



Transitie naar een circulaire grond-, weg- en waterbouw

Een missie-gedreven innovatie systeem analyse

Datum: 31-10-2022

Auteurs:

Sanne Bours* – Utrecht University
Jip Swartjes – Utrecht University
Marko Hekkert – Utrecht University

In samenwerking met:

Claartje Vorstman – Rijkswaterstaat,
Transitiebureau Circulaire Bouweconomie
Mandy Willems – Rijkswaterstaat
Astrid Hamer – Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

Tom Coenen – Universiteit Twente
Lucia van Leeuwen – TU Delft

*s.a.m.j.v.bours@uu.nl



Utrecht University



Planbureau voor de Leefomgeving



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

 De
circulaire
bouweconomie

UNIVERSITY
OF TWENTE.

 TU Delft

De analyse is uitgevoerd door onderzoekers van de Universiteit Utrecht in opdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving. Dit rapport is tot stand gekomen in het kader van het Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie 2019-2023. Dit werkprogramma is een samenwerkingsverband van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Centrum voor Milieuwetenschappen Leiden (CML), het Centraal Planbureau (CPB), het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), RVO.nl, Rijkswaterstaat, TNO en de Universiteit Utrecht (UU) onder leiding van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL). Voor dit onderzoek specifiek is naast deze partijen ook samengewerkt met de Universiteit Twente, de TU Delft en het transitieteam Circulaire Bouweconomie. Het kabinet streeft naar een volledig circulaire economie in 2050. Het doel van het werkprogramma is om de door het kabinet uitgezette koers naar 2050 te kunnen monitoren en te evalueren en de overheid te voorzien van de kennis die nodig is voor de vormgeving of bijsturing van beleid. Meer informatie over het Werkprogramma Monitoring en Sturing Circulaire Economie is te vinden op <https://www.pbl.nl/monitoring-circulaire-economie>. Dit rapport maakt deel uit van een serie rapporten uitgebracht door de Universiteit Utrecht waarin de staat van de transitie van verschillende productgroepen worden geanalyseerd.

Samenvatting

De grond-, weg- en waterbouw (GWW) wordt gekenmerkt door een aantal eigenschappen die bepalend zijn voor het verloop van de transitie naar circulariteit. De GWW is een sector met 1) een project-gestuurde aanpak, 2) een vraag-gestuurde markt met publieke opdrachtgevers aan de vraagkant, 3) hoge veiligheidseisen voor unieke objecten met een lange levensduur en 4) grote verschillen in de ambitieniveaus voor circulariteit tussen nationale en lokale overheden. Publieke opdrachtgevers hebben in deze sector dus een unieke positie om de transitie naar circulariteit te sturen. Echter, wordt deze positie niet volledig benut.

Urgentie voor circulariteit vertaalt zich in vele doelen

Circulariteit en de transitie naar een circulaire GWW zijn in de afgelopen jaren prominenter op de agenda van betrokken partijen komen te staan. Sturende visies vanuit onder andere de Transitieagenda Circulaire Bouweconomie (TA), Uitvoeringsprogramma's (UP), strategie Klimaatneutrale en circulaire rijksinfraprojecten (KCI) en verschillende leidraden vanuit Platform CB'23 zijn opgeleverd om handvatten te geven voor circulair bouwen. De geformuleerde klimaatneutrale en circulaire doelen omvatten onder andere een 50% reductie van CO₂-emissies in 2030 (TA), 50% reductie van het gebruik van primaire grondstoffen in 2030 (KCI) en een Milieukostenindicator (MKI) van nul in 2050 (UP, 2021). Echter gaat deze stapeling van doelen in verschillende documenten ten koste aan een duidelijke focus. Daarnaast zijn de milieueffecten van circulariteitsstrategieën nog moeilijk in te schatten. Het terugdringen van hoge CO₂-emissies is meer eenduidig en meetbaar, waardoor deze maatregelen veelal prioriteit genieten boven circulariteit. Het gebrek aan meetbaarheid van circulariteit wordt als belemmerend ervaren. Daardoor blijft een vertaling van circulariteitsambities naar beleid en concrete projecten achter en blijven doelen abstract en ver weg.

Lagere ambitie bij medeoverheden vanwege gebrekkige capaciteit

Het verschil in ambitie voor circulariteit is nog groter en diverser bij medeoverheden ten opzichte van Rijkswaterstaat. Bij medeoverheden is over het algemeen sprake van minder capaciteit en financiële middelen, wat ervoor zorgt dat de visie op circulariteit nog minder duidelijk is. Tegelijkertijd hebben gemeenten wel het overgrote deel van de (massa aan) materiaalvoorraden in de GWW in handen. Daarmee wordt een groot deel van het potentieel om te sturen op circulariteit niet benut, en vergt dit ook samenwerking en coördinatie tussen medeoverheden.

Laagwaardige recycling vindt al jaren plaats, hogere circulaire toepassingen ervaren problemen

Een circulaire oplossingsrichting die al sinds de jaren 80 plaatsvindt in de GWW is recycling van beton, waarbij beton- en asfaltgranulaat als toeslagstof in onder- en tussenlagen van wegen wordt toegepast. Dit wordt tegenwoordig echter als een laagwaardige toepassing van secundair materiaal gezien. Er wordt wel geëxperimenteerd (F1) met hoogwaardige circulaire strategieën, onder andere met het horizontaal toepassen van (beton)recyclaat (*close the loop*), het hergebruiken van (onderdelen van) objecten (*slow the loop*) en het doelbewust toepassen van hout of bio-based grondstoffen (*substitutie*). Daarnaast is preventie van grondstoffen of efficiënter produceren (*narrow the loop*), en het onderhouden en verlengen van de levensduur van bestaande objecten (*slow the loop*) erg belangrijk aangezien dit resulteert in de hoogste grondstoffenbesparing.

Echter lopen deze circulaire ontwikkelingen tegen verschillende barrières aan, samengevat: 1) gebrek aan ontwikkeling, deling en borging van circulaire kennis, 2) aanbestedingsproces nog onvoldoende gericht op circulariteit en 3) onvoldoende opschaling vanuit pilots.

