding

Technische uitgangspunten zijn medebepalend voor de implementatie van fysieke en meetbare circulariteit in een ontwerptraject. Deze technische uitgangspunten komen onder andere voort uit handreikingen, modellen, materialen en kansen-databases op systeemniveau, standaarden voor materiaalpaspoorten en rekeninstrumenten. Voor de rekeninstrumenten verwijzen we gemakshalve naar de leidraad Metten van circulariteit van Platform CB'23 en diverse software-instrumenten zoals Dubocalc en MPG-software.

4.3.2 Logistiek: demontage, transport en opslag

Hoog op de R-ladder staat het toepassen van secundaire bouwmaterialen. Deze bouwmaterialen komen uit de bestaande materiaalvoorraad, de zogenoemde *urban mine*. Daar waar deze 'geogste' materialen door de tijd heen waarde hebben verloren, bijvoorbeeld door functieverlies of slijtage, kunnen ze een nieuw leven krijgen door ze te refurbishen of te recyclen. Secundaire materialen kunnen worden verwerkt in (sociale) werkplaatsen of worden teruggeleverd aan producenten (voor recycling en/of partieel hergebruik). Vanuit oogpunt van materiaalbehoud is het aan te bevelen om samengestelde componenten of installatieonderdelen een op een weer toe te passen (als de voorgeschreven esthetische en technische kwaliteit dit toelaat). (Zie ook paragraaf 6.4.1 en paragraaf 6.4.5.)

De invloed van de logistiek in circulaire ontwerpstrategieën is recentelijk versneld en vergroot als gevolg van de stikstofcrisis. De stikstofcrisis (en de onderliggende depositieberekening) zorgt ervoor dat er in ontwerpen ook bewuster rekening moet worden gehouden met het reduceren van (NO_x-)emissies. Dit door bijvoorbeeld het beperken van transport en handling op een bouwlocatie. Dat betekent dat een ontwerper naast de



circulaire ambitie rekening moet houden met het ontwerpen van een vergunbare projectuitvoering. Een nieuw uitgangspunt dat, bovenop de reeds vigerende en als bekend verwachte wet- en regelgeving, om maatgevende aandacht vraagt. Afhankelijk van de aard van het project en de locatie van het project kan dit bijvoorbeeld betekenen dat een ontwerpstrategie die uitgaat van lokaal geoogst en refurbished materiaal, de voorkeur heeft boven nieuw, biobased materiaal. (Zie ook paragraaf 6.4.7.)

Aandachtspunten

- Het ontwerpteam maakt niet alleen een implementatieplan, maar ook een oogstplan. Dat betekent vooraf bepalen hoe het object achteraf te demonteren en remonteren.
- Stel voor afstemmen op de vraag van vrijkomende materialen een LEAN-planning op. Deze omvat het strak op elkaar afstemmen van vraag en aanbod, zodat er niet te veel voorraad en productie-uitval ontstaat. De bouw past LEAN-planning vaak toe, maar deze kent nog weinig aansluiting op een demontageplanning. Deze moet ook LEAN worden opgezet en aansluiten op de bouwplanning.
- Maak tijd vrij om extra voorraad secundaire bouwmaterialen (paragraaf 6.4.6) en her te gebruiken delen van bouwwerken (paragraaf 6.4.5) te vinden.
- Investeer bij renovatie- en transformatieprojecten in materialen die herbruikbaar zijn.
- Schrijf via vraagspecificaties bepaalde verwerkingstoepassingen voor. Bijvoorbeeld dat bepaalde elementen vanuit een bouwwerk worden verplaatst naar een plek waar deze machinaal worden gesorteerd en gepelletiseerd voor hergebruik.
- Zoek naar een regionale plek voor tijdelijke opslag van materialen (circulaire hubs, bouwkringloopwinkels, gemeentepots) en het gereedmaken van materialen voor hergebruik.

Handreiking Losmaakbaarheid

Voor de woning- en utiliteitsbouwmarkt is in 2019 een uniforme meetmethode losmaakbaarheid ontwikkeld door RVO en Alba Concepts (in samenwerking met DGBC en W/E Adviseurs). De meetmethode is in mei 2020 herzien en door diezelfde partijen getoetst. Dit in opdracht van het Ministerie van Binnenlandse Zaken en het Transitieteam Circulaire Bouweconomie (TT-CBE). Deze [herziene meetmethodiek 2.0](#) wordt in BREEAM-NL en BCI Gebouw toegepast.

Op basis van dezelfde uitgangspunten is in 2022 een [methode voor het beoordelen van losmaakbaarheid 1.0](#) in de GWW ontwikkeld door Witteveen+Bos in samenwerking met Alba Concepts, in opdracht van RWS en het TT-CBE. Specifieke GWW-kenmerken zijn daarbij ingebracht. Denk in dit kader aan externe invloeden zoals weer of strooizout die de losmaakbaarheid kunnen aantasten. Deze methode is allereerst gericht op ontwerpers en wordt voor andere toepassingen doorontwikkeld.

4.3.3 Digitale infrastructuur: paspoorten en platforms

Uit het oogpunt van hergebruik van materialen is digitalisering van objecten, openbare ruimte en groen een belangrijk uitgangspunt 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 ontwerpteams inzichtelijk.

Zo legt het ontwerpteam of de ontwikkelaar in huidige en komende projecten vast welke materialen er zijn gebruikt. Hij doet dat door middel van materiaallijsten en bijvoorbeeld materiaalpaspoorten, mogelijk inclusief een BIM-model of een Digital Twin.



Deze materiaalvoorraad kan vervolgens weer worden opgenomen in een register, zoals Madaster of via een online marktplaats (bijvoorbeeld Insert, Oogstkaart, Materialen marktplaats, Matching Materials, Bruggenbank). Daarmee zijn materialen voor toekomstig hergebruik door aannemers, ontwerpers of producenten zichtbaar.

Platforms zijn een middel om bouwproduct en -materiaalinformatie van de (toekomstige) materiaalvoorraad vroegtijdig vast te leggen en inzichtelijk te maken. Deze platforms brengen vraag (van bijvoorbeeld bouwaannemers en ontwerpteams) en aanbod (van vrijkomende materialen) bij elkaar. Veel voorkomende materialen of zogenoemde bulkstromen vinden hun weg naar fysieke hubs of producten. Daar worden deze stromen tot nieuwe bouwproducten en materialen verwerkt. Dit dient ook het hogere doel om de levensduur van materialen in de keten te verlengen. Tegelijkertijd verlaagt het de vraag naar primaire materialen.

Aandachtspunten

- Het ontwerpteam bereidt de materialenlijst en/of de materialenpaspoort(en) voor in de definitieve ontwerpfase (DO of TO). Door deze data aan platforms te koppelen blijft de informatie over de gebruikte materialen en hun levensduur voor alle geïnteresseerden, stakeholders en shareholders inzichtelijk.
- Het gebruik van hergebruikte materialen kan men bevorderen 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 mogelijk op te schalen. (Zie ook de leidraad [Toekomstig hergebruik](#).)
- Gebruik als ontwerpers de marktplaatsplatforms die beschikbare materiaalvoorraad tonen en ontwerp vanuit de beschikbare materiaalvoorraad.
- Voer een quickscan uit naar de (op bouwplaats/bouwlocatie/donorgebouw) aanwezige onderdelen op elementniveau. En waar mogelijk op bouwproductniveau volgens de decompositie in de [NL-SfB](#)-codering (i.c. NEN2767 voor de GWW) (volgens Platform CB'23 Leidraad 'Paspoorten voor de bouw').
- Zet in op het inzichtelijk maken van de huidige materiaalvoorraad. Dit kan op nationaal niveau, maar ook op lokaal (project)niveau. Daarbij zou de overheid de launching customer en de business controller moeten (willen) zijn.
- Er zijn nog onvoldoende partijen bij één platform aangesloten. Dit is wel nodig om schaalgrootte te kunnen creëren en in de benodigde vraag en aanbod te kunnen voorzien.
- 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 aanbodplatforms of binnen het eigen vastgoedportfolio (van de opdrachtgever).
- Belangrijk aandachtspunt, ten slotte, is de monitoring. Dat wil zeggen dat er afspraken moeten worden gemaakt over de wijze waarop en de frequentie van het monitoren van het correct beheer, onderhoud en gebruik van de materialen (uit de materialenlijst). Dit is nodig om toekomstig hergebruik te borgen en de waarde van de te oogsten materialen niet negatief te beïnvloeden. Denk bijvoorbeeld aan verontreinigingen of toevoeging van natte verbindingen met andere materialen.



Hergebruiken betonnen liggers

SBIR-consortium 'Combinatie Liggers2.0' laat zien dat hoogwaardig hergebruik van betonnen prefabliggers uit te slopen viaducten eenvoudig, veilig en rendabel is. Het project bevindt zich in de pilotfase, waarin het consortium een prototype van zijn circulaire viaduct ontwikkelt.

Het consortium toont aan dat zij de gedemonteerde betonnen liggers veilig in een nieuwe brug of viaduct kunnen plaatsen. Zo behouden ze de functie en de waarde van de liggers en besparen ze niet alleen primaire grondstoffen, maar verminderen ze ook de CO₂-uitstoot en energie. En dus ook (maatschappelijke) kosten.

Het consortium heeft daartoe een methode ontwikkeld om de druklaag te verwijderen met behoud van de aansluitwapening. Daarbij ontstaat alleen cosmetische schade. Ook is onderzocht of de liggers in te korten zijn tot circa 80% van hun originele lengte. In Groningen waren ze namelijk negentien meter lang, voor het nieuwe viaduct moeten ze naar veertien meter worden verkort. Het is hierbij ook mogelijk om voor de gewenste nieuwe toepassing de kruisingshoek aan te passen.
(Bron: Rijkswaterstaat)

De Circulaire Peiler

De Circulaire Peiler vertaalt circulaire prestaties naar een score. De peilstok gaat tot 100. Hoe meer maatregelen die de circulariteit vergroten, hoe hoger het peil.

De Circulaire Peiler is ontwikkeld door waterschap Vallei en Veluwe, op basis van de acht circulaire ontwerpprincipes van Rijkswaterstaat en Witteveen+Bos. Denk aan de principes als 'Niet doen wat niet echt

hoeft', 'Ontwerp toekomstbestendig' en 'Verleng de levensduur van bestaande objecten'. Aan deze circulaire ontwerpprincipes zijn prestaties gekoppeld die een score opleveren op basis van kwalitatieve en kwantitatieve beoordelingen.

Het uitgangspunt voor de tool is de Europese en nationale klimaatdoelstelling voor 2030: 50% minder grondstoffen gebruiken dan in 1990. De Circulaire Peiler is geschikt voor alle fasen van een project: van verkenning tot onderhoud. In elke fase verschilt de weegfactor van de circulaire ontwerpprincipes.

(Zie circulairebouweconomie.nl/interview/circulaire-peiler-een-scoremodel-voor-circulariteit 2022.)

4.4 Juridische uitgangspunten

Het op een nieuwe of vernieuwende manier toepassen van producten en materialen geeft vanuit wettelijk kader aandachtspunten en/of beperkingen. De belangrijkste oorzaak voor deze aandachtspunten en/of beperkingen is vaak 'onbekend maakt onbemind'. Om de voortgang van de circulaire transitie te borgen en ruimte voor versnelling te creëren is een herziening van de traditionele rechtsverhoudingen en daarmee samenhangende verantwoordelijkheden een eerste vereiste. Een samenwerking waarin iedereen bijdraagt aan het teamresultaat (agile samenwerking), met ruimte voor fouten maken en voortdurende en gezamenlijke verbetering, moet de basis gaan vormen voor alle toekomstige samenwerkings- en contractvormen. Voor de introductie en implementatie van de agile samenwerking kan en moet (wellicht) gebruik worden gemaakt van de ervaringen uit bijvoorbeeld de ICT-sector.



Vooral op het juridische vlak zijn aanpassingen nodig om een agile samenwerking in te voeren. Traditionele rechtsverhoudingen (zoals UAV) voorzien geen of niet veel ruimte om (samen) fouten te maken en hiermee agile te werken. Nieuwere samenwerkingsvormen, zoals bouwteam, tweefasencontract en Rapid Circular Contracting (RCC), maken deze nieuwe omgang met verantwoordelijkheid en aansprakelijkheid al gemakkelijker. Bij deze nieuwe samenwerkingsvormen geldt echter dat de vigerende wet- en regelgeving en het veelvoud aan richtlijnen de echte noodzakelijke proces- en productinnovaties nog te veel in de kiem smoren.

Vanuit de agile samenwerking ontstaat wel automatisch een oplossingsvrije ruimte, die materiaaltechnische en/of constructieve innovaties (noodzakelijk voor de circulaire transitie) gezamenlijk gecontroleerd en beheerst mogelijk maakt. Denk bijvoorbeeld aan het hergebruik van vrijkomende componenten, bouwmaterialen of grondstoffen. Maar ook de toepassing van nieuwe, innovatieve grondstoffen en bouwmaterialen (biobased materialen, nieuwe materiaalcombinaties en/of -samenstellingen) of vernieuwende toepassingen van bekende grondstoffen en bouwmaterialen.

Door deze herziening en herverdeling van rechtsverhoudingen en verantwoordelijkheden wordt de toepassing van voornoemde secundaire grondstoffen en/of bouwmaterialen niet langer door het publiekrechtelijk kader belemmerd.

Een agile samenwerking opent bovendien de deur naar het gesprek over eigenaarschap. Eigenaarschap van grondstoffen, bouwmaterialen vanaf ontwerp tot en met het oogsten. Maar ook vanuit dat opdrachtgeverschap verantwoordelijkheid voor het correct en veilig presteren van de constructies die opgebouwd zijn uit deze grondstoffen en bouwmaterialen.

4.5 Financiële uitgangspunten

4.5.1 Inleiding

Financiële uitgangspunten zijn in de huidige economie één van de belangrijkste middelen om een start te maken met het verwezenlijken van een doel. De middelen worden bij de start van een project, programma of gebiedsontwikkeling in de eerste fase met een redelijk ruime marge geraamd. De benodigde financiële middelen worden gedurende de looptijd aangescherpt, d.w.z. de marge op de geraamde benodigde middelen wordt steeds kleiner naarmate men dichterbij het resultaat komt. Tegelijkertijd kunnen financiële uitgangspunten ook tijdens de doorlooptijd van een project, programma of gebiedsontwikkeling significante wijzigingen ondergaan. Bijvoorbeeld omdat externe (economische) of interne ontwikkelingen (nieuw gemeentebestuur, nieuwe speerpunten in beleid van een nieuw college) prioriteiten voor de totaal beschikbare en gelimiteerde (maatschappelijke) middelen bijstelt. Daarbij is belangrijk te onderkennen dat projecten, programma's en gebiedsontwikkelingen in de GWW en de B&U als gemeenschappelijk kenmerk vaak een lange doorlooptijd hebben van vele jaren tot soms decennia.



Early adaptors en early majority

Onafhankelijk van een gekozen ontwerpstrategie zitten circulair en duurzaam werken en ontwerpen voor het overgrote deel in het stadium van de 'early adaptors' en 'early majority'. Dit betekent dat deze markten nog naar volwassenheid moeten worden gebracht.

Producten, processen en diensten in een nog niet volwassen markt hebben vaak nog onvoldoende omzet om tot een optimale marktprijs te komen vanuit het spel van vraag en aanbod. Met andere woorden, men moet tot die tijd met lage(re) omzetten rekening houden. De voor de circulaire ontwerpstrategieën benodigde producten en processen zijn daarom vaak duurder dan standaard niet-circulaire producten en processen.

Ook ten aanzien van financiële uitgangspunten geldt dat deze onlosmakelijk verbonden zijn met de ambitie. In dat geval wordt de balans uitgedrukt en gewogen in de te investeren waarden en gecreëerde waarden (KPI's). In principe logisch, omdat het circulaire besef maakt dat het totale assetmanagement geüpgraded wordt naar waardemanagement.

4.5.2 Gebiedsontwikkeling

Toekomstvisies op de schaal van het gebied of op stedenbouwkundige schaal krijgen een plek 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 en (boven- en ondergrondse) infrastructuur nauwkeurig en juridisch vastgelegd. De opbrengst van de

te ontwikkelen grond bepaalt in veel gevallen de beschikbare financiële middelen voor de gebiedsontwikkeling.

In Nederland wordt de grondprijs vrijwel altijd via de residuele (grond)waarde vastgesteld. De prijs is in deze methode het verschil tussen de verwachte opbrengsten van een te realiseren functie op de grond, zoals woningen of een bedrijventerrein, en de verwachte kosten van de realisatie van de functie, inclusief bouwrijp maken, enz. Als een overheid grond verkoopt of exploiteert (bijv. met erfpacht werkt), dan doet ze dat alleen als de grondexploitatieberekening positief is.

De planoloog rekent de grondexploitatie door of heeft deze jaren geleden al doorerekend, met kengetallen uit de niet-circulaire economie. Zo kan hij voor de inrichting van het gebied berekenen wat een brug kost met kengetallen voor beton, maar (nog) niet wat een brug uit duurzaam hout kost. Een early adaptor of early majority ontwerpteam dat een duurzame brug uit hout wil bouwen, zal dan ook tegen een financieel vraagstuk of knelpunt aanlopen. De houten brug is bijvoorbeeld twee keer zo duur. Daarmee zal een duurzame houten brug niet passen binnen de financiële uitgangspunten.

Om binnen een gebiedsontwikkeling tot duurzame, circulaire oplossingen te komen moet hiervoor aan de voorkant van het proces al aandacht zijn. Samenwerking vanaf de initiële fasen van gebiedsontwikkelingen tussen (lokale) overheid, landschapsarchitecten, stedenbouwkundigen, architecten, juristen en burgers geeft immers meer inzicht in de circulaire mogelijkheden, ambities en de daarvoor benodigde financiële middelen.

4.5.3 De positie van opdrachtgevers hierin

Niet het sturen op kosten, maar het sturen op waardebehoud en op waardecreatie moet voor opdrachtgevers een kernbegrip worden. Hierbij kunnen overheden het voortouw nemen. Een groot deel van de



investeringen die zij doen, creëren belangrijke maatschappelijke waarde, terwijl ze tegelijkertijd financieel onrendabel zijn.

Maar ook het bedrijfsleven kan op waardebehoud en waardecreatie sturen. Gelijktijdig met het realiseren van een businesscase en een verdienmodel. In het boek 'Duurzaam organiseren¹' van Jan Jonker staan veel voorbeelden hierover. Dit vergt echter wel vaak wat omdenken en het loslaten van bestaande structuren, ketens en organisatievormen. Een goed voorbeeld van dit omdenken is 'De Circulaire Weg' (zie kader).

De Circulaire Weg

Circulair werken bij aanleg, beheer en hergebruik van wegen en andere infrastructuur. Daar draait het om bij het partnerprogramma 'De Circulaire Weg'. In dit circulaire businessmodel neemt de aannemer niet alleen ontwerp en onderhoud voor zijn rekening, maar wordt hij ook verantwoordelijk voor de levensduur of het hergebruik van materialen. De opdrachtgever stuurt vooraf op (circulaire) doelstellingen, monitort prestaties en beloont op basis van het behalen van die doelstellingen.

De nieuwe rolverdeling wordt op drie manieren ondersteund in het model:

- in de samenwerking: sturen op samenwerking in de keten en onderling vertrouwen;
- in het contract: heldere afspraken over wederzijdse verantwoordelijkheden;
- financieel: de financiële prikkels ondersteunen circulaire opties in plaats van die tegen te werken.

Dat levert andere meer duurzame keuzes op. In de zes projecten in het eerste programma (2020-2022) waren er sterke circulaire resultaten, zoals verlaging van MKI tot 80% en betere bescherming van de materialen gemeten in de Material Circularity Index (MCI). Om deze resultaten uit te bouwen en verder op te schalen is het vervolprogramma begin 2023 van start gegaan. Hierin werken tien bestaande en nieuwe partners samen aan doorontwikkeling en opschaling aan de hand van zes nieuwe projecten. Eind 2024 worden de eindresultaten van dit programma aan de sector gepresenteerd, inclusief een toolkit met o.a. instrumenten voor aanbesteding, financieel model en contract.

De Circulaire Weg is een samenwerking van onder andere Gemeente Amersfoort, Gemeente Amsterdam, Ballast Nedam, Dura Vermeer, NWB Bank, Rijkswaterstaat, Sweco en TU Delft (zie www.decirculaireweg.nl).

¹ (ISBN 978 90 244 2909 7)



4.5.4 Waardebehoud

Waardebehoud betekent dat al aan het begin van de ontwerpcyclus wordt nagedacht over het gebruik, het beheer en het einde van de gebruiksduur. Maar ook over hoe de samenwerking met een relevante keten en de omgeving het best tot stand kan komen. Het werken met het financiële model Total Cost of Ownership (TCO) geeft inzicht in de totale kosten over de gehele levensduur tot aan oogst (sloop) van assets en de samenstellende elementen en materialen. Een TCO kan (circulaire) financiële prikkels bewerkstelligen. Voorbeelden van die prikkels zijn restwaarde, onderhoudslastenreductie door hogere losmaakbaarheid van elementen en andere boekhoudkundige afschrijvingen en afschrijvingscondities.

In de lineaire bouweconomie 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 2023 in de basis meer. Rekenmodellen volgens de principes van Life Cycle Costing (LCC) en Total Cost of Ownership (TCO) onderschrijven niet alleen argumenten voor circulair ontwerpen. Ze geven ook een beter inzicht in de langetermijnconsequenties van het ontwerp. Dit waardebehoud kan al van belang zijn voor alle bouwprofessionals met een circulaire ambitie die dreigt te stranden op traditionele financiële investeringsmodellen.

Opdrachtgevers doen er dan ook goed aan om te denken vanuit een groter systeem en de onderhanden zijnde circulaire transitie, en niet uitsluitend vanuit de eigen opgave. Dit betekent in organisaties en ketens in transitie dat de prestatie van opdrachtgevers wordt getoetst aan de integraliteit van werken in het maatschappelijk veld en niet alleen meer op

budgetdiscipline en beleidsdoelen van de eigen organisatie. Het ontwerpteam kan hen daarbij adviseren in onder andere de nieuwe raakvlakken en belanghebbenden in de nieuwe en wijdere omgeving.

Opdrachtgevers kunnen de waarde in bestaand vastgoed en bestaande infrastructuur inzetten voor een volgende levenscyclus. Dit vraagt ook om een herbezinning op het economisch instrument van financieel afschrijven op de boekhoudkundige balans, die vaak leidt tot stort en vernietiging van bruikbare materialen en assets. Een financiële werkwijze die leidt tot vernietiging van zaken die waarde hebben, aanspraak maakt op primaire grondstoffen en het milieu belast in de productie van nieuwe materialen, assets en goederen. Kortom, het omgekeerde van de drie te bereiken duurzaamheidsdoelen. Dit is relevant bij aanpassing, vervanging en renovatie van gebouwen (B&U) en infrastructuur (GWW). Het verlengen van de levensduur van bestaande objecten en componenten en het borgen van de waarde in een langetermijnvisie kan een ommekeer bewerkstelligen.

4.5.5 Waardecreatie

Onze huidige economie maakt het ons te gemakkelijk. Onder meer de milieuschade die wordt veroorzaakt in een productieproces en de sociale maatschappelijke schade die wordt veroorzaakt door het gebruik van arbeid in lagelonenlanden, verrekenen we niet in het economisch verkeer van vraag en aanbod. Deze kosten worden geëxternaliseerd. Dit leidt tot een veelvoud aan crises waarvoor we nu de oplossingen moeten vinden. Denk aan bijvoorbeeld de klimaatcrisis (externaliseren van broeikasgasemissies) en biodiversiteitscrisis (externaliseren van broeikasgasemissies en milieuschade). Hierdoor verleggen we de kosten van onze welvaart naar een tijd na ons (voor de generaties na ons) en naar andere locaties.

Door het verminderen en uiteindelijk stoppen van het externaliseren van kosten kennen we waarde toe aan een goed leefmilieu en doen we recht aan arbeid in lagelonenlanden, klimaatbehoud en behoud van onze eigen en enige biosfeer waarin wij mensen en de generaties die na ons volgen, kunnen (over)leven.

In de regel wordt een van de twee volgende methoden gebruikt om geëxternaliseerde kosten (zoals de CO₂-prijs) of negatieve externe effecten als maatschappelijke waarde zichtbaar te maken.

De eerste methode, die gebaseerd is op preventiekosten, relateert de kosten die moeten worden gemaakt om het afgesproken doel (bijv. een CO₂-reductie of een verminderde milieu-impact) te bereiken op de gekozen tijdslijn. We nemen voor deze berekening de duurste beschikbare techniek die ingezet wordt om de beleidsdoeleinden te behalen. Vervolgens rekenen we de kosten hiervan terug naar vandaag de dag (bijv. met een Netto Contante Waarde-berekening) in euro's per eenheid van de geëxternaliseerde kosten (bijv. een euro/ ton CO₂-emissie).

De tweede benadering komt uit de maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA), waarbij de kosten van het menselijk handelen niet meer worden geëxternaliseerd. De schadekosten worden berekend. De uitkomst van een MKBA geeft de bereidheid van deze generatie weer om kosten nu te dragen en daarmee kosten in de toekomst voor toekomstige generaties te vermijden. Deze methode leidt vaak tot hogere waarden dan die met de methode van preventiekosten. Dit is mede omdat de MKBA-methode sterk afhankelijk is van de gekozen discontovoet in de berekeningen.

Een risico van de (in het algemeen lagere) preventiekosten, die veelal 'vandaag de dag' moeten worden gemaakt, is dat het bereiken van het gestelde doel niet tijdig wordt gerealiseerd. De (vaak hogere) maatschappelijke kosten uit een MKBA kunnen de bestaande economie sterk verstoren en schieten daarmee het doel voorbij. Een keuze tussen beide methoden is nog niet gemaakt. Er is nog geen sprake van normering

en de keuze is veelal gevoelig voor de doelstellingen van de organisatie die de berekeningen maakt.

Een voorbeeld van het uitwerken van maatschappelijke kosten en baten staat in het rapport van het Klimaatverbond (oktober 2022) 'Rekening houden met de Toekomst - Afwegingskader voor CO₂e in provinciaal beleid'. Dit rapport is in opdracht van de provincie Utrecht opgesteld.

Een voorbeeld van het gebruik van preventiekosten vinden we in een prijsbepaling voor een ton CO₂-uitstoot, zoals de gemeente Amsterdam deze sinds april 2023 hanteert voor het berekenen van de voordelen van investeringen in duurzame energie en brandstoffen. De CO₂-prijzen zijn in Nederland centraal voorgeschreven door het Centraal Planbureau en het Planbureau voor de Leefomgeving op basis van drie verschillende WLO (Welvaar en Leefomgeving) -scenario's: laag, hoog en het 2°C-scenario. Deze scenario's zijn in 2015 opgesteld, voorafgaand aan het Klimaatakkoord van Parijs (helpt minder CO₂-uitstoot in 2030).

Tabel 1 – Overzicht broeikasgastreductie

	Broeikasgas-reductie in Nederland in 2030 t.o.v. 1990	Broeikasgas-reductie in Nederland in 2050 t.o.v. 1990	Prijs in €/tCO ₂ -eq. in 2015 (in 2015 prijzen)	Prijs in €/tCO ₂ -eq. in 2030 (in 2015 prijzen)	Prijs in €/tCO ₂ -eq. in 2050 (in 2015 prijzen)
Laag	30%	45%	12	20	40
Hoog	40%	60%	48	80	160
2-graden ondergrens	45%	~80%*	60	100	200
2-graden bovengrens	45%	~95%*	300	500	1.000

Bron: (CPB & PBL, 2016a; 2016b).

* Waarden zijn in de studies niet zo gerapporteerd, maar zo geïnterpreteerd naar aanleiding van overleg tussen de auteurs van deze studies en de onderzoeker (CE-Delft) die deze tabel heeft opgesteld.



De gemeente Amsterdam heeft haar beleid over de reductie van CO₂-uitstoot aangescherpt. Zo is de doelstelling CO₂-emissiereductie aangepast naar 60% reductie in 2030, en 95% reductie in 2050 ten opzichte van 1990. Dit komt overeen met het beperken van de opwarming van de aarde met 1,5 °C, volgens de aangescherpte Europese afspraken. Het WLO-scenario, dat het meest overeenkomt met de nieuwe doelstelling van de gemeente Amsterdam, is het 2°C-bovengrensscenario (zie [figuur 5](#)). De doelstelling voor 2030 bij de bovengrens van het 2°C-scenario is minder streng dan de voorgenomen doelstelling van de gemeente, maar dit landelijk vastgestelde scenario komt het dichtst bij de nieuwe afspraken. De uit dit scenario afgeleide prijs van € 500 per ton CO₂-eq. in 2030 is naar verwachting nog een onderschatting van de daadwerkelijke benodigde preventiekosten. De prijs van € 1.000 per ton CO₂-eq. in 2050 komt meer overeen met de doelstelling van de gemeente in 2050.

Hiermee vervangt de gemeente Amsterdam de vanaf 2016 gehanteerde prijs uit het 2°C-ondergrensscenario door de prijs uit het 2°C-bovengrensscenario.

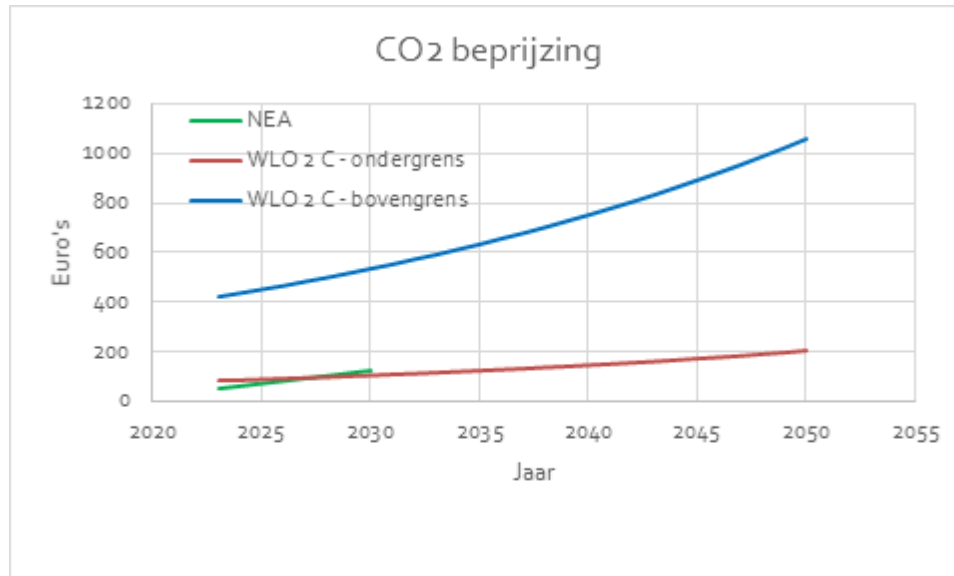
Verwacht wordt dat de Nederlandse overheid de te hanteren WLO-scenario's in 2024 gaat herzien. Dit is nodig om te voldoen aan de hogere ambitie binnen Europees verband. De prijs per ton CO₂-emissie komt dan naar verwachting vooral voor de eerstkomende jaren hoger te liggen, en komt dan overeen met de nieuwe maatschappelijke kosten waarmee de gemeente Amsterdam sinds april 2023 rekent.

De preventiekosten worden door de gemeente gebruikt bij investeringsbeslissingen waarin de maatschappelijke waarde van de overstap naar een duurzaam alternatief wordt gewogen. De CO₂-prijzen kunnen daarnaast als EMVI-criteria worden gebruikt in een aanbesteding.

European Union Emissions Trading System (EU ETS)

Het Europese systeem voor emissiehandel (afgekort EU ETS, van het Engelse European Union Emissions Trading System) is het eerste grote systeem voor het verhandelen van uitstootrechten van broeikasgassen in de wereld.. Het systeem is gebaseerd op de Europese richtlijn 2003/87/EC en trad in 2005 in werking om de opwarming van de aarde tegen te gaan. In 2013 vielen meer dan 11.000 fabrieken, elektriciteitscentrales en andere installaties met een nettowarmteoverschot van 20 MW onder het systeem. Deze bevinden zich in de lidstaten van de Europese Unie en in IJsland, Noorwegen en Liechtenstein. De installaties samen zorgen voor ongeveer de helft van de CO₂-emissies en 40% van de totale broeikasgasemissies van de EU.

Het systeem is een 'cap and trade'-systeem. Een maximumuitstoot van broeikasgassen die kunnen worden uitgestoten, wordt bepaald. Dan worden de rechten om uit te stoten geveild (of in sommige gevallen weggegeven). Vervolgens kunnen bedrijven deze rechten verhandelen. Installaties moeten zelf hun CO₂-emissies meten en rapporteren. Wanneer een bedrijf meer uitstoot dan het rechten heeft, moeten er rechten worden bijgekocht. Omgekeerd kan een bedrijf zijn rechten verkopen wanneer het minder uitstoot.



Figuur 5 – De kosten per ton CO₂-uitstoot gebruikt door de Nederlands Emissieautoriteit (NEA).



5 Rollen ^{[BMvd(E19)][ZS20]} 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 en verantwoordelijkheden van die actoren. En ten slotte maken we inzichtelijk hoe (digitale) informatie een belangrijke rol speelt om de samenwerkingen tussen actoren vorm te geven.

5.2 Ecosysteem

5.2.1 Inleiding

Onder druk van duurzaam bouwen is de traditionele, lineaire 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 keten te maken, maar ontstaat er een nieuw speelveld. Een speelveld waarin actoren zich anders tot elkaar verhouden. Circulariteit leidt tot het parallel trekken van belangen. Bestaande objecten en materialen, nieuw toe te voegen 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 (of netwerk) in plaats van een ontwerpketen.

5.2.2 Veranderend proces

Het verschil tussen een lineair en een circulair bouwproces illustreren we met figuur 6. De fasering in een traditioneel, lineair proces is opgedeeld in blokken met elk een afgebakend begin en eind. In een lineair ontwerpproces is de sloopfase echter zelden vertegenwoordigd. Het toepassingsgebied van het ontwerp houdt vaak op bij keuzes over beheer en onderhoud of loopt in het slechtste geval tot aan 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 eigenlijk oneindig en dwingt dus tot het leveren van prestaties (in de vorm van waarden) die objectoverstijgend zijn. Voor de keten betekent dit dat de traditionele, lineaire rollen van *aanbieders* en *afnemers* veranderen in respectievelijk circulaire *toepassers* en *gebruikers*. Zij staan voor de opvolging van meerdere cycli in wederzijds contact met elkaar.

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 van de ontwerpers in een lineair proces loopt tot en met de oplevering, eventueel gevolgd door een garantietermijn. De ontwerpverantwoordelijkheid in een circulair proces is prestatiegericht over de gehele cyclus van het bouwwerk en de grondstoffen.

Dit maakt een circulair proces complexer. Zo zijn er over een langere periode meer relaties, meer stakeholders en meerduidige doelen. Alle levensfasen van een bouwwerk (initiatief, ontwerp, bouw, beheer & onderhoud, demontage en volgende cycli) zijn van belang in de ontwerpfase van een circulair bouwwerk. Al deze cycli moeten daarom in een circulaire ontwerpstrategie een plek krijgen.



Vaak wordt gekozen voor bouwteamachtige samenwerkingen. Maar daarbij vraagt het extra aandacht hoe partijen met elkaar samenwerken die “normaal” optreden als opdrachtgever of als (onder)aannemer. Moeten hun rollen anders worden? Lukt dat in een uniek project of geven we de voorkeur aan partners die al langer circulair samenwerken? Kunnen we dat als team regelen en zo nodig bijsturen? Het beste voor langetermijn duurzaamheid is om structureel en integraal samen te werken, maar dit behoeft commitment van alle deelnemers en permanente aandacht, en zo nodig bijsturen.

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

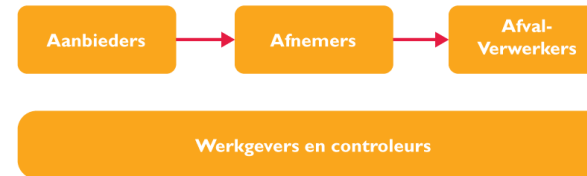
De toe te passen strategieën voor het ontwerpen van een circulair bouwwerk zijn uitgewerkt in hoofdstuk 6 van deze leidraad. De strategieën onderscheiden zich door het gebruik van bestaand of hernieuwbaar materiaal, de integratie van beheer- en onderhoudsbudgetten of het koersen op restwaarde. Ze benadrukken daarmee diverse uitgangspunten. Afhankelijk van de gekozen strategie (of combinatie van strategieën) ziet het daarvoor benodigde ecosysteem er daarom anders uit.



Traditionele fasering



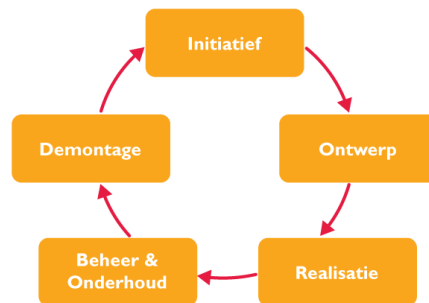
Traditionele Keten



We hollen systematisch grondstoffen uit en produceren eindeloos afval

We slaan bij ieder hergebruik opnieuw materiaal op in een product

Circulaire fasering



Circulair ecosysteem



[BMvd(E21)][ZS22]

Figuur 6 – Lineaire versus circulaire projectfaseringen



5.2.3 Rollen en competenties

In een circulair ontwerpproces zijn, naast de bekende rollen in een traditioneel (lineair) ontwerpproces, andere, deels nieuwe rollen nodig. Een voorbeeld van een nieuwe rol is die van aanjager voor het circulair ontwerpproces: iemand die de circulariteitsambitie vanaf het initiatief oppakt en deze voortdurend bewaakt. Deze en andere rollen kunnen worden ingevuld door bestaande actoren, maar vragen soms ook om de toevoeging van nieuwe actoren. Een visie hierop is reeds beschreven in de Platform CB'23-leidraad 'Paspoorten voor de bouw' versie 2.0 (bijlage C). Ook de leidraad 'Circulair inkopen' gaat uitgebreid in op ketenpartners en het formuleren en bewaken van het circulaire ambitieniveau.

Rollen kunnen onderverdeeld worden in vier categorieën: initiatiefnemers, ontwerpers/adviseurs, uitvoerders en controleurs. Voorbeelden van rollen in deze categorieën zijn ontwikkelaar, architect, aannemer en handhaver. Bij circulaire ontwerpteams vervagen de grenzen tussen deze categorieën en de actoren. Ook worden aanvullende circulaire rollen en/of actoren gevraagd, zoals aanjager circulariteit, materiaal scout, dataminer, enz. De rollen die traditioneel volgordelijk waren, geven nu voortdurend inbreng in het circulaire ontwerpteam.

De aanvullende rollen en/of actoren dragen door middel van hun specifieke competenties bij aan een circulair ontwerpproject. Een producent van bouwmaterialen kan bijvoorbeeld zijn kennis en expertise inzetten om de herbruikbaarheid van een bouwcomponent te kunnen waarborgen. In [bijlage II](#) is een inventarisatie opgenomen met bekende en minder bekende rollen en/of actoren en de bijbehorende gevraagde (nieuwe of veranderende) competenties.

Eén actor kan overigens meerdere rollen hebben. Dit zal vooral bij kleinere projecten vaak het geval zijn. Daarnaast kan een rol veranderen in een volgende fasering. Een (sloop)aannemer kan bijvoorbeeld tijdens een ontwerpfase een adviserende rol hebben. Daarna kan die partij

tijdens de aanbestedingsfase de rol van waardecreator (prijsbepaling) en tijdens de realisatiefase die van uitvoerder aannemen.

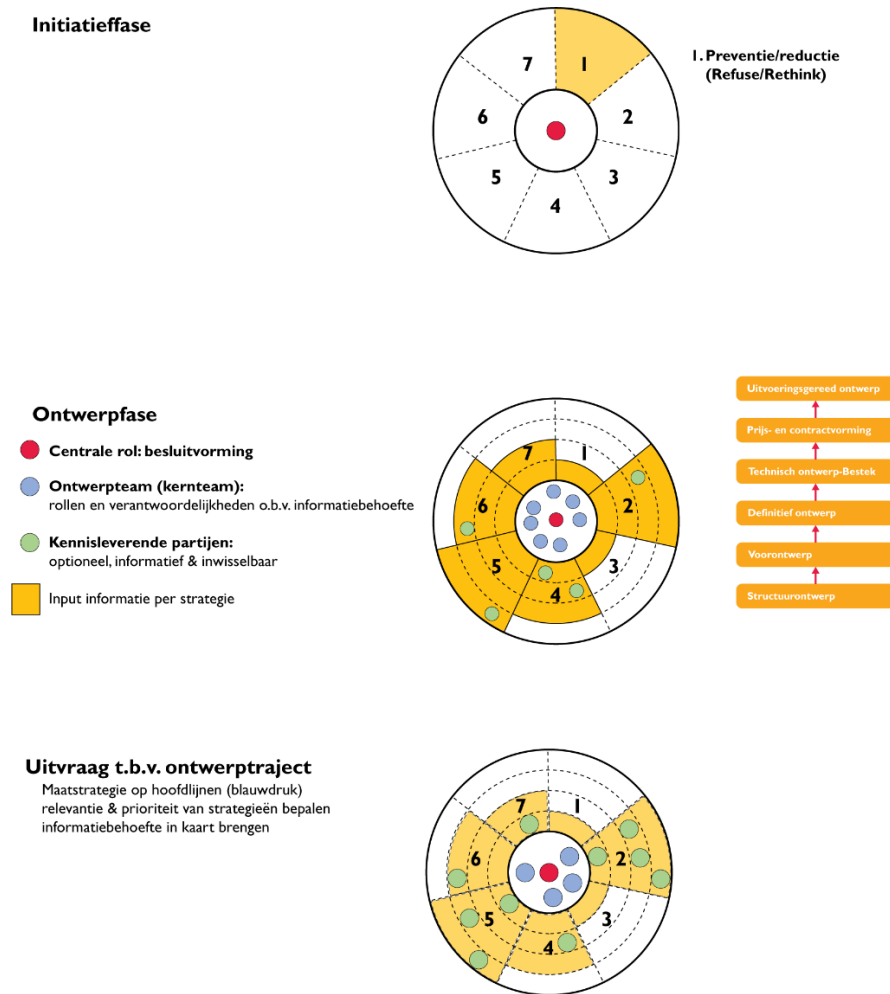
5.2.4 Inzichten in samenhang tussen rollen

Om een passende samenwerkingsvorm te vinden kan de *Samenwerkingsschijf* voor een circulair ontwerpproces worden ingezet ([figuur 7](#)). Deze tool geeft – per levenscyclusfase – weer hoe een kernteam invulling geeft aan verschillende circulaire ontwerpstrategieën. Dit kernteam staat, samen met een besluitvormer, centraal in een project. Het is daarbij afhankelijk van informatie en acties van andere actoren. Die vormen samen met het kernteam en de besluitvormer het ontwerpecosysteem. De *Samenwerkingsschijf* helpt bij het inzichtelijk maken van dat ecosysteem. De tool visualiseert de gewenste aandacht per strategie, en maakt inzichtelijk hoezeer bepaalde actoren (rollen) worden betrokken bij het proces. De aandacht voor de verschillende ontwerpstrategieën verandert gedurende de levenscyclus van een bouwwerk. Voor elke fase kan een schijf worden opgesteld. Door die schijven aan elkaar te rijgen (of te stapelen) kunnen de veranderingen over de tijd inzichtelijk worden gemaakt. Meer specifiek over de Samenwerkingsschijf:

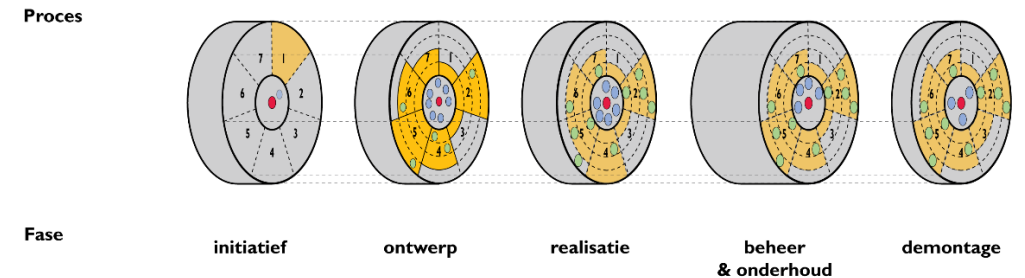
- Per levenscyclusfase kan een uitsnede ('schijf') ingevuld worden die de relatieve aandacht voor de zeven mogelijke circulaire ontwerpstrategieën ([zie hoofdstuk 6](#)) inzichtelijk maakt. Een schijf geeft zodoende een momentopname weer.
- De schijf toont de focus van een projectteam op de verschillende ontwerpstrategieën. Meer aandacht voor een bepaalde strategie wordt visueel gemaakt door middel van een groter (gekleurd) segment in de schijf.
- Afhankelijk van de verdeling tussen de ontwerpstrategieën worden per fase de rollen in het team bepaald. Per fase kan het ontwerpteam er dus anders uit komen te zien.