1. Gebrekkig inzicht en kennis in areaal en materiaalvoorraden

In de GWW is er beperkt inzicht en kennis over het areaal en de materiaalstromen (-F2). Recent verschaft de studie van het EIB en Metabolic een eerste inzicht in de materiaalstromen en milieu-impact in de GWW. Het gebrekkige inzicht in concrete data dat voornamelijk blijft hangen in pilots (-F1) belemmert de transitie naar een circulaire GWW, omdat progressie (zoals absolute reductie van primaire grondstoffen of beschikbaarheid van secundaire materialen) niet goed gemonitord kan worden (-F8). Verder ontbreken concrete meet- en waardeermethoden voor circulariteit, wat ook ligt aan een deel van de complexiteit van de sector (verschillende materialen en objecten). Dit leidt ertoe dat het formuleren van (ambitieuze) doelstellingen en een lange termijnstrategie bemoeilijkt wordt (-F4). Inzicht in de materialen die vrijkomen en de staat ervan zijn essentieel om circulaire strategieën, zoals hergebruik van materialen, te bevorderen.

Verder is de borging, verspreiding en adoptie van kennis (-F3) over circulaire technologieën problematisch. Opdrachtnemers houden de kaarten veelal tegen de borst omdat ze met elkaar concurreren op unieke projecten, wat het ook lastig maakt om kennis een-op-een in volgende projecten toe te passen en waardoor er weinig kansen in de markt zijn voor circulaire innovaties (-F5). Verder is de kennis veelal geconcentreerd bij enkele personen, wat het in tijdelijke coalities van projecten lastig maakt om te leren. Er ontbreekt een kennisinfrastructuur om opgedane lessen binnen projecten vast te leggen. Borging van kennis is ook problematisch door de tijdsdruk van projecten, het gebrek aan capaciteit (-F6) en doordat overheidsorganisaties vaak terughoudend zijn in het toepassen van kennis ontwikkeld vanuit andere organisaties, vanwege de hoge veiligheidseisen. Hierdoor wordt het 'wiel vaak opnieuw uitgevonden'. Het gebrek aan kennis over de risico's en levensduur van circulaire oplossingen zorgt voor terughoudendheid van publieke opdrachtgevers (-F7). Er lijkt een sterke behoefte aan een centrale plek met concrete voorbeelden en handvaten om circulariteit te implementeren binnen projecten in de GWW.

2. Hele aanbestedingsproces nog onvoldoende gericht op circulariteit

Door het belang van constructieve veiligheid en levensduur van objecten binnen de GWW worden complexe en onbekende circulaire oplossingen als risicovol gezien (-F7). De onbekendheid (-F2) en risico's (-F7) die ervaren worden zorgen ervoor dat sturende instrumenten voor circulariteit ontbreken (-F4) en circulaire innovaties weinig ruimte krijgen binnen projecten (-F5). Middels publieke aanbestedingen (F5) hebben publieke opdrachtgevers een sterke positie om hun vraag te sturen op circulariteit, maar dit potentieel wordt momenteel nauwelijks benut (-F4). Aanbestedingsprocedures zijn veelal gericht op lage risico's en de laagste prijs is nog vaak de doorslaggevende factor (F5). Eisen of gunningscriteria die circulariteit stimuleren worden in gangbare aanbestedingen niet consequent meegenomen of ze wegen te weinig mee waardoor aannemers er niet op kunnen onderscheiden. Daarentegen wordt de MKI wel steeds meer ingezet als gunningscriterium, wat door velen gezien wordt als legitiem middel (F7). Een MKI biedt een basis om mee te sturen, maar ook deze weegt vaak te weinig mee om op te onderscheiden. Verder vinden opdrachtgevers het lastig om circulaire oplossingen tegen elkaar af te wegen in aanbestedingen. Dit pleit voor het consequent hanteren van een Total Cost of Ownership (TCO)

benadering, waarbij naast de kosten voor aanschaf ook de kosten over de gehele levensduur voor onder andere onderhoud en reparatie worden meegenomen.

3. Onvoldoende opschaling van pilots en circulaire ontwikkelingen

Momenteel wordt er veel op pilootniveau geëxperimenteerd met contractvormen die circulariteit kunnen stimuleren binnen publieke aanbestedingen, zoals functioneel uitvragen, werken in bouwteams, twee-fasen aanpak, portfolio aanpak en as-a-service contracten (F5). Daarbinnen vinden pilots met nieuwe circulaire technologieën plaats (F1). Echter blijven projecten vaak in een pilot fase hangen of worden voor een enkel icoonproject uitgerold en niet verder opgeschaald. Lage marges in combinatie met unieke projecten en onzekerheid (-F7) zorgen voor stagnatie in de ontwikkeling en opschaling van innovaties. Opschaling vereist commitment vanuit overheden en een lange termijnperspectief (-F4) dat doorontwikkeling van circulaire innovaties beloont, wat momenteel ontbreekt. Daarnaast zijn financiële middelen nog voornamelijk gericht op pilots (F1), terwijl het noodzakelijk lijkt dat er meer middelen vrijgemaakt worden om circulariteit in gangbare projecten een plaats te geven.

Een circulaire economie in de GWW vereist een andere manier van denken

Publieke opdrachtgevers hebben vanwege de specifieke kenmerken van deze sector een unieke positie om te sturen op circulariteit. Een sleutelpositie ligt in het aanbestedingsproces waarbij circulariteit beter meegenomen kan worden. Door circulariteit sterker mee te laten wegen en transparant te zijn over hoe circulariteit op korte en lange termijn uitgevraagd wordt, biedt dit meer zekerheid voor marktpartijen en kunnen marktpartijen meebewegen. Dit vergt aanpassingen in de manieren van denken om circulair (samen) te werken.