- Met gekleurde stippen worden de verschillende rollen in een team weergegeven. Centraal (bijv. rood) is de besluitvorming (initiatiefnemer/opdrachtgever) met daaromheen (blauw) het ontwerpteam (kernteam) en daarbuiten de informatie- of andere input-leverende partijen (groen).
- De levenscyclus van een bouwwerk wordt horizontaal weergegeven, te beginnen met de initiatieffase. Verschillende Samenwerkingsschijven na elkaar tonen zo hoe het ecosysteem van met elkaar samenwerkende actoren in de tijd wijzigt.



Figuur 7^{[BMvd(E23)][BMvd(E24)][ZS25]} – Samenwerkingsschijf voor ecosysteem circulair ontwerpproces (gedurende initiatief, uitvraag en ontwerp)



Figuur 8 – Samenwerkingsschijf over verschillende levenscyclusfasen met verschuiving van aandacht voor diverse strategieën^{[BMvd(E26)][ZS27]}



Stappenplan samenwerking

De volgende stappen geven een suggestie hoe de Samenwerkingsschijf kan worden toegepast.

1: Definitie

Net als bij een traditionele ontwerpopgave definieert de initiatiefnemer in de initiatieffase het project. Naast de traditionele definitiefase van een project bepaalt de initiatiefnemer de ambitie voor circulariteit. Als de initiatiefnemer over onvoldoende kennis beschikt om de ambitie te kunnen bepalen, wordt het team aangevuld met een partij met de benodigde kennis (zoals de nieuwe rol 'aanjager circulariteit').

2: Preventiecheck

Samen met een eventuele aanjager circulariteit overweegt de initiatiefnemer in die eerste fase de strategie Preventie (het eerste segment in de tool). Hierbij kunnen ontwerpers al aanhaken. Als preventie op projectniveau geen haalbare strategie is, zet het team de volgende stap in het ontwerpproces.

3: Kennisdefinitie

Op basis van de initiatieffase en de ambitie op het gebied van circulariteit wordt het eerste segment van de schijf ingevuld. Dit kan met behulp van de routekaart ([hoofdstuk 6](#)). Op basis daarvan definieert de initiatiefnemer welke kennis noodzakelijk is voor het circulaire ontwerpproces. Het is raadzaam om gedurende deze stap ook een circulariteitsmanager aan te wijzen (of toe te voegen) om te bewaken dat projectinzet ook daadwerkelijk leidt tot het behalen van circulariteitsdoelstellingen.

4: Rollen in maatwerkstrategie

Voor de eerste (ontwerp)fase stelt het ontwerpteam vervolgens op basis van het eerste segment de maatstrategie en de aandachtsgebieden voor de zeven ontwerpstrategieën vast. Het ontwerpteam legt per strategie concrete circulariteitsdoelstellingen vast. Daarna maakt het ontwerpteam

een analyse van de benodigde kennis en informatie. Op basis van deze analyse bepaalt het ontwerpteam of aanvulling nodig is met specifieke kennis (flexibele schil met kennisleverende partijen). Dit kan aan de hand van de volgende substappen:

Bepalen rollen per strategie

4.1 Divergeer: Plan een kick-offmeeting met het ontwerpteam en ontwikkel het eerste segment uit de Samenwerkingsschijf. Gebruik hiervoor de routekaart ontwerpstrategieën uit [hoofdstuk 6](#).

4.2 Convergeer: Identificeer welke kennis en actoren noodzakelijk zijn bij een of meer toe te passen ontwerpstrategieën. Verwijder de actoren voor de overige, niet toe te passen ontwerpstrategieën.

4.3 Specificeer: Organiseer een brainstorm per gekozen ontwerpstrategie. Identificeer kansen en bedreigingen per ontwerpstrategie.

4.4 Identificeer: 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 ([bijlage II](#)). Actoren kunnen meerdere malen bij verschillende strategieën worden toegevoegd. Als dezelfde actor bij alle strategieën aan bod komt, wordt aangeraden dat die actor onderdeel van het ontwerpteam wordt.

4.5 Organiseer: Organiseer en verdeel de geselecteerde rollen over de actoren in het ontwerpteam of zoek actoren buiten het ontwerpteam om bepaalde rollen in te vullen. Leg de gemaakte afwegingen vast in een werkdocument *Circulaire samenwerking*.



5: Herhaal per fase

Voor elke volgende (ontwerp)fase (VO-DO-TO) worden stappen 1 t/m 5 herhaald. Zo ontstaat per fase een nieuwe schijf. Veranderingen worden vastgelegd door het werkdocument *Circulaire samenwerking* te actualiseren.

In [bijlage III](#) staan per strategie suggesties voor aanvullende ontwerprollen.

Ontwerpecosysteem

Het samenstellen van een ontwerpteam kan aan de hand van de Samenwerkingsschijf. Veelvoorkomende kernrollen zijn die van projectmanager, architect, constructeur, installatieadviseur en bouwfysisch adviseur. In de basis verschillen deze rollen weinig van een traditioneel ontwerpteam. Om maximale circulariteit te kunnen realiseren zullen aan het ontwerpteam voor een circulair project echter ook andere rollen aan het ontwerpteam worden toegevoegd, te beginnen met een circulariteitsmanager, die o.a. verantwoordelijk is voor het aanjagen van circulariteit en het bewaken van de circulaire doelen. Als vanwege de omvang van een project het niet haalbaar is om een circulariteitsmanager aan te stellen, kan bijvoorbeeld een van de kernteamleden de rol van circulariteitsmanager en/of aanjager circulariteit op zich nemen. Deze rol, met de bevoegdheid om continu aandacht te vragen voor de meest circulaire oplossingen, is belangrijk om niet in oude gewoonten te vervallen.

Na het vaststellen van het kernteam kunnen, gerelateerd aan de gekozen circulaire ontwerpstrategieën, rollen aan het ontwerpteam worden toegevoegd. Het toevoegen van een partij kan incidenteel plaatsvinden, als bijvoorbeeld specifieke kennis over een bepaald onderdeel gewenst is, of mogelijk ook structureel, omdat bijvoorbeeld gedurende het ontwerptraject donormaterialen moeten worden gevonden en worden ingekocht (rollen als dataminer of inkoper). De Samenwerkingsschijf is zo

een hulpmiddel om per ontwerpfase inzichtelijk te maken welke rollen aan het kernteam kunnen of moeten worden toegevoegd.

Het resultaat is een ecosysteem: een netwerk van actoren (met hun specifieke rollen) die onderling afhankelijk zijn voor het realiseren van circulariteitsambities.

5.3 Meervoudige waardecreatie

5.3.1 Waardesoorten

Een circulair ontwerp is niet enkel door financiële waarde gedreven. In paragraaf 4.5.4 en 4.5.5 zijn het belang van waardebehoud en waardecreatie in het circulaire ontwerpproces al aan de orde gekomen. De actoren in een ecosysteem creëren op ontwerpmomenten meervoudige waarden. Daarbij is er in de circulaire samenwerking meer aandacht voor (in vergelijking met een lineair ontwerpproces) dat een waarde niet ten koste gaat van andere waarden. De *Value Hill* (zie figuur 8) en het *Framework Circular Design* zijn bestaande tools die dit inzichtelijk kunnen maken.

De te realiseren (meervoudige) waarden vallen onder onderstaande zes waardesoorten (Six Capital model, IRC, z.d., [Centrum Meervoudige Waardecreatie](#), HAN^[BMvd(E28)]):

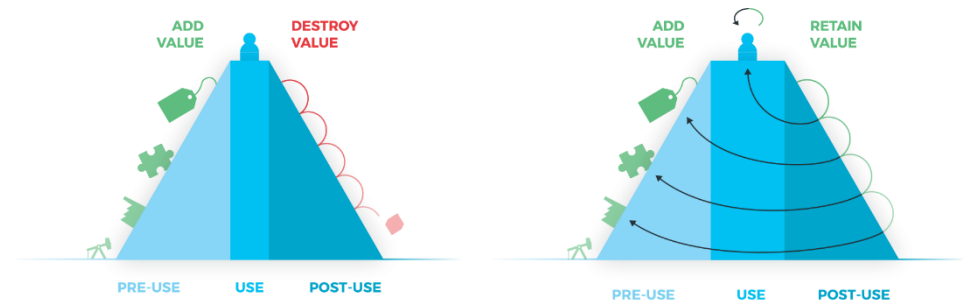
1. Financiële waardesoort: financiële middelen (zoals financiering, subsidies, investeringen of omzet) waarmee een organisatie producten en/of diensten kan maken.
2. Menselijke waardesoort: middelen uitgedrukt in menselijk vermogen (zoals ervaring, kennis, motivatie) waarmee producten of diensten kunnen worden gerealiseerd.
3. Sociale en relationele waardesoort: middelen uitgedrukt in sociaal vermogen (zoals relaties, connectie, informatiedeling) waarmee producten of diensten kunnen worden gerealiseerd.



4. Intellectuele waardesoort: middelen uitgedrukt in unieke kennis (zoals patenten, copyrights, software, rechten en licenties) waarmee producten en diensten voor anderen kunnen worden gemaakt.
5. Materiële waardesoort: 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 waardesoort: 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.

Value Hill

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. Het is nuttig om deze momenten en waarden in een gezamenlijk model visueel te maken en met elkaar te blijven volgen tijdens het ontwerpproces. De Value Hill biedt hiervoor een duidelijk kader. Zie voor meer informatie [The Value Hill](#), [Circle Economy](#) en [Circulaire businessmodellen](#), CIRCO.



Figuur 8 – The Value Hill en de omgang met waarde (links: traditioneel, rechts: circulair)

Framework Circular Design

Om de plaats van het ontwerp (toepassingsgebied) te beschrijven kan het projectteam op basis van de beoogde meervoudige waardecreatie eerst het totale plaatje schetsen. Daarvoor biedt het Framework Circular Design van Circonnect een handige waardematrix met vier ontwerp-foci (grondstoffen en productie, gebruikswaarde na gebruik en rethink) en drie ontwerpdimensies (bouwwerk/product en dienst, businessmodel en waardesysteem).

5.3.2 Waardematrix

Het ontwerpecosysteem kan worden verdiept met behulp van een waardematrix, die de waardecreatie en waarde-effectuering tussen ontwerpketenpartners inzichtelijk maakt (tabel 2). De matrix toont op beide assen alle projectactoren en heeft als doel om te specificeren hoe een partij waarde creëert voor een andere partij (die die waarde effectueert).



Een voorbeeld. Stel dat een adviseur voor een initiatiefnemer een modulaire brug met behulp van een uitvoerder van brugonderdelen heeft gecreëerd. Hierin valt een aantal waardetransacties 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): De adviseur geeft financiële middelen aan de uitvoerder voor zijn materiële waarde van modulaire brugonderdelen.

In de complete matrix zal elke betrokkene minstens op één interactie waarde moeten toevoegen. Hoe meer verweven, hoe intensiever de relatie met het circulaire bouwproject.

Tabel 2^{[BMvd(E29)][NO30][ZS31]} – Waardematrix voor ontwerpketen met twee uitgewerkte voorbeelden voor een modulaire brug

		Waarde-effectuering voor			
		Initiatiefnemer	Adviseur	Uitvoerder	Controleur
Waarde creatie door	Initiatiefnemer		Financiële waarde: betaling (T1)	...	...
	Adviseur	Intellectuele waarde: kennis over flexibel en toekomstbestendig bouwen (T1)		Financiële waarde: betaling (T2)	...
	Uitvoerder	...	Materiële waarde: modulaire onderdelen (T2)		...
	Controleur	...	...	...	



5.4 Informatiebehoeften

5.4.1 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 et al., 2021). Onderzoek laat bijvoorbeeld zien dat ontwerpende partijen informatie nodig hebben uit voorgaande én toekomstige sloopfasen (Van den Berg, 2019). Goede informatie is essentieel om de juiste keuzes te maken. Zo kunnen sloopaannemers ontwerpers informeren over bouwmaterialen die reeds bij de demontage zijn vrijgekomen of nog gaan vrijkomen, 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 praktische handvatten aan, zoals een informatiebehoeftematrix.

5.4.2 Informatie 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.

Ontwerpteam 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 hun verhouding tot elkaar en de wijze waarop zij met elkaar het proces vormgeven, echter wel 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.

Goede informatiepunten voor informatiestandaarden (zoals IFC, ETIM enz.) en afspraken hierover zijn: [BIM Loker](#) en/of [DigiGO](#) (Digitaal samenwerken in de Gebouwde Omgeving).

Ambities bepalen informatiebehoefte

De initiatiefnemers stellen in een 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 vraagspecificatie, visie/toepassingsgebied, 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), MCI (Madaster). Voor GWW- projecten helpt bijvoorbeeld het [Ambitiweb](#) om het ambitieniveau op 12 duurzaamheidsthema's te beschrijven.



Daarvoor bevat het Ambitiweb drie niveaus: *Inzicht* (huidige duurzaamheidsbelasting per thema), *Concrete doelstellingen* en *Toegevoegde waarde* (geen negatief effect tot positief), waarbij een volgend niveau alleen samen met alle vorige te bereiken is.

Met informatie uit deze documenten is het vervolgens aan de adviseurs om in samenspraak met de initiatiefnemer een (circulaire) 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. 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. Elk project heeft namelijk weer andere uitgangspunten, randvoorwaarden en eisen.

Erkende meetmethoden

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 beginnen 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.

5.4.3 Informatiebehoeftematrix

Om te weten welke specifieke informatie de verschillende ontwerppartijen nodig hebben, is het handig om een informatiebehoeftematrix op te stellen. Hierin staat welke actor binnen zijn rol(len) behoefte heeft aan welke informatie, wie die informatie aanlevert, op welk moment en op welke wijze (format). 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 ontwerp fase. Daarna kan deze matrix gedurende de opeenvolgende fasen worden bijgehouden en aangepast. De matrix is ook bedoeld als onderlinge afspraak om te garanderen dat benodigde informatie beschikbaar wordt gesteld.

Tabel 3 geeft een algemene opzet voor deze informatiebehoeftematrix. De matrix bevat een informatievraagzijde en een informatieaanbodzijde. De verschillende partijen zijn onderverdeeld in de voor deze leidraad vier bekende categorieën (zie [paragraaf 5.3.2](#)): initiatiefnemers, adviseurs, uitvoerders en controleurs. Per partij staat in elke cel welke informatie zij van de andere actoren nodig hebben voor hun besluitvorming of ontwerpactiviteit. Een notitie van een opdrachtgever met circulaire performance-indicatoren is een voorbeeld van informatie die een opdrachtgever (informatieaanbod) aan adviseurs als input (informatievraag) verstrekt voor de uitwerking van het circulaire ontwerp.



Tabel 3 – Format voor een informatiebehoeftematrix

		Informatieaanbod			
		Initiatiefnemer	Adviseur	Uitvoerder	Controleur
Informatievraag	Initiatiefnemer				
	Adviseur				
	Uitvoerder				
	Controleur				

Per cel vullen de actoren samen SMART in welke informatie zij van elkaar verwachten, uitgewerkt in:

- Welke informatie
- In welke vorm (format, medium)
- Wanneer (in de planning/fase)
- T.b.v. welke strategie(ën)

Afspraken over de wijze van informatieverstrekking omvatten diverse standaarden en (bestands)formaten. Maak daarbij gebruik van open standaarden en standaarden die de overheid heeft aangewezen ([Forum Standaardisatie](#)). Vooral door toenemende digitalisering zijn deze afspraken essentieel voor het beschikbaar maken en het langdurig toegankelijk houden van informatie. Waar mogelijk kan interne informatie parallel lopen met door derden vereiste informatie zoals het Opleverdossier uit de Wet kwaliteitsborging en de aangekondigde EU-regeling QR-code voor ontsluiten van productinformatie door gebruikers.

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 een specifieke matrix worden ingevuld.

Voorbeeld uitwerking actoren met een informatiebehoeftematrix

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



Wanneer alle actoren (met hun respectievelijk rollen) aan de kant van de informatiebehoefte dit proces doorlopen, ontstaat een compleet gevulde matrix. Aan de hand van deze matrix is er niet alleen inzicht in de informatiebehoefte, maar ook in de wijzen waarop aan die behoeften kan worden voldaan. Dit kan als basis dienen voor het maken van afspraken over informatieverzameling en -verstrekking.

Een praktisch stappenplan om deze matrix toe te passen is te vinden in bijlage IV.



Tabel 4 – Voorbeeld ingevulde (circulaire) informatiebehoeftematrix B&U

			Informatieaanbod				
			Initiatiefnemers	Adviseur	Adviseur	Adviseur + Uitvoerder	Controleur
			Opdrachtgevers	Architect/Ingenieur	Constructeur	Sloopaannemer	Ambtenaar BWT
Informatievraag	Initiatiefnemers	Opdrachtgevers		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.
	Adviseur	Architect/ingenieur	Ambitie/ontwerpwensen opdrachtgever, circulair materialen op diverse vlakken ingezet. 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.
	Adviseur	Constructeur	Ambitie/ontwerpwensen 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.
	Adviseur + Uitvoerder	Sloopaannemer	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 (BLVC-plan, sloopplan, stoffen inventarisatie, enz.).



	Controleur	Ambtenaar B&W toezicht	Definitief ontwerp voor goedkeuring.	Definitief ontwerp voor goedkeuring.	Definitief ontwerp voor goedkeuring.	Aanleveren materialenpaspoort en demontage (ook schadelijke stoffen).	
--	------------	------------------------------	---	---	---	--	--



6 Ontwerpstrategieën

6.1 Zeven keuzes voor een circulair ontwerp

Elke bouwopgave heeft specifieke kansen en randvoorwaarden om een circulair ontwerp te realiseren. Een inventarisatie van de kansen in de initiatieffase van een ontwerpproces is essentieel om het ontwerpteam een goede start te geven en relevante circulaire ontwerpstrategieën te kiezen. Dit hoofdstuk behandelt zeven strategieën, die in vier thema's zijn onderverdeeld. In het ontwerpproces moeten op bepaalde momenten keuzes worden gemaakt om de strategieën te realiseren, en de thema's geven hierbij houvast in de vorm van een routekaart.

A. Voorkomen en D. Optimaliseren

1. Preventie

B. Toekomstwaarde

2. Ontwerpen voor kwaliteit en onderhoud

3. Ontwerpen voor adaptiviteit

4. Ontwerpen voor losmaakbaarheid en herbruikbaarheid

C. Materiaalwaarde

5. Ontwerpen met hergebruikte delen van bouwwerken

6. Ontwerpen met secundaire grondstoffen

7. Ontwerpen met hernieuwbare grondstoffen

De strategie Preventie komt tweemaal voor, omdat de grootste impact te maken valt door zo min mogelijk grondstoffen aan te spreken bij het

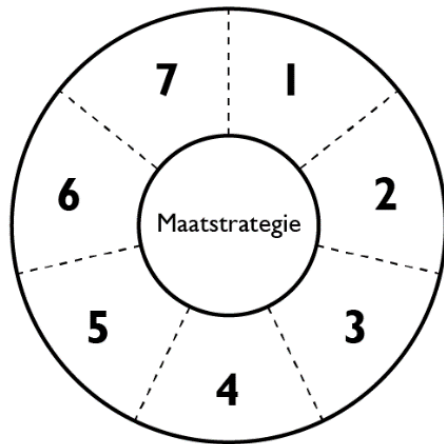
realiseren van de bouwopgave. Dit kan vroeg in het ontwerpproces, maar ook later in het proces, en op verschillende schaalniveaus. Paragraaf 6.4.1 Preventie geeft hier meer uitleg over.

De ontwerpstrategieën zijn het resultaat van een inventarisatie van verschillende bronnen². Samen vormen ze een compleet beeld van de mogelijke circulaire ontwerpkeuzes. Elke strategie wordt in een paragraaf omschreven en van suggesties voor praktische invulling en voorbeelden voorzien. Daarnaast wordt de relatie tot andere strategieën toegelicht. Ze dragen ieder in meer of mindere mate bij aan de drie doelen van circulariteit van Platform CB'23: het beschermen van grondstofvoorraden, het beschermen van het milieu en het beschermen van bestaande waarde.