Inhoudsopgave

Samenvatting.....	3
1. Introductie	8
2. Theoretisch kader	10
2.1. Circulaire economie	10
2.2. MIS raamwerk	11
2.2.1. Structurele analyse.....	12
2.2.2. Probleem-oplossingen diagnose	13
2.2.3. Functionele analyse & Barrière analyse.....	13
3. Methode.....	15
3.1. Afbakening GWW	15
3.2. Data collectie.....	16
3.3. Operationalisatie	18
4. Areaal en materiaalstromen	19
4.1. Materiaalvoorraad.....	19
4.2. Secundair materiaalgebruik.....	21
4.3. CO ₂ -emissies en MKI	21
5. Structurele analyse	23
5.1. Actoren	23
5.2. Kenmerken en instituties in de GWW-sector.....	25
6. Probleem-oplossingen diagnose van de circulaire economie.....	30
6.1. Problemen	30
6.2. Doelen	32
6.3. Oplossingsrichtingen	34
6.3.1. Close the loop (recycling)	36
6.3.2. Substitutie.....	36
6.3.3. Slow the loop (levensduurverlenging, hergebruik).....	38
6.3.4. Narrow the loop (preventie)	38
6.4. Specifieke oplossingen.....	39
7. Functionele analyse & Barrière analyse	40
7.1. Generieke barrières	40
7.1.1. Barrière 1: Gebrek aan ontwikkeling, deling en borging van circulaire kennis	41
7.1.2. Barrière 2: Aanbestedingsproces onvoldoende gericht op circulariteit	44
7.1.3. Barrière 3: Onvoldoende opschaling van circulaire ontwikkelingen	47



7.2.	Barrières per oplossingsrichting	50
7.2.1.	Close the loop.....	50
7.2.2.	Slow the loop.....	52
7.2.3.	Narrow the loop.....	55
7.2.4.	Substitutie.....	55
7.2.5.	Interactie tussen de oplossingsrichtingen.....	59
8.	Conclusie en advies.....	60
9.	Referentielijst.....	64
10.	Appendix I: Deelnemers workshops en interviews	71
11.	Appendix II: Operationalisatie tabel scores	73
12.	Appendix III: Achtergrond informatie areaal en materiaalstromen	75
12.1.	Assets in de GWW.....	75
12.1.1.	Wegen	76
12.1.2.	Kunstwerken	77
12.1.3.	Kustlijnzorg en vaargeulonderhoud	77
12.2.	Materiaalstromen in de GWW	78
12.2.1.	Grond, zand, klei	79
12.2.2.	Asfalt.....	79
12.2.3.	Beton	80
12.2.4.	Staal.....	81
12.2.5.	Hout	81
13.	Appendix IV: Achtergrondinformatie instituties	82
14.	Appendix V: Achtergrondinformatie actoren.....	85
14.1.	Opdrachtnemers.....	85
14.2.	Andere actoren.....	85
14.3.	Netwerken	86
15.	Appendix VI: Bouworganisatie en contractvormen	88
16.	Appendix VII: Voorbeelden oplossingen per oplossingsrichting	90

1. Introductie

De transitie naar een circulaire economie in Nederland

Nederland is begonnen aan de transitie naar een Circulaire Economie (CE). Als reactie op de toenemende druk vanuit de maatschappij op het klimaat en de (zorgen om de) groeiende behoefte aan grondstoffen is de missie gesteld om in 2050 een volledig circulaire economie te hebben in Nederland, zoals geformuleerd in het Rijksbreed programma 'Nederland circulair in 2050' (2016). Hierin is uiteengezet hoe deze transitie vorm te geven en wordt de missie vertaald naar het efficiënter gebruik maken van grondstoffen zodat minder grondstoffen nodig zijn, het gebruik maken van hernieuwbare grondstoffen en het reduceren van de afhankelijkheid van fossiele grondstoffen. Om de ambities van de Rijksoverheid te bekrachtigen is in januari 2017 het Grondstoffenakkoord initieel ondertekend door 180 partijen, waaronder medeoverheden, het bedrijfsleven, milieu- en natuurorganisaties, financiers, kennis- en onderwijsinstellingen en andere maatschappelijke organisaties. In het Grondstoffenakkoord (2017) committeren zij zich aan de gezamenlijke ambitie om een circulaire economie te realiseren. In het Grondstoffenakkoord zijn richtlijnen gegeven voor het opstellen van de vijf Transitieagenda's voor vijf prioritaire ketens (Biomassa en voedsel, Kunststoffen, Maakindustrie, Bouw en Consumptiegoederen). In 2018 zijn deze vijf actie- en interventieagenda's voor de komende jaren opgesteld door de verschillende Transitieteams. De vertaling van deze transitieagenda's in concrete acties en projecten vond vervolgens plaats in verschillende Uitvoeringsprogramma's.

Analyse van de transitie op basis van het MIS-raamwerk

Dit rapport presenteert de stand van de transitie naar circulaire Grond-, Weg- en Waterbouw (GWW) in Nederland, als onderdeel van de Transitieagenda Circulaire Bouweconomie (2018). Om de staat van de transitie naar een circulaire GWW in kaart te brengen, wordt er gebruik gemaakt van het Missiegedreven Innovatiesysteem (MIS) raamwerk. Het MIS wordt gedefinieerd als het netwerk van actoren en regels die gezamenlijk bijdragen aan de ontwikkeling en verspreiding van innovatieve oplossingen en de transformatie van de huidige manier van produceren en consumeren om daarmee aan de missie bij te dragen (Hekkert et al., 2020). Deze innovatieve oplossingen kunnen technologische innovaties, nieuwe businessmodellen, maar ook sociale innovaties zijn die bijdragen aan de opbouw van een circulair systeem. Daarnaast kan het gaan om de afbouw van bestaande praktijken die het behalen van de missie belemmeren. Met behulp van een MIS-analyse zijn in dit onderzoek deze oplossingen en hun belemmeringen voor de transitie geïdentificeerd, als ook onderzocht hoe verschillende oplossingen interacteren, elkaar aanvullen of juist belemmeren (Elzinga et al., 2021). De resultaten van de analyse geven belangrijke aanknopingspunten voor het beoordelen en het eventueel aanscherpen van de aanpak om op die manier bij te dragen aan het volbrengen van de missie.

Leeswijzer

In de volgende hoofdstukken zal eerst in Hoofdstuk 2 het theoretisch kader uitgelegd worden dat voor deze analyse gebruikt is. Daarin worden het begrip 'circulaire economie', en de verschillende stappen van een missiegedreven innovatiesysteem-analyse toegelicht. Hoofdstuk 3 beschrijft de aanpak van dit onderzoek waarin onder andere de afbakening van de casus, manieren van data verzameling en analyse besproken worden. Hoofdstuk 4 introduceert de GWW met daarin de belangrijkste eigenschappen van deze sector, objecten en materialen die binnen de scope van dit onderzoek vallen. De Hoofdstukken 5 tot

en met 7 beschrijven de MIS-analyse en resultaten van deze studie. Hoofdstuk 5 geeft inzicht in de actoren en instituties die richting geven aan de transitie naar een circulaire GWW in de zogenaamde Structurele analyse. In Hoofdstuk 6 ligt de focus op de diagnose van de Probleem-oplossingen diagnose, waarin de richting en convergentie of divergentie van de problemen en oplossingen waar circulariteit aan kan bijdragen worden besproken. Hoofdstuk 7 geeft eerst de belangrijkste barrières op het functioneren van het gehele innovatiesysteem en vervolgens nog eens specifiek per circulaire oplossingsrichting de voornaamste belemmeringen in de Functionele analyse. Ten slotte volgt in een Hoofdstuk 8 een conclusie en discussie met de belangrijkste aanbevelingen.

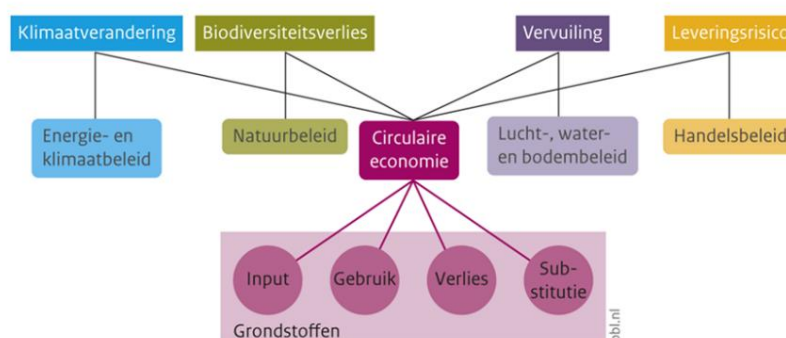
2. Theoretisch kader

De analyse van de huidige status van de transitie naar een circulaire GWW in Nederland wordt geanalyseerd middels een MIS-analyse. Onderstaand hoofdstuk licht toe wat een circulaire economie is, op welke manier de MIS-analyse toegepast wordt en welke literatuur ten grondslag ligt aan dit onderzoek.

2.1. Circulaire economie

Het concept van een circulaire economie heeft de afgelopen jaren veel tractie gekregen in zowel het academische veld als in beleid en de industrie (Geissdoerfer et al., 2017; Kirchherr et al., 2017). Circulariteit wordt gezien als een belangrijk middel om een systeem duurzaam in te richten (Geissdoerfer et al., 2017). Een circulaire economie is een systeem waarin de input aan grondstoffen enerzijds en afval en emissies anderzijds geminimaliseerd worden door het vertragen (slow), sluiten (close) en het vernauwen (narrow) van materiaal kringlopen of door het vervangen van primaire, niet-hernieuwbare grondstoffen door hernieuwbare grondstoffen (substitutie) (Hanemaaijer et al., 2021a). Een transitie naar een circulaire economie kan positief bijdragen aan vier grote maatschappelijke opgaves: klimaatverandering, biodiversiteitsverlies, vervuiling en het optreden van leveringsrisico's (Van Veldhoven-Van der Meer, 2021), zie Figuur 1. Ook Platform CB'23 werkt aan de concretisering van de circulaire economie, onder andere in de leidraad Meten van Circulariteit (2020), waar drie doelen voor een circulaire economie zijn geformuleerd, welke linken aan de vier maatschappelijke uitdagingen, namelijk: 1) *behoud en herstel van milieu* (klimaat (CO₂), vervuiling en biodiversiteit), 2) *behoud en creatie van waarde* en 3) *beschermen van materiaalvoorraden* (leveringszekerheid) (Rijkswaterstaat, 2021). De doelen van CB'23 en PBL komen grotendeels overeen, maar formuleert CB'23 het behoud en creatie van waarde directer dan in de verdeling van PBL.

Positionering circulaire economie ten opzichte van maatschappelijke opgaves en andere beleidsthema's



Bron: PBL

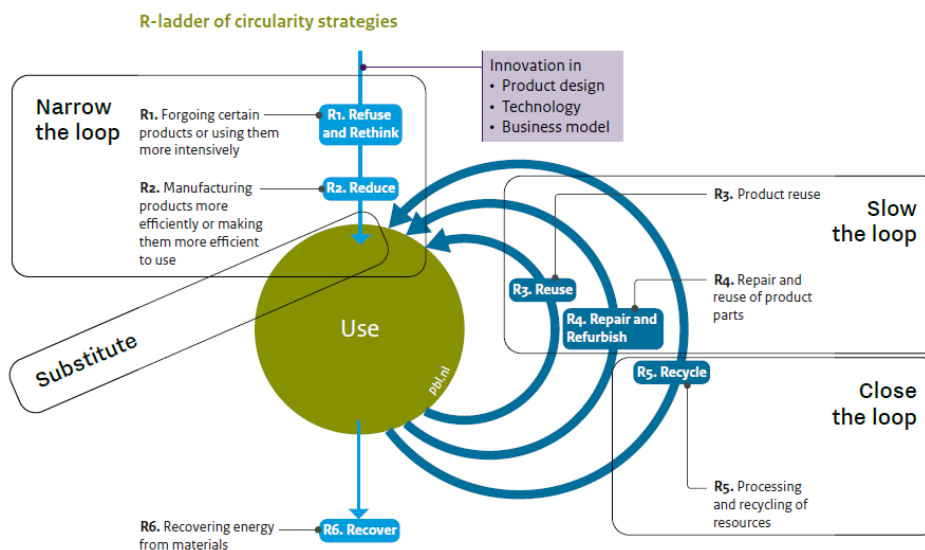
Figuur 1: Positionering circulaire economie ten opzichte van maatschappelijke opgaves volgens Hanemaaijer et al. (2021a)

In een lineaire economie worden producten van fossiele grondstoffen gemaakt, gebruikt en uiteindelijk weggegooid. In een circulaire economie wordt de materialenkringloop gesloten en stopt men met het produceren van afval. (Ellen MacArthur Foundation, n.d.). In een circulaire economie worden zo min mogelijk grondstoffen gebruikt en er wordt zo min mogelijk afval gegenereerd (Hanemaaijer et al., 2021b).