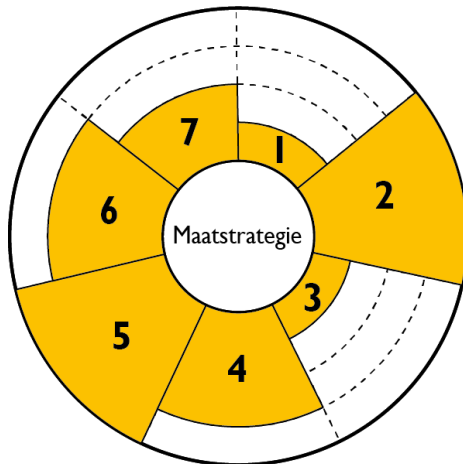
Een maatstrategie (figuur 9) is een combinatie van relevante ontwerpstrategieën die een ontwerpteam gedurende een specifiek project samenstelt. De grootte van de segmenten geeft aan in welke mate een strategie binnen een project van toepassing is (figuur 10). Gedurende opeenvolgende projectfasen kan de maatstrategie worden aangepast. In de samenwerkingsschijf uit hoofdstuk 5 'Rollen en Samenwerking' worden deze opeenvolgende maatstrategieën gecombineerd.

² De ervaringen van werkgroep- en actieteamleden uit de twee jaargangen, de indicatoren uit de Platform CB'23 leidraad 'Meten van circulariteit', en wetenschappelijke literatuur en handreikingen van overheid en uit de industrie, t.w. Alba Concept, 2021; CLICKNL, 2021; Dijcker, Schepers &

Witteveen+Bos, 2018; Durmisevic, 2020; Eberhardt, Birkved, Birgisdottir, 2020; Ellen MacArthur Foundation, 2017; Ludeke-Freund, Gold & Bocken, 2018; Vlaanderen Circulair, 2021; W/E adviseurs, 2021; Terwel & Crielaard, 2023.



Figuur 9 - De maatstrategie



Figuur 10 - De maatstrategie met aandacht voor bepaalde strategieën

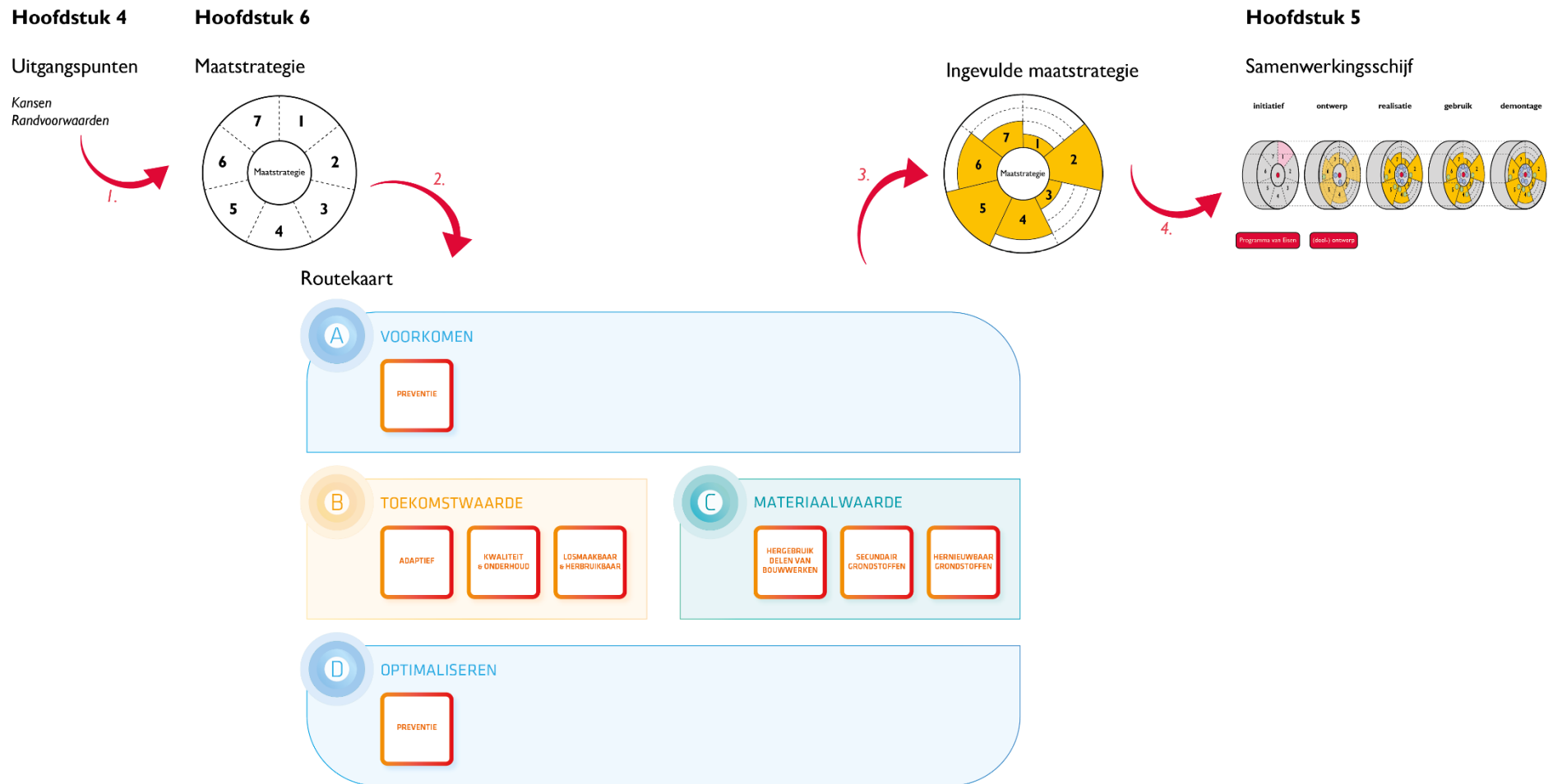
6.2 Ontwerpen aan de hand van de routekaart

Er wordt in deze leidraad geen voorkeur gegeven aan de ene of andere strategie, omdat de haalbaarheid en het nut van individuele strategieën van het project afhangen. Wel proberen we een logische volgorde voor het overwegen van strategieën in de routekaart te geven.

In het ontwerpproces moeten op bepaalde momenten keuzes worden gemaakt om de strategieën te realiseren. De routekaart is een handig middel om inzicht in dit proces in te krijgen. Het is een doorontwikkeling van een stappenplan voor duurzame constructies van Terwel & Crielaard, 2023.

De routekaart heeft als doel om opdrachtgevers, ontwerpers en bouwers de gelegenheid te geven om te bepalen welk belang elke ontwerpstrategie heeft op verschillende disciplines (zoals bouwkundig, constructief, installatietechnisch, kosten en milieukundig). Dit wordt per (ontwerp)fase gedaan, waarbij het mogelijk is dat de aandacht voor bepaalde strategieën zich ontwikkelt gedurende het project. De aandacht voor bepaalde strategieën in de maatstrategie wordt verbeeld door een groter of kleiner segment ([figuur 10](#)). Deze ingevulde maatstrategie is een resultaat van het doorlopen van de routekaart, van thema A tot en met D.

In [figuur 11](#) is een vereenvoudigde versie van de routekaart te zien. Deze figuur geeft aan hoe je de routekaart gebruikt: op basis van projectspecifieke uitgangspunten en een neutrale maatstrategie worden alle vier de themagebieden van de routekaart doorlopen, de legenda staat op pagina 57. Hierin komen de verschillende ontwerpstrategieën en bijbehorende ontwerpkeuzes vanzelf aan bod. Alle vier de thema's moeten worden doorlopen om een afgewogen ingevulde maatstrategie te ontwikkelen. Het is aan te raden dit elke fase van de samenwerking weer te doen. Daardoor ontstaat een volledige samenwerkingsschijf.



Figuur 11 – Vereenvoudigde versie van de routekaart

VRAAG



ONDERZOEK BEHOEFTE

Is er een behoefte aan
vervanging?

A VOORKOMEN



GEEN BEHOEFTE

BEHOEFTE

ONDERZOEK GEBRUIK BESTAAND

Is het bestaande zonder
aanpassingen bruikbaar?

OPLOSSING

GEEN
OPLOSSING

STEL WENSEN & EISEN BIJ

Kunnen de wensen / eisen
worden aangepast aan het
beoogd gebruik?

MOGELIJK

NIET
MOGELIJK

ZOEK ALTERNATIEF

Is het gebruik van iets anders
bestaands een mogelijke oplossing
voor de vraag zonder aanpassingen?

OPLOSSING

GEEN
OPLOSSING

STEL WENSEN & EISEN BIJ

Kunnen de wensen / eisen
worden aangepast aan het
beoogd gebruik?

MOGELIJK

NIET MOGELIJK



TOETS BEHOUD

Is het behoud van het
oorspronkelijke bouwwerk of
het alternatief, na eventueel
bijstelling van eisen
functioneel, technisch en
financieel haalbaar?

HAALBAAR

NIET HAALBAAR

B

(Deels) vernieuwing of vervanging van het bestaande is nodig.



MATE VAN INGREEP

Is er structurele aanpassing
of onderhoud nodig van het
bestaande?

ONDERHOUD
BESTAANDE

STRUCTURELE
AANPASSINGEN



PREVENTIE

De vraag naar vernieuwing
is niet perse de oplossing
voor de vraag.

Alternatieve oplossingen
zijn denkbaar zoals:

- aanpassing van
organisatiestructuur
- omleiding van
verkeersstromen
- verklein de opgave

ACTIE



BEPAALENZET
OP DE LOKATIE

TIJDELIJK



BEPAAAL LEVENSDUUR
Wat is de verwachte levensduur van het object?

KORT



BEPAAAL POTENTIE HERBRUIKBAARHEID
Wat is de potentie van herbruikbaarheid
van de elementen en materialen?

LANG

HOOG

LAAG

PERMANENT



BEPAAAL FREQUENTIE VAN DE MUTATIE
Wat is de frequentie van mutatie van de verschillende
objectlagen in relatie tot de levensduurverwachting?

ZELDEN

REGELMATIG

KWALITEIT & ONDERHOUD

Leg de nadruk op een
lange levensduur van het object.
Ontwerp hoogwaardige
kwaliteit, met een hoge mate
van schoonheid, rekening
houdend met goed onderhoud.

ADAPTIEF

Leg de nadruk op de
aanpasbaarheid van het object.
Ontwerp voor adaptiviteit van
de verschillende objectlagen en
overweeg de inzet van modulaire
concepten.

LOSMAAKBAAR & HERBRUIKBAAR

Leg de nadruk op een lange
levensduur van de elementen
en materialen door
deze losmaakbaar te
ontwerpen met als doel deze
te kunnen hergebruiken.

B

TOEKOMSTWAARDE



C

Ga naar materiaalwaarde.

ACTIE



BEPAAAL DE GESCHIKTHEID VAN HET BESCHIKBARE DONORMATERIAAL

ONVOLDOENDE

STEL WENSEN & EISEN BIJ

Toepassingswensen, -eisen bijstellen zodat het donormateriaal voldoet aan het beoogd gebruik.

ONMOGELIJK

PAS DONORMATERIAAL AAN

Donormateriaal aanpassen zodat het voldoet aan het beoogd gebruik.

MOGELIJK

MOGELIJK

ONMOGELIJK

VOLDOENDE



TOETS HAALBAARHEID

Is het gebruik van het donormateriaal na bijstelling wensen / eisen financieel haalbaar?

NIET HAALBAAR

SECUNDAIRE GRONDSTOFFEN

Vind geschikte materialen met secundaire grondstoffen.

BESCHIKBAAR

ONDERZOEK ALTERNATIEF

ONDERZOEK MILIEULAST

Wat is de milieulast van de grondstoffen?

Inzicht in milieulast bepaalt 1ste keuze. Is er een alternatief?

HAALBAAR

NIET BESCHIKBAAR

HERGEBRUIKTE DELEN VAN BOUWWERKEN

Maak gebruik van het donormateriaal op element niveau.

PRIMAIR NIET HERNIEUWBAAR

NAAR D

NIET BESCHIKBAAR

HERNIEUWBARE GRONDSTOFFEN

Zijn er hernieuwbare grondstoffen beschikbaar?

BESCHIKBAAR

ONDERZOEK ALTERNATIEF

COMPENSEER RESIDUELE MILIEULAST

is compensatie voor extra milieulast mogelijk?

NAAR D

NIET RECYCLEBAAR

ONDERZOEK RECYCLEERBAARHEID

Zijn de grondstoffen recycleerbaar?

RECYCLEBAAR



TOETS HAALBAARHEID

Is het gebruik van de grondstof financieel haalbaar?

Toets de haalbaarheid op de totale levensduur kosten [TCO], rekening houdend met de schaduwkosten. Dit geeft uiteindelijk inzicht in welke keuze de beste is.

MATERIAALWAARDE



LEGENDA

- Strategie uit de leidraad circulair ontwerpen
- Ontwerpvraag of -keuze
- Toetsmoment

D

OPTIMALISEREN



PREVENTIE



OPTIMALISEER
CONSTRUCTIE EN SYSTEMEN

MOGELIJK

NIET MOGELIJK



OPTIMALISEER
BOUWMETHODIEK

MOGELIJK

NIET MOGELIJK



OPTIMALISEER ELEMENTEN

MOGELIJK

NIET MOGELIJK



OPTIMALISEER
MATERIAAL SPECIFICATIE

MOGELIJK



TOETS HAALBAARHEID

Is de optimalisatie van de (constructieve)
systeemopzet op milieulast financieel haalbaar?



6.3 Milieu-impact is een afwegingskader

Het reduceren van milieu-impact is niet als één stap terug te vinden in de routekaart. Dat komt omdat elke afweging van de routekaart invloed heeft op de milieu-impact als deze over de gehele levenscyclus van een element/bouwwerk wordt beschouwd. Daarom geldt dat de milieu-impact een afwegingskader vormt. Het doel is om een combinatie van strategieën te kiezen waarbij circulariteit maximaal is en de milieu-impact minimaal.

Het is aan het ontwerpteam om dit effect te meten en op basis hiervan duurzame keuzes te maken. De Platform CB'23-leidraad 'Meten van Circulariteit 2.0' geeft een methode om circulariteit meetbaar te maken.

Voor nieuwbouwwoningen en kantoren groter dan 100 m² (BVO) is de Milieuprestatie Gebouwen (MPG) een verplichte berekening. De Milieukostenindicator (MKI) wordt steeds vaker in grond-, weg- en waterbouwprojecten gebruikt. Er zijn diverse rekenhulpmiddelen op basis van LCA, zoals GPR (gebouwen) en DuboCalc (infra) in ontwikkeling en beschikbaar. Deze kunnen ook een basis zijn om milieu-impact te meten. Daarbij zijn regelmatige peilmomenten in het ontwerpproces essentieel.

6.4 Ontwerpstrategieën

6.4.1 Preventie

De strategie Preventie richt zich op het voorkomen van nieuwbouw en, waar dat niet mogelijk is, op het efficiënter en optimaler ontwerpen. Door na te gaan of bouwwerken, bepaalde functies daarvan, bouwdelen en producten daadwerkelijk nodig zijn, en overbodige zaken te elimineren, kan winst worden behaald in het beschermen van materiaalvoorraden en reductie van milieu-impact. Een treffend voorbeeld hiervan is de keuze tussen het plaatsen van een lichtmast of het aanbrengen van verlichting in de bestaande geleiderail langs een snelweg.

Er zijn grofweg twee manieren om preventief te ontwerpen: voorkomen en optimaliseren.

A – Voorkomen: niet bouwen, door een geheel andere oplossing te leveren of een bestaand bouwwerk te hergebruiken.

D – Optimaliseren: efficiëntere oplossingen ontwerpen, verschillende functies slim combineren en geoptimaliseerde producten en materiaalgebruik kiezen.

Middelen

Voor het toepassen van deze ontwerpstrategie kan aan onderstaande middelen worden gedacht (Dijcker et al., 2018) (Terwel & Crielaard, 2023):

A - Voorkomen

Verklein de opgave en onderzoek gebruik bestaand bouwwerk

- Bouw niet.
- Bepaal behoefte: Stel vast waar echt vraag naar is. Onderzoek of er oplossingen zijn waarbij bepaalde onderdelen niet meer nodig zijn.
- Stel wensen en eisen bij: Wees kritisch op de beoogde functie en de prestatie van het mogelijk te ontwerpen onderdeel.
- Onderzoek of gangbare oplossingen te vervangen zijn door alternatieven met minder materiaalgebruik (dematerialisatie). Let op: Dit kan invloed hebben op de levensduur en losmaakbaarheid. Zoals in het voorbeeld waarbij gelijmde steenstrips volle bakstenen vervangen. Daarnaast kan het invloed hebben op de milieu-impact van materiaalgebruik.

Maak gebruik van ruimte en materiaal in de tijd en zoek alternatieven

- Onderzoek op welk moment de verschillende onderdelen echt nodig zijn. Kijk of er een fasering mogelijk is in korte-, middellange- en langetermijnmaatregelen.
- Ga na of het bouwwerk intensiever (timeshare-concepten of d.m.v. verdichten) en multifunctioneel kan worden gebruikt.
- Combineer functies.

Geen extra bedieningsgebouw voor de renovatie van de Eerste Heinenoordtunnel



© Rijkswaterstaat, Joop van Houdt

Voor de vervanging van technische installaties van de tunnel was een tweede bedieningsgebouw gepland. Zo konden immers de oude installaties in bedrijf blijven, terwijl de nieuwe installaties en bedieningssysteem zouden worden geplaatst. In het ontwerptraject voor het nieuwe bedieningsgebouw is een analyse gemaakt of er andere mogelijkheden zijn. Bijvoorbeeld door in het bestaande bedieningsgebouw ruimte te maken door niet essentiële installaties vroegtijdig te ontmantelen of in een tijdelijke behuizing te verplaatsen. Uit deze analyse bleek dat met slimme ombouw en het gebruik van tijdelijke modules renovatie en ombouw kan worden uitgevoerd zonder een tweede bedieningsgebouw te bouwen.

D – Optimaliseren

Optimaliseren

- Optimaliseer constructie en systemen: de constructie en de installatietechnische systemen worden met minder materiaalgebruik ontworpen.
- Optimaliseer bouwmethode.
- Optimaliseer elementen.
- Optimaliseer materiaalspecificatie.

Afwegingen

Deze strategie staat niet op zich. Het weglaten van zaken die nu niet nodig zijn, kan invloed hebben op de toekomstbestendigheid van bouwwerken. Bekijk ook de strategieën Ontwerpen voor kwaliteit en onderhoud, Ontwerpen voor adaptiviteit en Ontwerpen voor losmaakbaarheid en herbruikbaarheid.

Integraal ontwerpen, dus meedenken met andere disciplines, is een voorwaarde om met deze strategie succes te boeken. Preventieve ontwerpkeuzes kunnen invloed hebben op de levensduur en losmaakbaarheid. Zo kan dematerialisatie door gelijmde steenstrips in plaats van volle bakstenen bijvoorbeeld leiden tot een niet eenvoudig te demonteren gevelopbouw.

Geldende wetgeving op het gebied van veiligheid en ruimtelijke ordening, en bestemmingsplannen beïnvloeden de mogelijkheid tot het behoud van een bouwwerk.

6.4.2 Ontwerpen voor kwaliteit en onderhoud

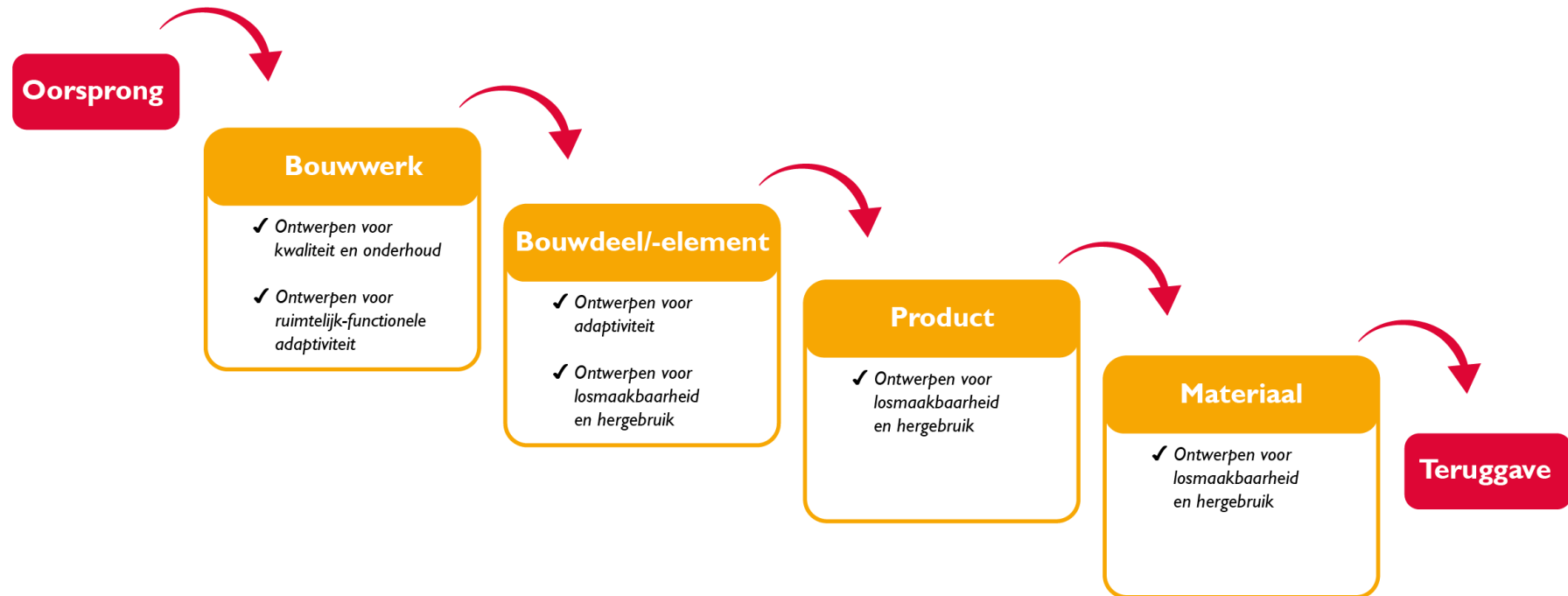
Bij de strategie Ontwerpen voor kwaliteit en onderhoud staat de toekomstwaarde van bouwwerken centraal. Dat geldt overigens ook voor de twee ontwerpstrategieën Ontwerpen voor adaptiviteit en Ontwerpen voor losmaakbaarheid en herbruikbaarheid. Het gaat om het beschermen van bestaande waarde door het verlengen van de levensduur van



bouwwerken, elementen en materialen. Daarmee wordt tegelijkertijd aan de andere twee doelen van Platform CB'23 bijgedragen: het beschermen van materiaalvoorraden en milieu.