Het belang hiervan wordt door overheden op nationaal en internationaal vlak erkend. In 2016 heeft dit geleid tot het Rijksbreed programma Circulaire Economie, opgezet door de Nederlandse overheid met als overkoepelende missie om in 2050 een volledig circulaire Nederlandse economie te hebben (Nederland circulair in 2050, 2016).

Om deze missie te realiseren zijn er verschillende strategieën, de zogenaamde R-strategieën. In dit rapport zal de vereenvoudigde versie van deze R-strategieën gehanteerd worden die door PBL (Hanemaaijer et al., 2021a; 2021b) en ook in het doelentrajec van het transitiebureau Circulaire Bouweconomie gebruikt wordt. Deze R-strategieën worden in dit rapport benoemd als de 'oplossingsrichtingen' voor een circulaire economie, zie overzicht in Figuur 2:

1. *Narrow the loop*: minder grondstoffen gebruiken door afzien van producten of efficiënter te produceren (R1, R2)
2. *Slow the loop*: langer en intensiever gebruiken van producten en onderdelen door hergebruik en reparatie (R3, R4)
3. *Close the loop*: sluiten van de kringloop door recycling van materialen (R5)
4. *Substitutie*: eindige grondstoffen vervangen door hernieuwbare grondstoffen of alternatieve primaire grondstoffen met minder milieudruk.



Figuur 2: Circulaire economie strategieën en oplossingsrichtingen (Potting & Hanemaaijer, 2018)

Ieder van deze strategieën wordt als oplossingsrichting behandeld in de probleem-oplossingen diagnose in Hoofdstuk 6.3 en zal als verdieping worden toegepast in het functioneren van het gehele innovatiesysteem in Hoofdstuk 7.2, waarin de specifieke barrières voor iedere oplossingsrichting behandeld worden.

2.2. MIS raamwerk

Het Missie-gedreven Innovatie Systeem is een raamwerk waarbinnen een specifieke missie centraal staat om een (maatschappelijk) probleem op te lossen (Hekkert et al., 2020). De missie beschrijft een aanpak om innovatie activiteiten en capaciteit te mobiliseren (Mazzucato, 2018). De aanpak van dit raamwerk is

gefocusd op het innovatie systeem, waarin de grenzen van het systeem worden afgebakend door de geformuleerde missie. Een MIS wordt gedefinieerd als: *'het netwerk van actoren en een set aan instituties die de ontwikkeling en diffusie beïnvloeden van innovatieve technologische en sociale oplossingen die huidige productie- en consumptiesystemen vervangen met als doel om een maatschappelijke missie te behalen'* (vertaald uit Hekkert et al., 2020, p. 77).

Een MIS kenmerkt zich door het creëren van een richting of directionaliteit die noodzakelijk is om het probleem op te lossen (Elzinga et al., 2021). Met een MIS raamwerk is het mogelijk om de innovatiedynamiek te begrijpen en barrières weer te geven die het bijdragen aan een missie belemmeren. Daaropvolgend is het mogelijk om interventiepunten te formuleren die trachten barrières weg te nemen. Binnen een MIS zijn meerdere oplossingen en ook verschillende soorten oplossingen mogelijk. Deze worden door de missie niet gespecificeerd. Het is echter noodzakelijk dat innovatieve activiteiten gecoördineerd worden, om ervoor te zorgen dat een coherente set aan technologische, institutionele en gedragsoplossingen ontwikkeld worden.

Om een MIS-analyse uit te voeren worden opeenvolgend drie stappen uitgevoerd, gebaseerd op literatuur van Elzinga et al. (2021) en Wesseling en Meijerhof (2020):

1. Structurele analyse: actoren en instituties in kaart brengen die een bijdrage leveren of barrières opwerpen richting de missie en sturend opereren of juist niet.
2. Probleem-oplossingen diagnose: de problemen in kaart brengen die de missie probeert aan te pakken en de oplossingen die daarbij horen.
3. Functionele analyse & Barrière analyse: belangrijke innovatie activiteiten in kaart brengen die een functie vervullen in het behalen van de missie. Vervolgens Analyse van systemische barrières die problematisch functioneren tot gevolg hebben.

In de paragrafen 2.2.1 tot en met 2.2.3 worden deze onderdelen in meer detail toegelicht.

2.2.1. Structurele analyse

De eerste analytische stap van een MIS analyse is de structurele analyse waarin wordt geanalyseerd welke partijen en instituties (zowel formeel als informeel) betrokken zijn bij het systeem rondom de geformuleerde missie. Verder wordt onderzocht welke (typen) actoren de agenda kunnen bepalen en dus een prominente positie innemen het sturen van de veranderrichting. De set aan partijen die sturend zijn ten aanzien van de gestelde doelen en de oplossingen die worden verkend noemen we de *missie arena* (Wesseling & Meijerhof, 2020). Actoren in de missie arena hebben een positie verworven of gekregen waarin ze de transitie kunnen sturen door middelen te mobiliseren en instituties vorm te geven. Actoren in de arena zijn beter in de positie om te sturen op (door de actor geprefereerde) oplossingen dan actoren buiten de missie arena. De sturing die actoren inzetten kan ten goede van de transitie komen of deze belemmeren, afhankelijk van wie er betrokken is en wat de ambities zijn van betrokken partijen. We noemen de actoren die wel actief zijn in het innovatiesysteem maar niet aanwezig zijn in de missie arena de *periferie*. Actoren in de periferie kunnen bijdragen aan dezelfde of andere oplossingsrichtingen die bijdragen aan de missie, maar zijn minder invloedrijk in het sturen van de transitie. In deze analytische stap wordt gekeken naar de samenstelling, hoeveelheid en het type actoren die de missie en haar oplossingen formuleren en agenderen.