De term koestering speelt een grote rol van betekenis: bouwwerken waar de gebruiker of andere belanghebbenden aan hechten, blijven langer in gebruik. Ondanks dat in sommige gevallen de technische eisen aan en eigenschappen van het bouwwerk niet volledig overeenkomen. Denk bijvoorbeeld aan monumenten. Koestering is een moeilijk meetbaar begrip, maar wel een kenmerk dat in deze leidraad moet worden benoemd.

Figuur 12 laat de verbanden zien tussen de drie ontwerpstrategieën voor toekomstwaarde. Er wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende schaalniveaus in bouwwerken: het gehele bouwwerk, bouwdelen of bouwelementen, producten en materialen.



[HB32]

Figuur 12 - De verbanden tussen de strategieën voor toekomstwaarde van bouwwerken



Bij ontwerpen voor kwaliteit en onderhoud staat de realisatie van een door gebruikers en andere stakeholders hooggewaardeerd bouwwerk met een lange levensduur en weinig onderhoud centraal. Het ontwerp is gericht op hoogwaardige kwaliteit en esthetiek en de toepassing van robuuste onderhoudsarme producten en goede detailleringen.

Middelen

Voor het toepassen van deze ontwerpstrategie kan aan de volgende middelen worden gedacht:

Streef naar een ontwerp dat wordt gekoesterd

- 'Belevingswaarde' wordt ook wel aangeduid met begrippen als 'dierbaarheid' of 'koestering'. Net als bij de locatie geldt dat bij een bouwwerk dat 'dierbaar' is, de investeringsbereidheid aanzienlijk groter zal zijn dan bij een anoniem bouwwerk. Het gaat om de beeldkwaliteit, een al dan niet krachtige uitstraling en herkenbaarheid.

Bepaal een specifieke gebouwlevensduur en mutatiefrequentie

- In de bepalingsmethode 'Milieuprestatie Bouwwerken' is geen specifieke levensduur(verwachting) van een gebouw of GWW-werk gegeven. Deze kan onder eigen verantwoordelijkheid worden aangegeven. Gebruik het rapport 'Richtlijn specifieke gebouwlevensduur' (W/E, 2020) om in het ontwerpstadium bewust aan te sturen op een langere gebouwlevensduur dan de veel gehanteerde defaultwaarden: 75 jaar voor woningen, 50 jaar voor utiliteitsgebouwen en 100 jaar voor kunstwerken in de GWW. Deze richtlijn vormt een uniforme en gedragen wijze om onderbouwd af te wijken van deze defaultwaarden. Naast locatie en adaptief vermogen vormt de kwaliteit van het gebouw een belangrijk hoofdkenmerk:
 - Het gaat daarbij om de kwaliteit die het bouwwerk nu heeft, en die voor tientallen jaren behouden blijft. Deze is vooral vastgelegd in lang cyclische lagen, zoals het casco/de constructie en de gevel/de schil. Installaties en afbouw worden in de loop van de jaren meestal aangepast.
 - De huidige conditie zegt beperkt iets over de conditie over 50 of 75 jaar. Een voorspeller is wel de 'robuustheid', die is verkregen door de toepassing van hoogwaardige materialen en een zorgvuldige detaillering en uitvoering (zie het voorbeeld in kader Solid II in Amsterdam, waar bewust op kwaliteit en een lange levensduur is ingezet).
 - Ontwerp zodanig dat het bouwwerk door gebruik en onderhoud mooier wordt.
- Streef naar een bouwwerk met zo hoog mogelijke waardering van gebruikers. Naast de technische kwaliteit gaat het om de 'functionaliteit' (ruimtelijke en functionele kwaliteit). Vastgelegd in de langcyclische elementen gaat het om fysieke gebouwkenmerken, zoals de ontsluiting (logica in plattegrond), de constructieve elementen, de (verdieping)hoogte en de daglichttoetreding (relatie afmetingen en positie gevelopeningen en de gebouwdiepte).

Afwegingen

Een langere functionele levensduur van een bouwwerk zal positief uitpakken wanneer de gebruikte bouwproducten een zeer lange technische levensduur hebben. Vervanging is daardoor immers niet nodig. Vervanging is wel nodig bij producten met een beperkte technische levensduur. Daarbij treedt dan geen milieuvoordeel op door levensduurverlenging van het bouwwerk.

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 krijgt het bouwwerk een langere levensduur.

De toekomstwaarde/levensduurverwachting van een bouwwerk kan niet los worden gezien van de context, waarbij onder andere de locatie een rol speelt. Hierdoor kan hetzelfde bouwwerk in de ene context een andere levensduur hebben dan in de andere.

Als frequent veranderingen in gebruikseisen te verwachten zijn, is een combinatie met Ontwerpen voor adaptiviteit en Ontwerpen voor losmaakbaarheid en herbruikbaarheid noodzakelijk.

Solid II – ontwerpen voor kwaliteit en onderhoud



© Peter Cook (Solid – Amsterdam) Architect: Tony Fretton

Het woongebouw Solids aan de Constantijn Huygensstraat in Amsterdam is een flexibel indeelbaar gebouw met een beoogde lange levensduur door de robuuste zelfdragende metselwerkgevel.

“De Oversteek” Nijmegen – ontwerpen voor kwaliteit en onderhoud



© Thea van den Heuvel (De Oversteek - Nijmegen) Architecten: Laurent Ney, Chris Poulissen; BAM Infra

‘De Oversteek’ is vanaf het eerste voorstel ontworpen met veel aandacht voor onderhoud. Het onderhoud in de eerste honderd jaar is tot een minimum beperkt door het risico op corrosie op meerdere manieren te beperken. Zo kan op het gladde oppervlak geen water achterblijven. De stalen onderdelen zijn luchtdicht gemaakt, zodat coating, inspectie en onderhoud niet nodig zijn. Ook voor de gebruiks- en belevingswaarde is veel aandacht geweest. Het is prettig om op de brug te verblijven, zowel bovendecks als op het maaiveldniveau.

6.4.3 Ontwerpen voor adaptiviteit

Bij ontwerpen voor adaptiviteit gaan we ervan uit dat een bouwwerk aan verschillende toekomstscenario's met andere wensen en eisen kan voldoen. Met andere woorden, adaptiviteit is de capaciteit op veranderingen te reageren. Dit kan op verschillende schaalniveaus, in verschillende tijdspannen en tussen verschillende functies plaatsvinden. Bijvoorbeeld door veranderende gebruikers, seizoenen en eisen.

De adaptiviteit (of aanpasbaarheid) zal de levensduur van bouwwerken verlengen, ook wanneer eisen veranderen. Want zelden blijft het gebruik van een bouwwerk precies zoals dat initieel bedacht is. Er zullen nieuwe gebruikers komen, nieuwe werkvormen ontstaan en technieken en regelgeving zal zich ontwikkelen. Zo wordt voldaan aan de Platform CB'23-kerndoelen: het beschermen van bestaande waarde, van materialenvoorraden en van het milieu.

Er is een verschil tussen technische en ruimtelijk-functionele adaptiviteit. Een bouwwerk is ruimtelijk-functioneel adaptief als het veranderingen in functie en ruimtebehoefte aankan. Voorbeelden hiervan zijn vrij indeelbare plattegronden en het overdimensioneren van sparingen voor leidingen en kanalen. Een bouwwerk is technisch adaptief als verbindingen losmaakbaar, onderdelen bereikbaar en fysiek onafhankelijk van elkaar zijn. Zie de Platform CB'23-leidraad 'Metten van circulariteit' en de leidraad 'Toekomstig hergebruik - Losmaakbaarheid' en de strategie 'Ontwerpen voor losmaakbaarheid en herbruikbaarheid' in deze leidraad. In deze paragraaf staat echter ruimtelijk-functionele adaptiviteit centraal. In de meeste gevallen zijn ruimtelijk-functioneel adaptieve bouwwerken ook technisch adaptief om aanpassingen mogelijk te maken.



Middelen

Voor het toepassen van deze ontwerpstrategie kan aan de volgende middelen worden gedacht:

Ontwerp met toekomstscenario's voor bouwwerk en mutaties

- Ga uit van slim ontwerp van ruimte en structuur om verschillende vormen van toekomstig gebruik mogelijk te maken.
- Houd door overdimensionering rekening met andere belastingsscenario's.
- Reserveer ruimte voor de aanpassing van rijstrook- of spoorindelingen.
- Houd rekening met een grotere ontgravingsdiepte aan de natte zijde van de kade of een ontgraving aan de landzijde voor de aanleg van kabels en leidingen.
- Reserveer schachten voor extra installaties en leidingen en maak een hogere vrije verdiepingshoogte en vrij-indeelbare verdiepingen.

Onderscheid tussen bouwwerk- en objectlagen

- Aanpasbaarheid vindt plaats op langcyclische (de constructie en de schil) en kortcyclische (installaties, ruimte-indeling en spullen) lagen, zie hiervoor de omschrijving van bouwwerklagen in de Platform CB'23-leidraad 'Meten van Circulariteit 2.0'.
- Intervallen kunnen variëren van de korte termijn (dag-nacht en seizoenen) tot de langere termijn (jaren, decennia, zelfs eeuwen). Stem de technische levensduur van het materiaal of bouwdeel af op de verwachte functionele levensduur en het bouwdeel of -werk.

Documenteer het bouwwerk

- Een herleidbare (digitale) documentatie zorgt ervoor dat toekomstscenario's waarmee in het ontwerp rekening is gehouden, daadwerkelijk kunnen worden gerealiseerd wanneer dit aan de orde is. De Platform CB'23-leidraad Paspooorten voor de bouw gaat hier dieper op in.

Pas klimaatadaptieve maatregelen toe

- Klimaatadaptieve maatregelen zijn ook nodig om de beoogde technische levensduur te behalen en verlengen. Het gaat hierbij om toenemende hitte, droogte, overstromingen en wateroverlast in heel Nederland of zeespiegelstijging en bodemdaling in West- en Noord-Nederland. De handreiking Klimaatadaptief en natuurinclusief bouwen, inrichten en beheren uitgegeven door het Ministerie van BZK geeft hier inzicht in.

Afwegingen

Deze strategie heeft een relatie met de strategieën Ontwerpen voor kwaliteit en onderhoud en Ontwerpen voor losmaakbaarheid en herbruikbaarheid, waarbij ze elkaar en het circulaire resultaat kunnen versterken.

Zie adaptief vermogen als een investering. Extra afstemming in het ontwerptraject en zaken als over dimensionering kunnen de kans op levensduurverlenging vergroten, zie paragraaf 6.2.3 van de Platform CB'23-leidraad Meten van circulariteit. Het is daarom wel van belang dat er een gerede kans is dat deze investering wordt verzilverd.

Margarethacomplex Kampen – adaptief vermogen



© Rijkswaterstaat, Sem van der Wal

De structuur van het Margarethacomplex is op het stedelijk weefsel van de historische binnenstad van Kampen afgestemd. Het betoncasco is in een zo rank mogelijke kolomstructuur uitgevoerd. Per verdieping is meer hoogte dan noodzakelijk toegevoegd. De gevels zijn uitgevoerd in houtskeletbouw, waardoor de gevelindeling in de toekomst kan worden aangepast. Bij verandering van functie is het casco vrij in te delen en wordt de levensduur van het bouwwerk verlengd. Daarnaast is het casco met een betonkernactivering uitgevoerd. Deze is aan een bodembron gekoppeld. De installaties zijn deels per stramien verticaal te koppelen en ook deels in de gangzone onder de vloer in een plafondzone aangebracht. Vanuit hier kunnen de woningen worden 'gevoed'.

Kademuur Maasvlakte



© ECT Rotterdam

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 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.



6.4.4 Ontwerpen voor losmaakbaarheid en herbruikbaarheid

De strategie 'Ontwerpen voor losmaakbaarheid en herbruikbaarheid' streeft technische adaptiviteit na. Daarbij moet zo worden ontworpen dat materialen tijdens of na gebruik op eenvoudige wijze en zonder schade kunnen worden geoogst en zo hoogwaardig mogelijk kunnen worden hergebruikt. Een bouwwerk of object is technisch adaptief als verbindingen demontabel zijn en onderdelen (elementen zoals installaties en bouwproducten) bereikbaar en fysiek onafhankelijk van elkaar zijn.

Voor een praktische uitvoering van de strategie verwijzen we naar de Platform CB'23-leidraad Toekomstig hergebruik - Losmaakbaarheid. Figuur 6.4.4 brengt het verband tussen de Platform CB'23 leidraad 'Circulair ontwerpen' en de leidraad 'Toekomstig hergebruik – Losmaakbaarheid' in beeld.

Uitgangspunt voor de strategie Ontwerpen voor losmaakbaarheid en herbruikbaarheid is de relatie met het bouwlagenmodel. Dit model brengt de levensduurverschillen van delen van bouwwerken in beeld. In de B&U zijn dat bijvoorbeeld de constructie, de schil, het interieur en installaties, en voor de GWW de grond, de wegfundering, de toplaag en de techniek. Het bouwlagenmodel wordt in de Platform CB'23-leidraad 'Meten van circulariteit' uitgelegd. Door de lagen van een bouwwerk met een verschillende technische levensduur onderling losmaakbaar te maken is een deel van dat bouwwerk eenvoudiger vervangbaar, herbruikbaar en/of te repareren of reviseren.

Het doel is een zo hoog mogelijke restwaarde van bouwonderdelen te behalen, zodat primair materiaalgebruik in de toekomst kan worden vermeden. Voor effectief oogsten kan worden ontworpen door te anticiperen op demontage en standaardisatie door toepassing van principes als IMC (Integraal, Modulair en Circulair) of IFD (Industrieel, Flexibel en Demontabel). NTA 8085 en NTA 8086 bijvoorbeeld geven

technische aanwijzingen voor het ontwerpen en bouwen van bruggen en viaducten volgens IFD-principes.

Middelen

Voor het toepassen van deze ontwerpstrategie kan aan de volgende middelen worden gedacht, waarbij uit meetmethoden voor losmaakbaarheid voor B&U en GWW is geput (Van Vliet et Al., 2021), (Ter Heijden & Scheepens, 2023):

Ontwerp met losmaakbare verbindingen

- Verkies droge verbindingen en verbindingen met toegevoegde elementen zoals schroeven, bouten of tussenelementen.
- Vermijd natte verbindingen en verkies zachte verbindingen (zoals kit) boven harde chemische verbindingen (zoals lijm).

Zorg voor toegankelijkheid van verbindingen

- Ontwerp in verband met toegankelijkheid vanuit een omgekeerde bouwvolgorde. Producten die korter meegaan dan het gebouw of een specifiek bouwdeel, moeten toegankelijk zijn voor producten die even lang meegaan als het gebouw.
- Zorg dat je bij de verbindingselementen kunt komen zonder schade aan andere onderdelen te veroorzaken.

Vermijd onnodige integratie van verschillende materialen en elementen

- Vermijd het door elkaar heen lopen of doorkruisen van producten of elementen met verschillende levensduur.
- Vermijd hybride materialen en producten waarvan grondstoffen niet meer uit elkaar te halen zijn of die uit verschillende circuits (biologisch en technisch) afkomstig zijn.
- Zorg voor een goede scheidbaarheid op grondstofniveau, waardoor eventuele toxische, verontreinigende onderdelen binnen materialen goed te verwijderen zijn en zuivere materiaalstromen resteren.
- Ontwerp op basis van scheiding van onderdelen naar levensduur en noodzaak tot tussentijdse vervanging.



Vermijd opsluiting van verbindingen

- Ontwerp binnen eenheden van dezelfde levensduur die gescheiden van elkaar kunnen functioneren.
- Zorg dat elementen met een kortere levensduur die tussentijds moeten worden vervangen, niet zijn ingesloten door elementen met een langere levensduur waarbij tussentijdse vervanging niet nodig is.

Standaard en modulair

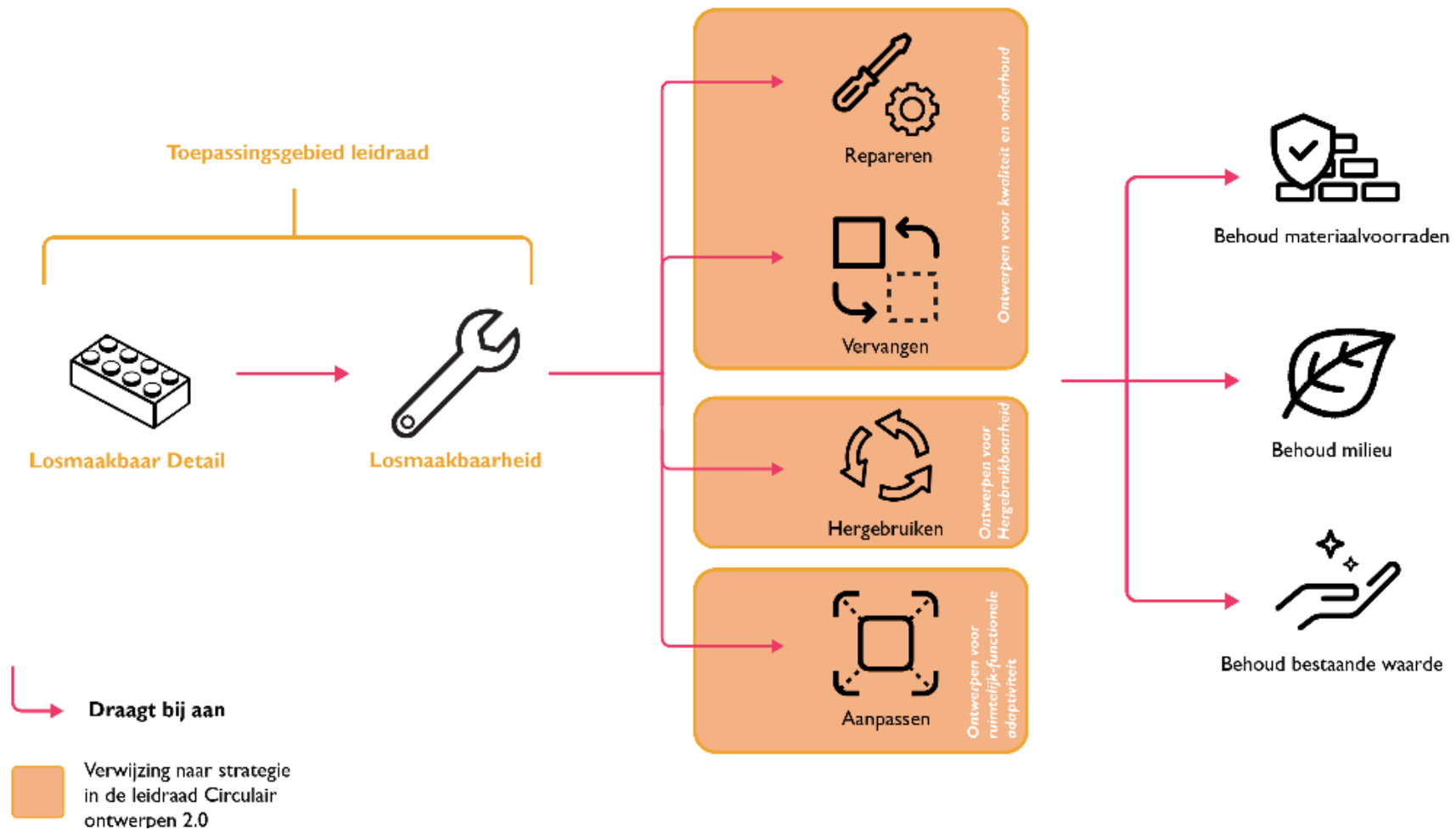
- Ontwerp de bouwdelen en elementen van bouwwerken vanuit generieke en gestandaardiseerde maatsystemen, zodat hergebruik waarschijnlijker is.
- Ontwerp de verbindingen van bouwonderdelen gestandaardiseerd, zodat ze modulair en uitwisselbaar zijn.

- De losmaakbare uitvoering van het huidige ontwerp kan er in de toekomst voor zorgen dat het aandeel hoogwaardig herbruikbare elementen ten opzichte van secundaire grondstoffen toeneemt.
- Door losmaakbaar te ontwerpen kunnen onderhoud en/of gedeeltelijke vervanging eenvoudiger worden uitgevoerd.

Afwegingen

De maatregelen voor de strategie Ontwerpen voor losmaakbaarheid en hergebruik zorgen niet voor onmiddellijke impact, maar zijn naast Ontwerpen voor kwaliteit en onderhoud en Ontwerpen voor adaptiviteit een voorinvestering in de toekomst. De strategie moet worden afgewogen met de beoogde levensduur en kwaliteit van het bouwwerk.

- Voorinvestering in losmaakbaarheid kan zorgen voor verhoogde initiële milieu-impact. Het moet binnen gebruiksscenario's daarom realistisch zijn dat van losmaakbaarheid gebruik wordt gemaakt.
- De frequentie van demontage en daarmee mogelijk ook het belang van losmaakbaarheid zijn per laag verschillend.
- Het ontwerpen van losmaakbare verbindingen kan invloed hebben op de kwalitatieve prestaties (zoals constructieve of thermische eigenschappen) van het gehele bouwwerk of element. Weeg deze af tegen de onderhouds- en toekomstvisie van het bouwwerk.
- Het ontwerpen in gestandaardiseerde elementen kan ten koste gaan van de esthetische differentiatie binnen gebouwen. Weeg af tussen standaardisatie waar nodig en differentiatie waar het kan.