2.2.2. Probleem-oplossingen diagnose

Als tweede stap binnen een MIS analyse wordt het probleem (of worden de problemen) die middels de missie dient (of dienen) te worden opgelost en de voorgestelde oplossingen om de missie te volbrengen in kaart gebracht in een zogenaamde probleem-oplossingen diagnose. Hierin wordt onderzocht of de betrokken partijen het probleem erkennen, in welke mate ze het met elkaar eens zijn over het probleem en welke prioriteit ze aan het probleem geven boven andere maatschappelijke problemen (Wanzenböck et al., 2020). De mate van convergentie dan wel divergentie ten aanzien van het behalen van de missie en het erkennen van het probleem heeft sterke gevolgen voor het momentum van het innovatiesysteem. Daarnaast kunnen er convergerende of divergerende activiteiten ontstaan rondom de oplossingsrichtingen of binnen een oplossingsrichting. Hierbij geldt wederom dat de prioriteit die aan oplossingsrichtingen wordt toegekend van belang is voor de ontwikkeling hiervan. Als laatste onderdeel van de diagnose wordt er geanalyseerd hoe de oplossingsrichtingen relateren aan de problemen.

2.2.3. Functionele analyse & Barrière analyse

Als derde stap worden het functioneren van het innovatie systeem, de barrières en innovatieve activiteiten beoordeeld door middel van innovatiesysteem functies. Deze innovatiesysteem functies zijn sleutelprocessen die plaatsvinden om het innovatiesysteem op te bouwen. Een goed functionerend en opgebouwd innovatiesysteem zorgt voor een grotere kans dat de missie wordt behaald. De functies staan niet op zichzelf maar kunnen zowel positief als negatief met elkaar interacteren. Positieve interacties versnellen de opbouw van het innovatiesysteem, waar negatieve interacties voor een belemmering of vertraging zorgen. Binnen de innovatieliteratuur worden deze interacties ook wel de innovatiemotoren genoemd (Hekkert et al., 2011). Welke functies elkaar beïnvloeden is sterk afhankelijk van de fase waarin de transitie zich bevindt. Voor de individuele functies wordt er gekeken naar activiteiten die zorgen voor een opbouw van het circulaire systeem, maar ook naar activiteiten die gelinkt zijn aan het afbouwen (uitfasering) van het 'oude' lineaire denken. Tabel 1 introduceert de verschillende MIS-functies.

Tabel 1: MIS-functies en beschrijvingen (op basis van Elzinga et al. (2021) en Wesseling & Meijerhof (2020))

Functie	Beschrijving
F1. Experimenteren door ondernemers	Ondernemers spelen een cruciale rol in het innovatiesysteem door (non)-technologische oplossingen te verkennen, variatie te creëren, investeren door middel van eigen middelen, oplossingen ontwikkelen en opschalen.
F2. Kennisontwikkeling	Kennis over nieuwe technologieën, producten, regels en de markt zijn nodig om te kunnen innoveren.
F3. Kennis verspreiding	Om snel te innoveren is toegang nodig tot kennis. Daarom moet kennis uitgewisseld worden tussen partijen die geïnteresseerd zijn in het versnellen van de innovatie.
F4A & F4B. Directionaliteit creëren	Innovatie is per definitie onzeker, maar wordt vergemakkelijkt als er een eenduidige visie is omtrent het maatschappelijke probleem en eenduidige verwachtingen over hoe de verschillende oplossingsrichtingen een bijdrage zullen leveren aan het oplossen hiervan.

F5. Markt ontwikkelen	Nieuwe innovaties passen vaak niet in het huidige socio-technische systeem dat bestaat uit reeds uitontwikkelde producten en diensten. Er moet daardoor ruimte gecreëerd worden voor nieuwe oplossingen.
F6. Mobiliseren van middelen	Actoren dienen werk te verzetten om middelen beschikbaar te krijgen in het innovatiesysteem. Denk hierbij aan financiële, materiële, menselijke en infrastructurele middelen om de ontwikkeling en opschaling van innovaties te realiseren en versnellen.
F7. Legitimiteit creëren	Vernieuwing kan weerstand oproepen. Ook zijn er commerciële belangen verbonden aan het in standhouden van bestaande technologie. Door het creëren van een ondersteunende socio-institutionele omgeving en het creëren van bewustzijn omtrent het maatschappelijke probleem, dient deze weerstand verzwakt te worden om zo legitimiteit, draagvlak en vraag naar innovatie te creëren.
F8. Coördinatie	Coördinatie van en tussen de oplossingsrichtingen is essentieel zodat deze gezamenlijk de missie kunnen volbrengen. Deze coördinerende rol kan vervuld worden door overheden, bedrijven, Ngo's, brancheverenigingen of een consortium van deze type actoren.
F9 Regime change	Naast opbouw van het systeem is de afbouw van het oude systeem net zo belangrijk. Hieronder wordt het uitfasen en ontleren van belemmerende praktijken als belangrijk beschouwd. Zowel de institutionele kaders als de verwachtingen van consumenten moeten opnieuw worden vormgegeven om de huidige markt en gewoontes af te breken.

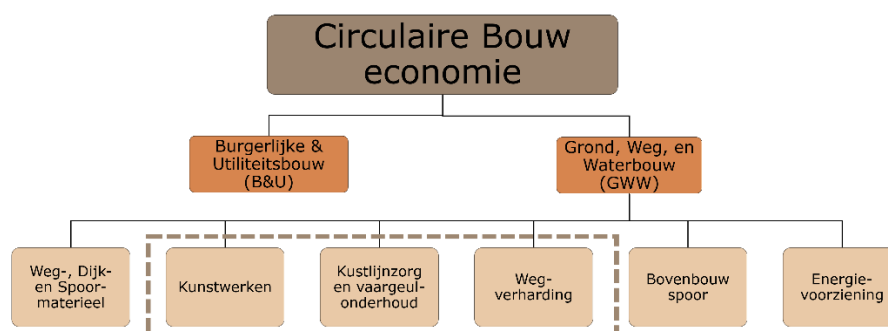
Nadat inzicht is verkregen in hoe het innovatiesysteem functioneert is het mogelijk om op zoek te gaan naar de dieperliggende oorzaken die verantwoordelijk zijn voor het suboptimaal functioneren van het systeem. Dit worden ook wel de kernproblemen of hoofdoorzaken genoemd. Vaak zijn de kernproblemen te vinden in de structuur van het innovatiesysteem. Zo kunnen bepaalde actoren afwezig zijn of zijn de regels van het spel niet passend om de benodigde verandering mogelijk te maken. Deze twee stappen uit het Missie-gedreven Innovatie Systeem raamwerk zijn in deze rapportage samengenomen en uitgewerkt in Hoofdstuk 7. De functies worden niet één voor één nagelopen, maar de Functionele analyse wordt opgebouwd aan de hand van de voornaamste barrières.

3. Methode

3.1. Afbakening GWW

De bouwsector is onder te verdelen in de Burgerlijke en utiliteitsbouw (B&U) en de Grond-, Weg- en Waterbouw (GWW) (Transitieagenda Circulaire Bouweconomie, 2018). Dit onderzoek focust op de GWW. Echter wordt er naar aanleiding van dit onderzoek nog een validatiesessie met onder andere de B&U gedaan, omdat een deel van de conclusies waarschijnlijk voor de gehele bouw geldt en daarmee ook voor de B&U. Echter, is het toch belangrijk om deze twee apart te benaderen, omdat er ook genoeg verschillen zijn, welke later worden toegelicht. De GWW bestaat uit verschillende werkterreinen. Vanuit het uitvoeringsprogramma Klimaatneutrale en Circulaire Infraprojecten (KCI), van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2020), Rijkswaterstaat en ProRail, is een categorisering gemaakt van zes transitiepaden voor de werksoorten (of productgroepen) waar de meeste klimaatimpact wordt veroorzaakt. De transitiepaden zijn: (1) Weg-, Dijk- en Spooarmaterieel; (2) Kunstwerken; (3) Kustlijnzorg en vaargeulonderhoud; (4) Wegverharding; (5) Bovenbouw spoor (6) Energievoorziening. In dit onderzoek is de scope verkleind tot de drie transitiepaden: kunstwerken, kustlijnzorg en vaargeulonderhoud en wegverharding, zie Figuur 3. Daarbinnen worden zowel centrale (Rijkswaterstaat) als medeoverheden (provincies, gemeenten en waterschappen) meegenomen.

De GWW-sector is breed en divers, daarom is de scope voor dit onderzoek bepaald aan de hand van 1) werksoorten met de grootste impact (CO₂-uitstoot en materiaalgebruik) en 2) zijn werksoorten gekozen die vergelijkbaar met elkaar zijn wat betreft de actoren en instituties. Allereerst, is de CO₂-uitstoot die gepaard gaat met de aanleg en onderhoud van de infrastructuur van Rijkswaterstaat met 612 kiloton CO₂-eq vele malen groter dan de CO₂-emissies voor de spoorinfrastructuur van ProRail (115 kiloton CO₂-eq) (KCI, 2020). Van de CO₂-emissies in de GWW wordt de meeste uitstoot veroorzaakt door de productie van materialen voor wegverharding en kunstwerken (EIB & Metabolic, 2022), gevolgd door het transport benodigd bij kustlijnzorg en vaargeulonderhoud (Min. I&W, 2020), zie Hoofdstuk 4, vandaar de keuze voor deze afbakening. Naast de hoogste CO₂-uitstoot, worden ook de meeste primaire materialen gebruikt bij zand- en grondverplaatsing bij kustlijnzorg en vaargeulonderhoud en voor de aanleg en het onderhoud van wegen, verder uitgelicht in Hoofdstuk 4 en Appendix III (EIB & Metabolic, 2022). Ten tweede is er gekozen voor vergelijkbaarheid van projecten op basis van de transitiepaden. Zo worden er bij spoor en energievoorziening andere materialen en onderdelen gebruikt, waaronder ballast en rails, dan bij kunstwerken, wegverharding en kustlijnzorg en vaargeulonderhoud, zoals zand, beton en asfalt. Verder wordt voor spoor en energievoorziening vanuit andere partijen, zoals ProRail, opdrachtgeverschap verleend en een richting bepaald dan bij kunstwerken, wegverharding en kustlijnzorg en vaargeulonderhoud (voornamelijk Rijkswaterstaat, waterschappen, provincies en gemeenten).



Figuur 3: Scope in dit onderzoek

3.2. Data collectie

Voor de MIS analyse op de GWW die is uitgevoerd in deze rapportage, zijn verschillende bronnen en methodieken gebruikt om een zo compleet mogelijk beeld te krijgen van de innovatie- en transitie-activiteiten in de sector. Voor het onderzoek zijn data verzameld en geanalyseerd door middel van deskresearch, interviews en workshops.

Het onderzoek is gestart met een ‘event analyse’ waarin de relevante gebeurtenissen met betrekking tot de missie voor een circulaire GWW zijn verzameld via deskresearch en bestudeerd. Als onderdeel van deze event analyse zijn drie databases ter beschikking gesteld door RVO en Rijkswaterstaat:

1. RVO database waarin 57 toegekende subsidies voor projecten, zoals KIEM-VANG, MIT en DEI+, tussen 2014 en 2021,
2. RWS-database 1, die 200 regionale Circulaire Economie initiatieven bevat die zijn opgezet door medeoverheden tussen 2016 en 2021,
3. RWS-database 2 verzameling aan 121 relevante achtergronddocumenten door een groep experts uit het begeleidingsteam van dit project, speciaal opgezet voor deze MIS-analyse.