Figuur 13 - Het verband tussen de leidraad 'Losmaakbaar detailleren' en 'Circulair ontwerpen'

Circulair viaduct



© Rijkswaterstaat, Sem van der Wal

Het circulaire viaduct bestaat uit losse modules die zowel in de overspanningsrichting als in de breedte van het viaduct via een voorspankabel aan elkaar te rijgen zijn. De benodigde grondstoffen zijn initieel meer ten opzichte van een traditioneel ontworpen viaduct. Maar door losmaakbare verbindingen en een modulaire opbouw kan het viaduct op termijn worden verbreed. Ook kan het viaduct elders volgens een geheel andere verhouding weer worden hergebruikt.

Tijdelijke rechtbank



Tijdelijke Rechtbank Amsterdam © Leon van Woerkom

De rechtbank in Amsterdam moest een periode van vijf jaar overbruggen tot een permanent gebouw. Dit resulteerde in het ontwerp van een tijdelijke rechtbank van 5400 m², waarbij rekening is gehouden met het demonteren van de constructieonderdelen door boutverbindingen te gebruiken. Zelfs de koppelingen tussen de vloerschijven en de hoofddraagconstructie zijn demontabel gemaakt. Ook de fundering is opgebouwd uit prefabonderdelen, zodat deze gedemonteerd en opnieuw kunnen worden gebruikt. De posities van de kolommen en de hoogte van de verdiepingen zijn zo gekozen dat ze ook in een kantoorgebouw passen. De tijdelijke rechtbank is in 2015 gebouwd in Amsterdam en in 2021 gedemonteerd. Met de bestaande elementen wordt het gebouw 'Techbank Enschede' gerealiseerd.



6.4.5 Ontwerpen met hergebruikte delen van bouwwerken

Bij deze strategie gaat het om het opnieuw gebruiken van delen van bouwwerken, al dan niet na bewerking. De hergebruikte onderdelen komen in plaats van onderdelen uit primaire grondstoffen.

Middelen

Aan de volgende middelen kan worden gedacht om de strategie uit te voeren:

Hergebruik direct zonder aanpassingen (reuse)

- Maak gebruik van bestaande materialen en producten binnen het ontwerp en probeer deze direct in de nieuwe functie te integreren.
- Geef bij materialen en producten van buiten het ontwerp waar geen aanpassing nodig is, voorrang aan vernieuwd hergebruik.

Hergebruik op basis van extra onderhoud na einde eerste levensduur (repair & refurbish)

- Bepaal bij renovatie of transformatie voor producten uit het bouwwerk wat wel/niet geschikt is om door extra onderhoud of oprissing dezelfde functie opnieuw te kunnen innemen.
- Onderzoek welke bestaande producten elders in dezelfde functie deel kunnen uitmaken van het bouwwerk of onderdelen ervan. Maak hierbij gebruik van marktplaatsen, bouw hubs of sloop-/oogstbedrijven.

Gebruik nieuwe elementen met hergebruikte onderdelen (remanufacture)

- Kies bij nieuw aangeboden producten de producten met het grootste aandeel van hergebruikte materialen en halffabricaten.

Hergebruik producten en elementen in een andere functie (repurpose)

- Bepaal bij renovatie of transformatie voor de eigen producten wat wel/niet geschikt is om door middel van aanpassing in een andere functie opnieuw te kunnen worden ingezet.
- Onderzoek welke bestaande bouw delen elders door zo minimaal mogelijke aanpassing in een nieuwe functie deel kunnen uitmaken van het bouwwerk of onderdelen ervan. Maak hierbij gebruik van slooppartijen, marktplaatsen of bouw hubs.

Afwegingen

Bewerkingen kunnen waardevol zijn om ervoor te zorgen dat het hergebruikte onderdeel beter in de nieuwe gebruikssituatie past en dat slijtage wordt hersteld. De bestaande waarde van het object wordt beschermd.

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

- Breng eerst de beschikbaarheid van te hergebruiken delen van bouwwerken in kaart. Laat eventueel aannemers en materiaalhandelaren helpen of raadpleeg digitale bronnen, zoals www.nationalebruggenbank.nl, www.oogstkaart.nl of www.insert.nl.
- Bepaal aan de hand van inspecties, conditiescores (bijvoorbeeld overeenkomstig NEN 2767) berekeningen en functieanalyses de restlevensduur van delen van bouwwerken. Breng afwijkende eisen in kaart.
- Analyseer de mate van impact (reductie), en de gevolgen voor veiligheidseisen van het behoud van delen van bouwwerken op de uiteindelijke circulariteit van het project.
- Maak een materialenscan (materiaaleigenschappen, beschikbaarheid, restlevensduur, toepassingsmogelijkheden, schades door gebruik en/of sloop, enz.) van vrijkomende materialen. Verschillende commerciële partijen hebben tools in beheer om deze scans uit te voeren, zoals de Herbruikbaarheidsscan van Nebest voor kunstwerken en de [Beslisboom hoogwaardig hergebruik](#) (ge)bouwelementen van SGSSearch. De Platform CB'23-leidraad 'Toekomstig hergebruik – Kwaliteitsbeoordeling en borging' geeft inzicht in prestatie-eisen voor volgende cycli.

Hergebruik van oude trottoirbanden

Bestratingsmiddelen hebben een lange technische levensduur, waardoor deze objecten heel goed in meerdere levenscycli kunnen worden gebruikt. Daarbij is het belangrijk dat het ontwerpteam een realistische inschatting maakt van de te verwachten staat van deze objecten. Hergebruikte trottoirbanden bijvoorbeeld kunnen afwijkend van kleur zijn en het is belangrijk hier in het ontwerp al rekening mee te houden. De staat van de hergebruikte objecten moet met de verwachting van het eindresultaat overeenkomen. De beoordeling kan uiteraard pas plaatsvinden als de hergebruiksbron bekend is. Zowel ontwerpteam als opdrachtgever moet zich van deze onzekerheid bewust zijn.

Zandkasteel



© Aalbers en Van Huut

Het voormalig ING-hoofdkantoor het 'Zandkasteel' in Amsterdam-Zuidoost wordt onder meer naar een educatieve functie getransformeerd. In het installatietechnisch ontwerp zijn bestaande installaties zo veel mogelijk opnieuw ingezet. Een treffend voorbeeld daarvan zijn de luchtbehandelingskasten, die ondanks de hoge leeftijd tot een volledige nieuwstaat zijn gerenoveerd.

Biopartner 5



Entree van Biopartner 5 © IMd Raadgevende ingenieurs/René de Wit

Biopartner 5 is een 6.200 m² groot multifunctioneel centrum met kantoren, laboratoria en ontmoetingsruimte. Voor de constructie is gebruikgemaakt van een donorskelet uit de staalconstructie van een nabij gesloopt pand. Er is 165 ton staal hergebruikt. Ook elders in het gebouw is volop gebruikgemaakt van hergebruikte elementen. Zo bestaat de vloerbedekking uit elders afgekeurde tapijttegels, die na enige aanpassing in een fraai patroon zijn gelegd. Binnenwanden zijn hergebruikt vanuit een ander kantoorgebouw en voor de gevel is metselwerkpuin toegepast, dat als basis dient voor een groene gevel.

6.4.6 Ontwerpen met secundaire grondstoffen

In de strategie 'Ontwerpen met secundaire grondstoffen' draait het om ontwerpen met grondstoffen en materialen die eerder zijn gebruikt of met reststromen van een ander productsysteem. Deze grondstoffen worden zo ingezet dat ze primaire grondstoffen vervangen. Hiermee draagt deze strategie bij aan het beschermen van grondstofvoorraden en het voorkomen van afval.

Voor hergebruik van onderdelen (elementen, constructieonderdelen en constructies) en hele bouwwerken zijn de ontwerpstrategieën Preventie en Ontwerpen met hergebruikte delen van bouwwerken in deze leidraad van toepassing.

Middelen

Voor het toepassen van deze ontwerpstrategie kan aan de volgende middelen worden gedacht:

Streef naar een zo hoogwaardig mogelijke inzet van de secundaire grondstoffen

- Bij het inventariseren van beschikbare secundaire grondstoffen moet een inschatting worden gemaakt van de toekomstwaarde van het te recycleren materiaal. Hierbij kunnen grofweg drie kwaliteiten worden onderscheiden:
 - Upcycling: het proces om secundaire grondstoffen om te zetten in nieuwe materialen, componenten of producten van betere kwaliteit, verbeterde functionaliteit en/of hogere waarde dan hun oorspronkelijke toepassing.
 - Hoogwaardig secundaire grondstoffen (recycling): hierbij heeft het secundaire materiaal in beginsel dezelfde kwaliteit als het oorspronkelijke (nieuwe of primaire) materiaal.
 - Laagwaardige secundaire grondstoffen (downcycling): het proces van het omzetten van secundaire materialen naar nieuwe materialen, onderdelen of producten met een mindere kwaliteit, verminderde functionaliteit of lagere waarde dan hun oorspronkelijke toepassing.



Raadpleeg digitale bronnen

- Bij de afstemming tussen lokale beschikbaarheid en de vraag zijn openbare en digitale bronnen essentiële hulpmiddelen om beschikbaar komende grondstoffen te kwantificeren en te lokaliseren, in combinatie met materiaalpaspoorten om de grondstoffen te kwalificeren. www.oogstkaart.nl geeft inzicht in vrijkomende materialen. [De Platform CB'23-leidraad Paspoorten voor de bouw](#) geeft een aanzet om tot standaardisatie van paspoorten te komen.

Afwegingen

Stem vrijgekomen secundaire grondstoffen - het aanbod - af op de vraag. Het is 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. De [Platform CB'23-leidraad Circulair inkopen](#) gaat hier dieper op in.

Het kiezen voor secundaire grondstoffen kan de milieu-impact gedurende de levenscycli 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.

Wanneer gekozen wordt voor reststromen (afvalstromen van productieprocessen), dan moet het ontwerpsteam nagaan of hiermee de productie van reststromen niet onnodig in stand wordt gehouden. Een reststroom die blijft bestaan omdat er een afzetmarkt voor is, kan duurzame optimalisaties in de weg staan.

Het ontwerpsteam heeft ook grote invloed op de herbruikbaarheid van dit materiaal in de toekomst. Het is de verantwoordelijkheid van het ontwerpsteam om voor de toepassing te kiezen die de hoogste waarde in

de toekomst garandeert. Hierbij zijn een hoge losmaakbaarheid (voorkomt later vervuiling) en een zuivere toepassing van het materiaal (niet gemixt met andere materialen) vereist, zie [Ontwerpen voor Losmaakbaarheid en herbruikbaarheid](#).

A en B-hout

Hout kan in optimale 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 spaanplaat en mdf-industrie is op dit moment toegerust om in hoge mate A- en B-sloophout te laten uitmaken van de benodigde grondstof voor (constructie)spaanplaat. A-hout (ongeverfd en onbehandeld hout) kan volledig worden gerecycled en B-hout (geverfd, gelakt en verlijmd hout) gedeeltelijk.

Hierdoor kunnen partijen A- en B-hout met een eindelevensduur-status nog worden ingezet als secundaire grondstof in de bouw. In het geval van spaanplaat is dat voor tal van afbouw- en interieurtoepassingen zoals vloerplaat, bekistingen en aftimmeringen. De actieve levensduur van zachthout wordt hierdoor verlengd. En spaanplaat en mdf is in hoge mate zelf ook als grondstof voor nieuw spaanplaat te gebruiken.

Oogstbeton

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

Door sloophout aan de bron te scheiden wordt voorkomen dat deze grondstof als gedowncycled grondstof voor wegenbouwfundatie wordt gebruikt.



Het sloopbeton wordt dan behouden en wordt bij de productie van nieuw beton weer 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 de productie van nieuw beton met een zeer hoog gehalte aan secundair teruggewonnen grondstoffen. Een voorbeeldproject hiervan is de tussenwand bij spoorwegonderdoorgang Contactweg in Amsterdam. In dit project is beton toegepast dat bestaat uit 100% gerecycled grind, 50% gerecycled zand en 15% gerecycled cement. Dit leidt tot een secundaire samenstelling van 75%. Naar verwachting bespaart dit project daarmee 27% CO₂-uitstoot en 26% MKI (milieukostenindicator).

6.4.7 Ontwerpen met hernieuwbare grondstoffen

Het gebruik van hernieuwbare grondstoffen vermindert het gebruik van niet-hernieuwbare grondstoffen en de eventuele uitputting ervan. Het draagt hiermee direct bij aan het beschermen van materiaalvoorraden. Deze strategie concentreert zich op het ontwerpen met zo veel mogelijk bouwmaterialen van hernieuwbare bron. Een hernieuwbare grondstof wordt 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, schelpen, klei uit de Nederlandse rivierdelta (sedimenten) en vruchtbare grond. Een hernieuwbare grondstof kan van zowel abiotische als biotische (biobased) oorsprong zijn. Biotische grondstoffen worden uit levende bronnen gewonnen en zijn van plantaardige of dierlijke oorsprong, inclusief algen en bacteriën (Agrodome, 2022), (NIBE, 2021).

Middelen

Voor het toepassen van deze ontwerpstrategie kan aan de volgende middelen worden gedacht:

Maak gebruik van lokale hernieuwbare grondstoffen

- Streef naar het gebruik van hernieuwbare grondstoffen uit de directe omgeving waarbij de winning van de grondstof geen blijvend negatief effect heeft op de lokale ecologie. Grondstoffentransport vergt energie en kan de druk op bepaalde regio's onevenredig vergroten. Een voorbeeld daarvan is het tropisch hardhout dat in Europa wordt gebruikt.
- Gebruik materiaal uit duurzaam beheerde hernieuwbare bronnen. Een overzicht van criteria en toetsingsgrondslagen staat in het rapport [Hernieuwbare grondstof en materiaal voor de bouw](#).

Scheid de technische en biologische kringlopen

- 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.
- Om de biologische kringloop in stand te houden moeten de materialen uit de technische en biologische kringloop te scheiden, gescheiden, of samen composteerbaar zijn (Ellen MacArthur Foundation, 2017). Het mengen van de technische en biologische kringloop is taboe. Een goed voorbeeld is het gebruik van biocomposieten op basis van honderd procent hernieuwbare grondstoffen.

Stem het ontwerp en de detaillering af op de duurzaamheid van de gebruikte producten

- Door de werking van de biologische kringloop kan hernieuwbaar materiaal bij ondoordachte detaillering, onvoldoende bescherming of een ongunstige oriëntering in een bouwwerk vroegtijdig degraderen. Bescherm het materiaal tegen weers- en andere externe invloeden, en maak onderhoud en vervanging mogelijk, zie [Ontwerpen voor kwaliteit en onderhoud](#). Gebruik bijvoorbeeld het CUR-rapport [Hout in de GWW](#) voor een overzicht van toepassingsmogelijkheden van hout in civiele constructies.

Afwegingen

Het gebruik van hernieuwbaar materiaal wil niet zeggen dat dit de meeste gunstige MKI-waarde of de laagste milieu-impact geeft. De MKI Bepalingsmethode kan worden ingezet om dit te controleren.

Vooral bij biocomposieten en biopolymeren is het belangrijk om te garanderen dat de grondstoffen te scheiden of biologisch afbreekbaar zijn. Als hernieuwbare materialen niet losmaakbaar aan niet-hernieuwbare grondstoffen worden verbonden, kunnen ze niet meer biologisch worden afgebroken. Daarmee worden ze buiten de biologische kringloop geplaatst.

Voor de bouw is het van belang dat een product geschikt is voor de beoogde toepassing, en materialen en grondstoffen efficiënt worden ingezet. Dit kan betekenen dat aan een product niet-hernieuwbare producten moeten worden toegevoegd worden om de gewenste eigenschappen te bereiken. Dat zal een negatieve invloed hebben op de mogelijkheden voor hergebruik. Niet-hernieuwbare toevoegingen kunnen bijvoorbeeld zijn:

- brandvertragers (bijvoorbeeld: zouten);
- schimmeldoders (bijvoorbeeld: zouten, metalen);
- insectendoders, metalen;
- lijmen ter versterking, op fossiele basis;
- (vezel)versterking, kunststofvezels, toevoegen metalen.

Om de hernieuwbaarheid van een product te beoordelen, is het nodig om inzicht te krijgen in de samenstelling van het product en de impact van de niet-hernieuwbare toevoegingen op het hergebruikspotentieel.

Houten viaduct



© Achterbosch Architecten

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.

Circulair viaduct



© Rijkswaterstaat, Sem van der Wal

Het circulaire viaduct bestaat uit losse modules die zowel in de overspanningsrichting als in de breedte van het viaduct via een voorspankabel aan elkaar te rijgen zijn. De benodigde grondstoffen zijn initieel meer ten opzichte van een traditioneel ontworpen viaduct. Maar door losmaakbare verbindingen en een modulaire opbouw kan het viaduct op termijn worden verbreed. Ook kan het viaduct elders volgens een geheel andere verhouding weer worden hergebruikt.

Hotel Jakarta



© Hotel Jakarta Amsterdam

De dertig meter hoge hoofddraagstructuur van hotel Jakarta is geheel van hout gemaakt. De balken, kolommen, plafonds en kozijnen zijn van hout met een duurzame afkomst (FSC/PEFC keurmerk) vervaardigd. Door de kwaliteit van het hout zijn de meeste houten wanden en plafonds onafgewerkt. Dat voorkomt materiaalgebruik. Daardoor is het houtbouwsysteem goed zichtbaar. Daarnaast kunnen alle afbouwmaterialen na demontage worden hergebruikt.



7 Resultaten, aanbevelingen en

vervolgstappen

7.1 Resultaten

Deze leidraad beschrijft methoden en hulpmiddelen waarmee ontwerpers en andere bij het ontwerpproces betrokken professionals de projectgebonden circulaire ambities tijdens het ontwerpproces kunnen uitwerken en implementeren.

Deze leidraad bouwt voort op de oorspronkelijke versie van juli 2021 (Actieteam circulair Ontwerpen, 2021). De praktijkervaringen met de eerste versie waren overwegend positief. Maar we hebben tegelijkertijd ook geleerd dat de leidraad op bepaalde punten concretere richtlijnen en praktische tools moet bevatten. Zo hebben we ernaar gestreefd om de ontwerpstrategieën op een beknopte en bruikbare manier te beschrijven. Bovendien hebben we veel aandacht besteed aan het visualiseren van de dynamiek van het ontwerpproces en de onderlinge samenhang van de ontwerpstrategieën, zodat een op maat gemaakte strategie voor specifieke projecten kan worden afgeleid. Op deze manier is er een 'hands-on' 2.0 leidraad gecreëerd die het ontwerpteam daadwerkelijk ondersteunt en praktische hulp biedt.

Deze verbeteringen hebben geleid tot versie 2.0 met de volgende drie kern hoofdstukken. Het hoofdstuk Uitgangspunten beschrijft hoe een ontwerpteam het ontwerpproces voorbereidt en benadrukt de belangrijke technische, juridische en financiële aspecten die aandacht vereisen bij het vertalen van de circulaire ambitie naar ontwerpstrategieën. Het hoofdstuk Rollen en Samenwerking legt uit hoe het ontwerpteam een goede afstemming kan bereiken met niet-ontwerpende rollen in het bouwproces. Het laat zien hoe een ecosysteem van rollen en

verantwoordelijkheden van de betrokken actoren in kaart kan worden gebracht met behulp van de samenwerkingsschijf.

Hoofdstuk 6 Ontwerpstrategieën behandelt zeven strategieën, die in vier thema's zijn onderverdeeld. Daarnaast kan de ontwerper met behulp van een routekaart de strategieën uit de vier thema's stapsgewijs doorlopen om tot een voor een project specifieke maatstrategie te komen.

7.2 Aanbevelingen

Bij het opstellen van deze tweede versie van de leidraad Circulair Ontwerpen is rekening gehouden met de praktijkervaringen die zijn opgedaan bij het gebruik van versie 1.0. Ook deze leidraad zal in de praktijk getoetst moeten worden.

We zijn van mening dat het organiseren van een volgende ronde met verbeteringen op dit moment niet voor de hand ligt, maar dat het nu van belang is de leidraad succesvol te implementeren in de dagelijkse praktijk. Concreet doen we de volgende aanbevelingen (in een min of meer willekeurige volgorde), waarbij wij ons realiseren dat de haalbaarheid van een aantal aanbevelingen afhankelijk is van het vervolg op CB'23 en verschillende andere initiatieven:

- Vertaal de leidraad in de Engelse taal. Dit vergroot de toegankelijkheid van de leidraad niet alleen in het buitenland, maar ook in Nederland. Ontwerpen en bouwen betekent samenwerking in veel talen.
- Stem de inhoud van de leidraad Circulair Ontwerpen af op die van de overige leidraden van CB'23. De leidraad Circulair Ontwerpen kan hierbij een centrale rol vervullen en verwijzen naar alle overige leidraden. Het ontwerpproces speelt immers een centrale rol in de realisatie van circulaire projectambities.



- Vervang de leidraad als pdf door een webapplicatie. De webapplicatie dient het mogelijk te maken de inhoud op een interactieve wijze nog toegankelijker te maken. Ontwerpers zijn visueel ingesteld, de webapplicatie dient daar rekening mee te houden. De webapplicatie kan gebruikt worden om succesverhalen, ervaringen, inzichten en ontwikkelingen te delen voor een betere toepassing van de Leidraad.
- Bedenk een communicatiestrategie waarmee verschillende stakeholders geïnformeerd en overtuigd worden. Identificeer representatieve doelgroepen (onderwijs, (publieke) opdrachtgevers, belangenorganisaties zoals de BNA, Techniek NL, etc.) en breng de leidraad onder hun aandacht. Verzoek hun de leidraad via hun kanalen te verspreiden en promoten. Stimuleer de integratie van de leidraad met circulaire aanpakken die men gewend is toe te passen: onderwijsmateriaal, handelingen, etc. Met andere woorden: gebruik de leidraad als inspiratiedocument om de eigen handleidingen en procedures te verbeteren.
- Ontwikkel en organiseer workshops, seminars en trainingen om de leidraad toe te lichten en casussen te bespreken die laten zien welke positieve resultaten de toepassing van de leidraad opleveren. Koppel dit terug met behulp van de eerdergenoemde webapplicatie.

Voor de overige aanbevelingen zal CB'23 moeten onderzoeken op welke wijze deze het best ondergebracht kunnen worden bij andere transitie bewegingen, zoals het Transitieteam Circulaire Bouweconomie en Cirkelstad.

7.3 Vervolgstappen

CB'23 is in een afrondende fase aanbeland, waardoor het zelf slechts een deel van de in paragraaf 7.2 genoemde aanbevelingen kan realiseren:

- Het vertalen van de leidraad in de Engelse taal
- Het ontwikkelen van een webapplicatie



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 revisie van de 1.0 versie van de leidraad uit 2021 is sectorbreed gewerkt. Hiervoor heeft NEN een actieteam geformeerd. Op een oproep om aan dit actieteam deel te nemen heeft een groot aantal bedrijven en organisaties zich aangemeld. De selectie van de deelnemers is gedaan op basis van diversiteit van disciplines en invalshoeken.

Vervolgens zijn vanuit het actieteam werkgroepen geformeerd. Deze werkgroepen hebben zich gebogen over de drie hoofdonderwerpen uit de eerste versie van de leidraad Circulair ontwerpen:

- Uitgangspunten
- Rollen en samenwerking
- Circulair ontwerpen

Telkens wanneer de herziening van de leidraad een nieuwe fase bereikte, zijn de resultaten aan de actieteamleden voorgelegd. Tijdens deze gezamenlijke en deels digitale sessies gaven de actieteamleden hierop feedback. Deze wijze van werken zorgt voor draagvlak.

De startbijeenkomst voor de totstandkoming van de leidraad 2.0 had plaats op dinsdag 1 november 2022. In totaal kwam het actieteam vier keer bij elkaar. De werkgroepen zijn meerdere keren 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, kernteamleden, rapporteur en een werkstudent. 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 was betrokken bij het verbeteren of vormgeven van een aantal afbeeldingen. De taak van de rapporteur was om de informatie die de werkgroepleden en de kernteamleden 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 'tachtigprocent-versie' met een kort introductiefilmpje ingeleid. Iedereen kon deze versie downloaden en vervolgens feedback geven. Het actieteam heeft ongeveer 200 commentaren van verschillende 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

De Leidraad Circulair ontwerpen 2.0 is tot stand gekomen dankzij de inzet van het Actieteam Circulair ontwerpen uit 2020-2021 en de volgende leden van het Actieteam Circulair Ontwerpen 2022-2023.

André Dröge, DCB Advies

Arie Mooiman, KNB Keramiek

Charlotte Heesbeen, Itmoos

Dennis Strijards, Heijmans

Edwin Zoontjes, Sloopaannemers

Egbert Broerse, Ballast Nedam

Emma Klamer, Aveco de Bondt

Eveline Stroink, Sweco

Fenauw Hoppe, AT Lawyers

Frido van Nieuwamerongen, Arconiko architecten

Hans Wamelink, TU delft

Jans Kruit, Rhdhv

Judith Boersma, Sweco

Karel Terwel, TU Delft

Marc van den Berg, TU Twente

Mark van den Pute, Gemeente Amsterdam

Mark Vliet, HEVO

Martin Huiskes, Lksvdd architecten

Noortje Alders, ISSO

Rik van Rijckevorsel EGM,

Roger Feller, BLM Wegenbouw

Stefan Dannel, TNO

Torsten Schroeder, TU Eindhoven

Willem Stevense, Wearchitects

Yaël Ben Basat, iCirc

Kernteam

Hans Wamelink, Voorzitter

Charlotte Heesbeen, Hoofdstuk Ontwerpstrategieën

Marc van den Berg, Hoofdstuk Rollen en Samenwerking

Roger Feller, Hoofdstuk Uitgangspunten

Hans Ouwerkerk, Rapporteur

Ondersteuning

Nan van Oldenbeek, Coördinator, NEN

Sandra Jansen, Projectmedewerker, NEN



**De volgende leden vormden het Actieteam Circulair
Ontwerpen en ondersteuning voor de Leidraad Circulair
Ontwerpen 1.0, 2021**

Naam en bedrijf

Adrie van der Burgt, Heijmans

Anne Struiksma, Nieman Raadgevende ingenieurs

Arend van de Beek, Lagemaat Sloopwerken

Bauke Geuzebroek, Knauf

Caroline Kruit, DAX Creative Company

Catherine de Wolf, TU Delft

Cincy Vissering, Betonhuis

Daan Schraven, TU Delft

Daan van Krevel, Studio DVK

Egbert Broerse, Ballast Nedam

Els Zijlstra, Material MatchMaker

Evert van Vliet, BAM Infra

Fenauw Hoppe, AT Lawyers

Frido van Nieuwamerongen, Arconiko architecten

Frits Schultheiss, HAN

Ger van der Zanden, Smart Building Design

Hans Wamelink, de Architecten Cie.

Herman Beeke, Kuipers

Hermen van de Minkelis, Sloopcheck

Jim Teunizen, Alba Concepts

Maarten de Moel, BAM Infra

Marie-Sophie Res, Alba Concepts

Marijn Emanuel, W/E adviseurs

Mark van der Vliet, HEVO

Martin Huiskes, Lksvdd architecten

Noortje Alders, ISSO

Quirien Reijtenbagh, Stichting Insert

Rob Dijcker, Witteveen+Bos

Roger Feller, Kragten

Rogier Joosten, StudioR

Simone Hellebrand, Rijkswaterstaat

Stefan Dannel, TNO

Tristan Frese, Schrijf Groep

Vincent Swinkels, VSSS

Willem Stevense, Wearchitects

Yaël Ben Basat, iCircl



Kernteam

Hans Wamelink, Voorzitter

Charlotte Heesbeen, Hoofdstuk Ontwerpstrategieën

Marc van den Berg, Hoofdstuk Rollen en Samenwerking

Roger Feller, Hoofdstuk Uitgangspunten

Hans Ouwerkerk, Rapporteur

Ondersteuning

Finbarr McComb, Coördinator, NEN

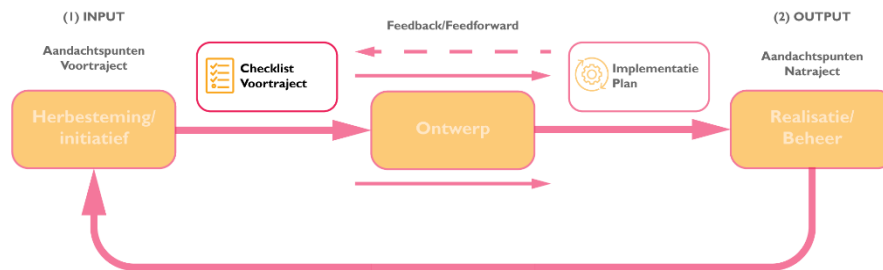
Sandra Jansen, Projectmedewerker, NEN



I Checklists

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 14 – Plek van checklist in het proces

Deze checklist sluit aan op de ontwerpstrategieën uit hoofdstuk 6. De checklist maakt inzichtelijk of er kritieke aandachtspunten zijn die een potentiële bedreiging vormen voor een succesvol circulair resultaat.



Tabel 5 – Aandachtspunten checklist

		Preventie	Kwaliteit en onderhoud	Adaptiviteit	Losmaakbaarheid en herbruikbaarheid	Hergebruikte delen van bouwwerken	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- en 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 '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.		☒	☒	☒	☒	☒	☒
		Preventie	Kwaliteit en onderhoud	Adaptiviteit	Losmaakbaarheid en herbruikbaarheid	Hergebruikte delen van bouwwerken	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.	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
B&U- en GWW-gebruikers	Instrueer hoe het gebouw moet worden gebruikt en onderhouden (beheerders VvE's, facilitymanagement, huurders) en zorg bij overdracht voor goede informatieoverdracht (verkoper, makelaar, onderhoudspartij).		☒	☒	☒	☒	☒	☒
	Houd rekening met maatschappelijke kosten en baten (MKBA) voor eindgebruikers in het waarden van infrastructurele werken bij (de)centrale overheden.	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
	Controleer de onderhevige welstandsnota op aspecten die betrekking (kunnen) hebben op circulaire ontwikkelingen.	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Opdrachtgever	Ga zo veel mogelijk uit van waardebehoud van bestaand vastgoed, vervang alleen de producten en materialen die echt moeten worden vervangen.	☒	☒	☒	☒			
		Preventie	Kwaliteit en onderhoud	Adaptiviteit	Losmaakbaarheid en herbruikbaarheid	Hergebruikte delen van bouwwerken	Secundaire grondstoffen	Hernieuwbare grondstoffen
Ingenieurs en adviseurs	Spreek af dat de toetsmethoden 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.	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
		Preventie	Reductie van levenscyclus impact	Hergebruikte objecten	Toekomstbestendigheid	Secundaire grondstoffen	Hernieuwbare grondstoffen	



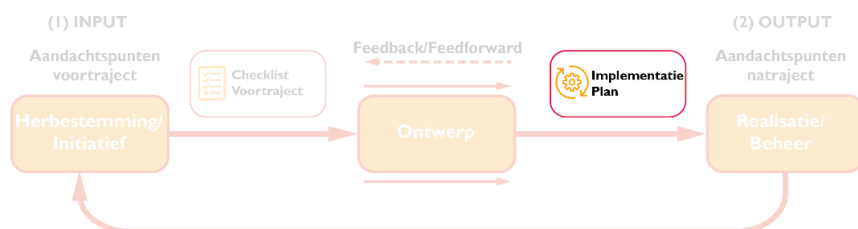
Overheid	Maak de verbinding met de uitvoering van programma's die vallen onder energie en circulariteit, waaronder Van het gas af, Woondeals, MIRT, Citydeal en Greendeals. Bestudeer ook de programma's/ambities van de lokale overheid.	☒	☒	☒	☒	☒	☒
	Neem bij projecten (en tenders/aanbestedingen) de tijd om de kritieke prestatie-indicatoren (KPI's) te bestuderen die vanuit de (lokale) overheid zijn voorgeschreven op het gebied van duurzaamheid en circulariteit.	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Wet- en 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 '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.		☒	☒		☒	
		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.	☒	☒	☒	☒	☒	☒
B&U- en GWW-gebruikers	Instrueer hoe het gebouw moet worden gebruikt en onderhouden (beheerders VvE's, facilitymanagement, huurders) en zorg bij overdracht voor goede informatieoverdracht (verkoper, makelaar, onderhoudspartij).		☒	☒	☒	☒	
	Houd rekening met maatschappelijke kosten en baten (MKBA) voor eindgebruikers in het waarderen van infrastructurele werken bij (de)centrale overheden.	☒	☒	☒	☒	☒	☒



	Controleer de onderhevige welstandsnota op aspecten die betrekking (kunnen) hebben op circulaire ontwikkelingen.	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Opdrachtgever	Ga zo veel mogelijk uit van waardebehoud van bestaand vastgoed, vervang alleen de producten en materialen die echt moeten worden vervangen.			☒		☒	
		Preventie	Reductie van levenscyclus impact	Hergebruikte objecten	Toekomstbestendigheid	Secundaire grondstoffen	Hernieuwbare grondstoffen
Ingenieurs en adviseurs	Spreek af dat de toetsmethoden 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.	☒	☒	☒	☒	☒	☒



Checklist implementatieplan



Figuur 15 – Plek van het implementatieplan in het proces

Tabel 6 – 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 ten opzichte van 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.
Realisatie (bouw en installaties)	■ Screen kandidaat-bouwers/ bouwpartners op doelstelling reductie.
Producenten en leveranciers	■ Lever demontage-instructie mee met plaatsingsinstructie van productenmelding 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 emissieloos 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. ■ Bied vroegtijdig op platformen of via eigen afzetkanaal/refurbishment aan. ■ Bied 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). ■ Maak materialenpaspoort en sla deze op in databank. Leg hierin verbindingen tussen bouwdeelen vast. ■ Registreer afwijkingen 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 (of 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. ■ Bied naast bouwproducten bouwstoffen aan. Deze zijn vaak gemakkelijker te verwerken.
Kennisoverdracht	■ 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 (informatiebehoefte).
Gebruikers (overdracht)	■ Lever bij het ontwerp een gebruikersinstructie aan.
Gebruikers (overdracht)	■ Lever bij het ontwerp een gebruikers- en demontage-instructie (oogstplan) aan.
Preventie (paragraaf 6.4.1)	
Onderhoud/beheer	■ Leg keuzes en wijzigingen vast in onderliggende visie/onderliggend plan (A. Voorkomen) en/of Digital Twin (D. Optimaliseren).
Transport en opslag secundaire delen van bouwwerken en/of grondstoffen	■ Ontsluit beschikbare depots/refurbishment-werkplaatsen (hubs) per regio. (ten behoeve van C. Materiaalwaarde)
Gebruikers (overdracht)	■ Organiseer delen/flex/meervoudig collectief gebruik (en hou rekening met adaptiviteit (B. Toekomstwaarde)).
Ontwerpen voor kwaliteit en onderhoud (paragraaf 6.4.2)	
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 start nieuwe beheercyclus.



Ontwerpen voor adaptiviteit (paragraaf 6.4.3)	
Realisatie (bouw en installaties)	■ Vermeld in hoofdberekening (constructie)veiligheid hoe hergebruikte materialen mogen worden geoogst. ■ Ondersteun leveranciers in de verantwoordelijkheid voor productaansprakelijkheid.
Onderhoud/beheer	■ Pas materialen toe in de juiste (Brand) schillen en producten met vervangbare onderdelen. ■ 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 start nieuwe beheercyclus.
Ontwerpen voor losmaakbaarheid en herbruikbaarheid (paragraaf 6.4.4)	
Realisatie (bouw en installaties)	■ Borg de registratie van constructieve kenmerken van de te hergebruiken onderdelen, incl. aspect tijd/veroudering/THT. ■ Contracteer tijdens ontwerp leveranciers die producten terugnemen.
Onderhoud/beheer	■ Pas materialen toe met oog op hergebruik. ■ 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 start nieuwe beheercyclus. ■ 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.

	■ Stem aanbod en vraag naar secundaire materialen ruim op tijd af (v/a initiatieffase door melding op een platform).
Platforms	■ Gebruik als ontwerpers de marktplaatsplatforms die beschikbare materiaalvoorraad tonen. ■ Maak een projectspecifieke materiaalinventarisatie als deze informatie niet beschikbaar is. ■ Neem in gunningcriteria hergebruik van de lokale materiaalvoorraad op. ■ Vraag en/of bied materiaal- en stoffeninventarisaties, digitale marktplaatsen en lokale logistieke hubs voor circulaire gebiedsontwikkeling.
Onderhoud/beheer	■ Pas materialen toe in de juiste (Brand) schillen en producten met vervangbare onderdelen.
Ontwerpen met hergebruikte delen van bouwwerken (paragraaf 6.4.5)	
Algemeen tijdens het natraject	■ Maak onderlinge afspraken over garanties bij het een-op-een toepassen van materialen.
Transport en opslag hergebruikte delen van bouwwerken	■ 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.
Realisatie (bouw en installaties)	■ Vermeld in hoofdberekening (constructie)veiligheid hoe hergebruikte materialen mogen worden toegepast.



	■ Ondersteun leveranciers in de verantwoordelijkheid voor productaansprakelijkheid.
Onderhoud/beheer	■ Pas materialen toe in de juiste (Brand) schillen en producten met vervangbare onderdelen.
Ontwerpen met secundaire grondstoffen (paragraaf 6.4.6)	
Algemeen tijdens het natraject	■ Maak onderlinge afspraken over garanties bij het een-op-een toepassen van materialen.
Realisatie (bouw en installaties)	■ Vermeld in hoofdberekening (constructie)veiligheid hoe hergebruikte materialen mogen worden toegepast. ■ Ondersteun leveranciers in de verantwoordelijkheid voor productaansprakelijkheid.
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 (emissieloos) op locatie. Dat zorgt voor zuiverder 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.

Onderhoud/beheer	■ Pas materialen toe in de juiste (Brand) schillen en producten met vervangbare onderdelen.
Ontwerpen met hernieuwbare grondstoffen (paragraaf 6.4.7)	
Realisatie (bouw en installaties)	■ Pas materialen toe in de juiste (Brand) schillen en producten met vervangbare onderdelen.
Onderhoud / beheer	■ Grijp onderhoudsmomenten aan voor circulaire verbeteringen, controle ontwerp/dossier.



Bijlage II Rollen en competenties

Tabel 7 – Overzicht van rollen en competenties in de categorie 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, dat 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. Daarin worden materiaal, milieu en waarde beschermd. Er is een nieuw verdienmodel waarbij het onderpand in waarde toeneemt door stijgende materiaal- en milieuwaaarde, los van de vastgoedwaarde. Mogelijk nieuwe competenties om meer dan alleen een bouwwerk 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.	
Aanjager circulariteit	Zet circulariteit op de kaart voor het project, en vraagt om bijbehorende ambitie.	Enthousiasmeert het projectteam voor circulaire bouwen, geeft (spraakmakende) voorbeelden. Zorgt dat doelstelling circulair bouwen steeds in beeld blijft.



Rollen	Omschrijving	Nieuw in circulair proces
Financier	Financiert en verstrekt krediet voor beleggers, ontwikkelaars, private, professionele of publieke opdrachtgevers, waarbij hun risicoprofiel wordt gedekt door de waarde van het onderpand dat is gebaseerd op asset-value.	Vertegenwoordigt het belang van de restwaarde, die positief kan worden beïnvloed door bijvoorbeeld demontabele componenten van een gebouw. Verleent geld onder voorwaarde van los van vastgoedwaarde stijgende materiaalwaarde. Voorspelt de adaptieve waarde van een bouwwerk en maakt een financiële afweging. Genereert mogelijk nieuwe competenties om bouwwerkoverstijgend te kunnen ontwikkelen. Ondersteunt de initiatiefnemer(s) bij het opstellen van nieuwe businesscases, met borging van materiaal, impact op milieu, waardecreatie en waardebehoud.
Bewoner/gebruiker	Gebruikt, huurt of koopt een te ontwikkelen bouwwerk.	Betrekt functionele eisen in initiatief- en ontwerpfase voor meer waardecreatie. Ontvangt daarvoor een functioneel passender of flexibeler project. Professionele vertegenwoordiging van de bewoner/gebruiker in het ontwerpteam is mogelijk een nieuwe rol of competentie.

Tabel 8 – Overzicht van rollen en competenties in de categorie Adviseurs

Rollen	Omschrijving	Nieuw in circulair proces
Technisch adviseur (architect, ingenieur, installatieadviseur, adviseur bouwfysica)	Vertaalt de gestelde eisen naar uitvoerbare varianten, bijvoorbeeld een gebouw- of infrastructuurontwerp.	Ontwerpt op basis van bestaande circulaire methoden modulair, de- en remontabel in overleg met onderaannemers, voorspelt adaptiviteit en informeert over oorsprong en duur van materiaal. Integrale samenwerking van de ontwerpende partijen is cruciaal om alle benodigde informatie in een samenhangend totaalontwerp te kunnen invoeren.
Financieel adviseur (kostenramer)	Bewaakt het budget van het te realiseren bouwwerk.	Integreert de realisatiekosten met de budgetten voor hergebruik, exploitatie en toekomstige restwaarde. Voorziet projecten van nieuwe vormen van handel en leasemogelijkheden van (secundaire) materialen en producten.



Rollen	Omschrijving	Nieuw in circulair proces
Proces-/projectmanager	Bewaakt de planning van het proces.	Stemt vraag en aanbod van noodzakelijke en beschikbare materiaal- en productstromen op elkaar af en zorgt voor tijdige levering en/of aanbod van secundair materiaal. Nivelleert in het complexe veld van verschillende belangen de winst- en risicoverdeling tussen de opdrachtgevende en opdrachtnemende partijen, 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.	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. Borgt circulariteit in het project door middel van kwalitatieve en/of kwantitatieve toetsing op vastgestelde momenten (bijv. aan het eind van een fase). Is in die hoedanigheid ook controleur (tabel 10).
Inkoopadviseur	Adviseert over manier van inkopen en begeleidt het inkoopproces voor de opdrachtgever.	Koopt in voor opdrachtgever. Borgt de toepassing van een circulair businessmodel (bouwwerkoverstijgend).
Milieuadviseur (ecoloog, bioloog, toxicoloog, LCA-adviseur)	Adviseert ontwerpteam over milieu-impact.	Identificeert milieugerichte waarden, vertaalt deze naar financiële waarden en integreert deze in de businesscase.
Communicatieadviseur	Verzorgt en bewaakt communicatie van/naar projectpartijen, gebouwgebruikers en algemene pr, houdt project website bij en sociale media, met als doel uitdragen circulariteit en creëren/vergroten van draagvlak.	Deelt openbare projectkennis en vergroot de betrokkenheid van gebouwgebruikers en andere stakeholders. Borgt en bewaakt transparantie in de interne (bijv. gebouwgebruikers) of externe projectcommunicatie.
Maatschappelijk adviseur (antropoloog, socioloog)	Adviseert initiatiefnemers en ontwerpteam over maatschappelijke impact.	Identificeert maatschappelijke waarden, vertaalt deze naar financiële waarden en integreert deze in de businesscase.
Kaderadviseur (juridisch, financieel, verzekeringsadviseur)	Adviseert initiatiefnemers en ontwerpteam over juridische, financiële en verzekeringstechnische aspecten	Geeft adviezen en ontwikkelt modellen en randvoorwaarden voor borging van materiaal, impact op milieu, waardecreatie en waardebehoud



Rollen	Omschrijving	Nieuw in circulair proces
Dataminer (digitaliseerder)	Verzamelt gedetailleerde data over bestaande bouwwerken.	Geeft advies aan het ontwikkelteam, bij voorkeur vanaf de initiatieffase, zodat het team zo goed mogelijk inzicht krijgt in kansrijke circulaire ontwikkelingen. Deze rol kan ook worden opgepakt door sloopbedrijven of gespecialiseerde materiaalhandelaars (zie uitvoerders).
Materiaalpaspoortadviseur	Verstrekt en verleent advies over het verkrijgen van een materiaalpaspoort.	Ondersteunt uitvoerders en ontwerpers bij materiaal- en bouwmethodekeuze door informatie te verstrekken over materialen en bouwmethoden.

Tabel 9 – Overzicht van rollen en competenties in de categorie Uitvoerders

Rollen	Omschrijving	Nieuw in circulair proces
Aannemer	Realiseert het ontworpen bouwwerk binnen een vooraf vastgestelde tijd en financieel budget.	Integreert, bemiddelt, assembleert en neemt verantwoordelijkheid voor het samenvoegen van verschillende materialen en producten tot een bouwwerk. Presteert op basis van kwaliteitsafspraken. Wordt bij voorkeur vanaf ontwerpfase aangesteld om bij te dragen aan 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 opeenvolgende cyclus en biedt ook refurbished producten aan.
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. Richt zich ook steeds meer op refurbishment van bestaande bouwonderdelen. Een nieuwe competentie zal zijn het keuren van bestaande producten voor nieuwe certificering en hergebruik.



Rollen	Omschrijving	Nieuw in circulair proces
Beheerder (onderhoudspartij)	Is verantwoordelijk of biedt (externe) service voor onderhoud van een bouwwerk.	Werkt samen met leveranciers, aannemers en/of adviseurs om de levens- en gebruiksduur van een bouwwerk te verlengen, het bouwwerk herbruikbaar te houden of de delen ervan tussentijds vervangbaar te maken
Sloopbedrijf (materiaal-/productminer)	Ontmantelt en verwijdert bestaande grondstoffen, materialen, producten en bouwelementen voor hergebruik.	Zorgt ervoor dat de ontmantelde of verwijderde materialen en producten hoogwaardig kunnen worden hergebruikt.
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, materiaal-/productminers aan. Zorgt voor de logistieke verdeling van te hergebruiken materiaalstromen.
Leasemaatschappij (materiaal en producten)	Biedt tijdelijk gebruik van (nieuwe) circulaire materialen en producten samen met of voor producenten en leveranciers van herbruikbare bouwelementen, producten, materialen en grondstoffen.	Informeert en ondersteunt actief beleggers, financiers en kostenramers over mogelijkheden van leaseproducten vanwege de relatief nieuwe vorm van dienstverlening.
Verzekeringsmaatschappij	Verzekert bouwwerken in de gebruiksfase.	Biedt samen met aannemers, leveranciers en producenten verzekeringsproducten aan die het gebruik van secundaire materialen, producten en bouwelementen uitvoerbaar maken.



Tabel 10 – Overzicht van rollen en competenties in de categorie Controleurs

Rollen	Omschrijving	Nieuw in circulair proces
Regelgever	Ontwikkelt waarderings- en beoordelingssystemen.	Ontwikkelt systemen en hulpmiddelen voor waardering van secundair materiaal door standards, labels, keurmerken of afwijkingsmarges vast te leggen, in regelgeving te integreren en voor materiaalhandelaren toepasbaar te maken.
Regelgevingcontroleur	Controleert op minimale wettelijk eisen en verleent vergunningen.	Stelt wet- en regelgeving op die hergebruik van bestaande gebieden en bouwwerken en nieuwe circulaire ontwikkeling stimuleert en faciliteert, door middel van het belonen van circulaire en het beboeten van lineaire ontwikkelprocessen. Breidt gelijkwaardigheid uit voor niet-gestandaardiseerde vergunningstrajecten. Anticipeert met bestemmingsplannen op adaptiviteit bouwwerken. Stemt af met de Wet kwaliteitsborging (WKB) en controleert op naleving.
Certificeerder	Certificeert materialen, producten en bouwelementen.	Certificeert ook secundaire materialen, producten en demontage en herbruikbaarheid van bouwelementen in een opeenvolgende cyclus. Heeft hiervoor overeenstemming nodig met producenten, leveranciers, aannemers, onderhoudspartijen en verzekeringsmaatschappijen.
Prestatiecontroleur	Meet prestaties op het gebied van milieu, constructie, levensduur, energie, veiligheid en bouwfysiek.	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 fasen.



Bijlage III Inventarisatie van rollen per strategie

Om tot een goede invulling van een ecosysteem (paragraaf 5.2) te komen zetten we in deze bijlage de ontwerpstrategieën op een rij met overwegingen die kunnen leiden tot het benoemen van een rol of actor in het ecosysteem. In het traditionele lineaire proces hebben de overwegingen hun grond in de fase vóór de ontwerpfase. Binnen het circulaire *ontwerpproces* vormen de ontwerpstrategieoverwegingen een iteratief proces.

De gegeven opsommingen van overwegingen zijn uitvoerig, maar niet uitputtend. Als er in een brainstorm andere niet-benoemde overwegingen zijn, kunnen die door middel van een rol worden toegevoegd, en een basis vormen voor het uitnodigen van een specifieke actor. Iedere rol kent zijn verantwoordelijkheden en bevoegdheden. Deze moeten worden ingevuld door de desbetreffende actor. Zoals in hoofdstuk 5 is aangegeven, heeft een actor vaak meerdere rollen. De rollen met hun respectievelijke verantwoordelijkheden en bevoegdheden moeten dus per actor duidelijk en multilateraal (binnen het projectteam) worden vastgelegd.

Bij overgang naar een volgende fasering (bijv. ontwerpfase naar uitvoeringsfase) gaan sommige rollen over naar andere actoren (bijv. de rol ontwerper biobased materiaal in ontwerpfase gaat naar aannemer biobased materialen). Daarnaast kan een rol zelf gedurende het proces veranderen (bijv. sloper adviseert vooraf aan het sloopproces over donormaterialen of demontage/losmaakbaarheid, en daarna wordt hij leverancier).

Telkens is er een kernteam dat bestaat uit een aantal centrale rollen, zoals die van opdrachtgever, circulariteitsaanjager, engineer, architect, bouwfysicus en constructeur. Per strategie wordt zo'n kernteam dan aangevuld.

Ontwerpen voor Preventie

Deze strategie richt zich op het voorkomen van nieuwbouw/gebruik van nieuwe materialen en, waar nieuwbouw niet te voorkomen is, op het efficiënter en optimaler ontwerpen.

Aanvullende rollen bij deze strategie kunnen zijn:

- Huisvestingsadviseur: toetst of bestaande bouwwerken een oplossing zijn voor de ruimtebehoefte.
- Organisatiedeskundige: stelt vast hoeveel ruimtebehoefte er daadwerkelijk is (en houdt rekening met flexibiliteit, wat ruimtebehoefte en mogelijke bouw in de toekomst voorkomt).
- Productleverancier: bepaalt of alle onderdelen van een bepaald product en/of verpakking nodig zijn, of dat met minder materiaal kan worden volstaan (metselwerk in beeksteen in plaats van waalformaat).

Ontwerpen met hergebruikte bouwwerken en delen van bouwwerken

Bij deze strategie gaat het om het opnieuw gebruiken van bouwwerken en delen van bouwwerken, al dan niet na bewerking.

Aanvullende rollen bij deze strategie kunnen zijn:

- Dataminer/materiaalscout: brengt binnen het project de beschikbaarheid van materialen en gebouwdelen in kaart.
- Urban-miner (oogst materialen): heeft overzicht in de markt van beschikbare hergebruikmaterialen en -bouwdelen.
- Technoloog/bouwfysicus: bijvoorbeeld een bouwtechnoloog om vast te stellen of een te hergebruiken bouwdeel nog aan de huidige technische eisen voldoet, en zo niet hoe deze kan worden verbeterd. Denk bijv. aan betontechnoloog, brandveiligheidsdeskundige of normdeskundige.
- Jurist: houdt zich bezig met de verschillen in regelgeving en garanties tussen oude en nieuwe materialen.



- Facilitair beheerder: heeft veel kennis van materialen/onderhoud/installaties in eigen bestaande gebouw(en).
- Bouwchemicus/materiaaladviseur: beziet of hergebruikte materialen/bouwdelen ongewenste/toxische/niet-afbreekbare stoffen bevatten.

Ontwerpen met secundaire grondstoffen

In deze strategie gaat het om ontwerpen met grondstoffen die eerder zijn gebruikt of met reststromen van een ander productsysteem. Deze grondstoffen worden zo ingezet in (bouw)producten dat ze primaire grondstoffen vervangen.

Aanvullende rollen bij deze strategie kunnen zijn:

- Leverancier van producten met secundaire grondstoffen: stemt in een vroegtijdig stadium de beschikbaarheid en kwaliteit van zulke producten met secundaire grondstoffen af.
- Bouwchemicus/materiaaladviseur: beziet of hergebruikte materialen/bouwdelen ongewenste/toxische/niet-afbreekbare stoffen bevatten.

Ontwerpen met hernieuwbare grondstoffen

De strategie richt zich op het ontwerpen met zo veel mogelijk bouwmaterialen uit hernieuwbare bron. Hernieuwbare grondstoffen worden geteeld, natuurlijk aangevuld of natuurlijk gereinigd op een menselijke tijdschaal.

Aanvullende rollen bij deze strategie kunnen zijn:

- Bouwbioloog: brengt de gezondheidseffecten van bouwen met hernieuwbare materialen in beeld. Dit kan naast circulariteit een belangrijke overweging zijn om voor deze strategie te kiezen.

- Bouwfysicus: hernieuwbare materialen zijn vaak gevoeliger voor vocht, schimmels en insecten. Om deze risico's zo veel mogelijk te vermijden kan een bouwfysicus berekeningen of detailleringen hierop aanpassen.
- Leverancier van hernieuwbare grondstoffen

Ontwerpen voor kwaliteit en onderhoud

De strategie richt zich op hoogwaardige kwaliteit en esthetiek en de toepassing van robuuste onderhoudsarme producten en goede detailleringen.

Aanvullende rollen bij deze strategie kunnen zijn:

- Financieel adviseur/accountant: kan nadenken over een gunstige(r) financiering als een bouwwerk een langere levensduur heeft.
- Facilitair beheerder: heeft inzicht in bouwdelen en afwerkingen die gevoelig zijn voor fysieke, mechanische en/of chemische beschadigingen en verwerking.

Ontwerpen voor adaptiviteit

Bij ontwerpen voor ruimtelijk-functionele adaptiviteit wordt ervan uitgegaan dat een bouwwerk aan verschillende toekomstscenario's met andere wensen en eisen kan voldoen.

Aanvullende rollen bij deze strategie kunnen zijn:

- Huisvestingsadviseur: bekijkt hoe een bouwwerk zo adaptief mogelijk inzetbaar is en blijft.
- Financieel adviseur/accountant: kan nadenken over een gunstige(r) financiering als een bouwwerk adaptief is, heeft het waarschijnlijk een langere levensduur, dan kan worden nagedacht over een gunstige(r) financiering
- Facilitair beheerder: heeft inzicht in gebruikers- en bezettingsbehoeften.



Ontwerpen voor losmaakbaarheid en herbruikbaarheid

Deze strategie streeft technische adaptiviteit na. Daarbij moet zo worden ontworpen dat materialen tijdens gebruik (onderhoud) of na gebruik op eenvoudige wijze kunnen worden geoogst en zo hoogwaardig mogelijk kunnen worden hergebruikt.

Aanvullende rollen bij deze strategie kunnen zijn:

- Sloper: door degene die het gebouw uit elkaar moet halen te betrekken bij het ontwerpen van het gebouw, zal bij het demonteren na gebruik minder 'afval' ontstaan
- Uitvoerende partij: adviseert hoe de bouwdelen die zij aanbrengt, het best bereikbaar en losmaakbaar blijven.

Bijlage IV Stappenplan voor afspraken

Om o.a. de waardematrix en de informatiebehoeftematrix praktisch inzetbaar te maken zijn er zeven stappen te onderscheiden:

Stap	Activiteit	Waardecreatie of informatievoorziening																																				
1	Plan een kick-offmeeting met de betrokken ontwerppartijen. Hiervoor moeten partijen worden uitgenodigd uit alle vier de categorieën genoemd in paragraaf 5.1 (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 vraag/vrager voor; de horizontale as het aanbod/aanbieder. Kleur de diagonaal alvast in.	<table><tr><th></th><th>Aanbod</th><th>Initiatiefnemer</th><th>Adviseur</th><th>Uitvoerder</th><th>Controleur</th></tr><tr><th>Vraag</th><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><th>Initiatiefnemer</th><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><th>Adviseur</th><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><th>Uitvoerder</th><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><th>Controleur</th><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>		Aanbod	Initiatiefnemer	Adviseur	Uitvoerder	Controleur	Vraag						Initiatiefnemer						Adviseur						Uitvoerder						Controleur					
	Aanbod	Initiatiefnemer	Adviseur	Uitvoerder	Controleur																																	
Vraag																																						
Initiatiefnemer																																						
Adviseur																																						
Uitvoerder																																						
Controleur																																						
3	Laat elke partij op afzonderlijke post-its opschrijven welke waarde of informatie nodig is gedurende een bepaald tijdsbestek om circulariteit te bevorderen. Dit kan gedurende één projectfase zijn. Gebruik verschillende kleuren per fase of informatiedrager/medium.																																					
4	Nodig elke partij uit om de post-its in de lege tabel te plakken in de juist kolom. Hierbij moeten partijen nagaan wie de benodigde waarde of informatie het best aan hen kan leveren.	<table><tr><th></th><th>Aanbod</th><th>Initiatiefnemer</th><th>Adviseur</th><th>Uitvoerder</th><th>Controleur</th></tr><tr><th>Vraag</th><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><th>Initiatiefnemer</th><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><th>Adviseur</th><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><th>Uitvoerder</th><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><th>Controleur</th><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>		Aanbod	Initiatiefnemer	Adviseur	Uitvoerder	Controleur	Vraag						Initiatiefnemer						Adviseur						Uitvoerder						Controleur					
	Aanbod	Initiatiefnemer	Adviseur	Uitvoerder	Controleur																																	
Vraag																																						
Initiatiefnemer																																						
Adviseur																																						
Uitvoerder																																						
Controleur																																						



Stap	Activiteit	Waardecreatie of informatievoorziening
5	Discussieer met elkaar over het resultaat. Partijen controleren eerst of de gevraagde waarde of informatie inderdaad kan worden geleverd op het gewenste moment en in de gewenste vorm. Verder gaan zij na of ze wellicht meer of andere waarde of informatie kunnen aanbieden. Pas de matrix aan totdat er consensus is.	
6	Leg afspraken vast in een document. Dit vormt de basis voor afspraken. Die afspraken moeten ook worden gespecificeerd in de tijd. De waardematrix geeft inzicht in de bijdrage van alle partijen in waardecreatie en -behoefte, terwijl de kleuren in één oogopslag aangeven op welk moment (fase) de wisselwerking plaatsvindt. De informatiebehoeftematrix geeft inzicht in informatievraag en -aanbod, terwijl de kleuren in één oogopslag aangeven op welke wijze de informatie kan worden gedeeld.	
7	Herzie en update de matrix tijdens het circulaire (ontwerp)project naargelang behoeften veranderen. Geschikte momenten zijn de transities naar andere project- en levenscyclusfasen, omdat dan het circulaire ecosysteem verandert. Houd er rekening mee dat het leveren van specifieke informatie tijd (en dus geld) kost. Elders in het project kan juist een besparing worden bereikt met uitwisseling van de juiste informatie.	



Literatuur en bronnen

Literatuur

'Maar hoe dan', werkgroep circulaire bouweconomie oktober 2019.

Actieteam CB'23 (2021). Leidraad Circulair ontwerpen 1.0

Agrodome. (2022). Hernieuwbare grondstof en materiaal voor de bouw. Opgehaald van Nationale MilieuDatabase: .

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

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.

BNA Manifest Circulair. <https://www.bna.nl/documenten/manifest-wijgaan-circulair>.

Bouwend Nederland (2021). Handvat duurzaam materiaalgebruik voor bouw- en infrabedrijven 2021. Opgehaald van: https://www.bouwendnederland.nl/media/9249/bn_stimular_handvat_duurzaam_materiaalgebruik_2021.pdf.

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

Circulair Business Models For The Built Environment (Arup / BAM) https://www.arup.com/-/media/arup/files/publications/a/8436_business-models-low-res.pdf.

Circulair ontwerpen in het MIRT-proces: handelingsperspectieven voor beleidsmakers, adviseurs, ontwerpers en beheerders (Dijcker, Schepers and Witteveen+Bos 2018).

Circulaire ontwerpprincipes, Rijkswaterstaat januari 2020.

Circular Economy in Building Design (april 2021). Publicatie van David Cheshire e.a.

Cirkelstad Samen Versnellen: Een verslag van de audits en Het Nieuwe Normaal 0.2.

Cirkelstad: alternatief verkiezingsprogramma: <https://www.cirkelstad.nl/wp3/wp-content/uploads/2021/01/6013fa20318aa-Kwaliteit%20kpi's%20en%20krachtenbundeling%20DEF.pdf>.

CLICKNL, mogelijk gemaakt door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. (2021). CIRCO Ontwerpstrategieën. Opgehaald van CIRCO: <https://www.circonl.nl/kennis/circo-ontwerpstrategieen/>.

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.

DGBC: <https://www.dgbc.nl/nieuws/dgbc-presenteert-framework-voor-circulaire-bestaande-gebouwen-6130>.

Dijcker, R., Schepers, O., & Witteveen+Bos. (2018). Circulair ontwerpen in het MIRT-proces : handelingsperspectieven voor beleidsmakers, adviseurs, ontwerpers en beheerders. Opgehaald van Rijkswaterstaat



Rapportendatabank: <https://open.rws.nl/open-overheid/onderzoeksrapporten/@166461/circulair-ontwerpen-mirt-proces/>.

Dijcker, R., Schepers, O., & Witteveen+Bos. (2018, 04 20). Rijkswaterstaat Rapportendatabank. Opgehaald op 01 14, 2021, van Circulair ontwerpen in het MIRT-proces: handelingsperspectieven voor beleidsmakers, adviseurs, ontwerpers en beheerders: https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_158440_31/.

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

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

Ellen MacArthur Foundation. (2017). Circular Economy - Concept. Opgeroepen op 2020, van <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept>.

Enkele juridische vragen rond een circulaire economie in de bouw, Chris Backes en Marlon Boeve rebo-ucwosl-circulaire-bouw.pdf (uu.nl).

Europese Commissie -JRC Technical Report EUR 29123 EN, is (2018).

Handreiking circulair inkopen voor GWW, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, oktober 2020.

https://groenehartwerkt.nl/files/Eindrapportage_Circulaire_Handelsplatformen_-_RoyalhaskoningDHV.pdf.

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

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

KNMI. (sd). Zeespiegelstijging. Opgehaald op 2021, van 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. Opgehaald van Rijksoverheid: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/brochures/2020/04/30/handreiking-regelgeving-klimaat-adaptief-bouwen-en-inrichten>.

Level(s) European framework for sustainable buildings, https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels_nl en specifiek.

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

Madaster Foundation. (2021). Opgehaald van Madaster: <https://madaster.nl/>.

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

New Horizon Urban Mining. (2021). Opgehaald van Oogstkaart: <https://www.oogstkaart.nl/partners/>.



NSOB: <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.

Platform CB'23, Leidraad Meten van Circulariteit > NMD, productcategorieën.

Privaatrechtelijke aspecten van de circulaire economie in het bijzonder circulair bouwen, 5 delen. Tijdschrift voor Bouwrecht. M.A.B. Chao-Duivis.

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

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.

Ter Heijden, W.J. & Scheepens, W.S. (2023). Beoordelingsmethode Losmaakbaarheid in de GWV: https://circulairebouweconomie.nl/wp-content/uploads/2023/02/128350_23-002.604_rep_fin_Versie-1.0-Tool-voor-ontwerpers-1.pdf.

Terwel, K. C., & Crielaard, R. (2023). De rol van constructeurs in de aanpak van de klimaatcrisis: Een stappenplan voor duurzame constructies. *Cement: vakblad voor de betonwereld*, 2023(1).

NIBE. (2021). Hernieuwbare grondstoffen. Opgehaald van Nationale MilieuDatabase: https://milieudatabase.nl/media/filer_public/0b/f3/0bf36b5a-f35e-4f01-a88b-afb1c9595787/eindrapport-hernieuwbare-grondstoffen.pdf.

UX Berlin. (2016). Business modelling kit. Opgehaald van http://www.uxberlin.com/business_modelling_kit/.

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

Van Vliet, M., Van Grinsven, J., & Teunizen, J. (2021). Circular buildings - Meetmethodiek Losmaakbaarheid. V 2.0. Alba Concepts. Opgehaald van DGBC: <https://www.dgbc.nl/publicaties/circular-buildings-een-meetmethodiek-voor-losmaakbaarheid-v20-41>.

Vlaanderen Circulair. (2021). Vlaanderen Circulair. Opgehaald van De ambitiekaart: <https://aankopen.vlaanderen-circulair.be/nl/aan-de-slag/de-ambitiekaart>.

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:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124359>.

W/E adviseurs (2020) 30015-Onderzoekrapport 'Richtlijn specifieke gebouwlevensduur', 02-11-2020.

W/E adviseurs. (2021). Circulair meetbaar voor GPR-gebruikers. Opgehaald van Nationale MilieuDatabase: https://milieudatabase.nl/media/filer_public/3f/9f/3f9fda15-0e5a-4fce-ac45-



e3e1426f3357/we-30015-onderzoekrapport-richtlijn-specifieke-
gebouwlevensduur-11-11-2021.pdf.

Woningcorporaties als opdrachtgever voor circulaire renovatie en
nieuwbouw, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, juli 2020.