Deze databases hebben als startpunt en input gediend voor de rest van de event analyse en hebben daarmee de selectie van events voor dit onderzoek gestuurd. Dit heeft geleid tot een selectie van meer dan 700 gebeurtenissen tussen 2014 en maart 2022, welke zijn gecodeerd op de innovatiesysteem functies. Voorbeelden van deze gebeurtenissen zullen gebruikt worden om conclusies te onderbouwen en illustreren.

Aanvullend op de deskresearch zijn twee workshops georganiseerd met marktpartijen en experts uit de GWW en 32 interviews gehouden. De workshops en interviews dienden als data verzameling voor de probleem-oplossingen diagnose (*Workshop 1*) en om de functionele analyse voor de verschillende oplossingsrichtingen van de GWW te verifiëren en te verdiepen (*Workshop 2*). De workshops zijn gehouden met actoren die betrokken zijn op verschillende punten in de productieketen van wegen, kunstwerken en waterwegen, zoals opdrachtgevers (overheidsorganisaties), kennisinstellingen, ngo's, aannemers en ingenieurs.

De interviews zijn op drie verschillende momenten gehouden. De eerste 10 interviews zijn tussen april 2021 en november 2021 gehouden, waarin een brede groep aan actoren is bevraagd op basis van de systeemfuncties, zoals beschreven in Tabel 1. Deze interviews zijn uitgevoerd door Tom Coenen

(Universiteit Twente) in het kader van zijn promotieonderzoek en zijn ter beschikking gesteld ter voorbereiding en ondersteuning van de resultaten van dit onderzoek. De tweede set van 11 interviews is gehouden tussen maart 2022 en april 2022. Daarin is voornamelijk gefocust op één van de oplossingsrichtingen die niet tijdens de workshops is afgedekt, namelijk substitutie. De laatste ronde van 11 interviews zijn gehouden in mei 2022 met medewerkers en adviseurs van medeoverheidsorganisaties. Een geaggregeerd en geanonimiseerd overzicht van de partijen die geïnterviewd zijn voor dit onderzoek en/of aanwezig waren bij de workshop(s) is terug te vinden in tabel 2. Een uitgebreid overzicht gespecificeerd per persoon is te vinden in Tabel 6, Appendix I. In totaal zijn 61 respondenten geïnterviewd of onderdeel geweest van ten minste één van de twee workshops.

Tabel 2: Geaggregeerde tabel deelnemers workshops en geïnterviewden

Data collectie onderdeel	Organisatie	Code	Aantal
Interviews Universiteit Twente	Brancheorganisatie	B	1
	Financiële Instelling	FI	1
	Ontwerp-, engineering en adviesbureau	I	3
	Kennisinstelling	K	3
	Netwerkorganisatie	N	1
	Normeringen Instituut	NI	1
	Overheidsorganisatie	O	3
Workshop 1: Probleem-oplossingen diagnose	Aannemer	A	1
	Branchevereniging	B	3
	Ontwerp-, engineering en adviesbureau	I	2
	Kennisinstelling	K	1
	Netwerkorganisatie	N	1
	Overheidsorganisatie	O	13
Workshop 2: Circulair ontwerp, hergebruik en recycling	Aannemer	A	4
	Brancheorganisatie	B	1
	Ontwerp-, engineering en adviesbureau	I	3
	Netwerkorganisatie	N	1
	Overheidsorganisatie	O	8
Interviews (substitutie) experts	Brancheorganisatie	B	1
	Ondernemers	E	3
	Ontwerp-, engineering en adviesbureau	I	2
	Kennisinstelling	K	1
	Overheidsorganisatie	O	4
Interviews medeoverheden	Ontwerp-, engineering en adviesbureau	I	5
	Overheidsorganisatie (provincie en gemeente)	O	8

3.3. Operationalisatie

Gedurende de interviews en workshops zijn de problemen en oplossingen rondom de missie en de MIS-functies geanalyseerd. Ten behoeve van de consistentie van het onderzoek zijn de vragen uit deze interviews en workshops volgens een interview richtlijn gesteld. Alle deelnemers hebben een score gegeven aan de verschillende onderdelen van de MIS, zie Tabel 8 in Appendix II. Voor de problemen en oplossingen hebben aanwezigen een volgorde van belangrijkheid aangebracht om een indicatie te krijgen hoe belangrijk de problemen worden bevonden en inzicht te verkrijgen hoeveel aandacht er momenteel uit gaat naar oplossingen. Voor de MIS-functies hebben aanwezigen aangegeven hoe ze nu functioneren en in welke mate ze belemmerend zijn voor de versnelling van de transitie. Deze informatie zal in Hoofdstuk 6 en 7 gebruikt worden om het belang en de belemmering van de functies aan te duiden in een spindiagram.

4. Areaal en materiaalstromen

Om de transitie naar circulariteit binnen de GWW in kaart te brengen is het van belang om een overzicht te hebben van de verschillende assets (het areaal) en de materiaalstromen binnen de GWW-sector. Aan de hand van deze informatie wordt duidelijk hoeveel niet-hernieuwbare, primaire materialen er vervangen dienen te worden (substitutie), hoeveel materiaalbesparing nodig is (narrow the loop) en is het voor hergebruik en recycling noodzakelijk om te weten wat er aan secundair materiaal en grondstoffen vrij komen om primair materiaal te vervangen (slow the loop & close the loop). In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de assets en materialen binnen de GWW op de verschillende overheidsniveaus. Een gedetailleerd overzicht van het areaal en de materiaalstromen is te vinden in Appendix III.

Data areaal en materiaalstromen binnen de GWW beperkt; gegevens gebaseerd op assumpties
Een eerste inzicht van het areaal en de materialen die in de GWW gebruikt worden is in april 2022 gegenereerd door het EIB in samenwerking met Metabolic (2022). Uit dit rapport blijkt dat data en informatie over het areaal en de materiaalstromen binnen de GWW beperkt is: *“een aantal van de in dit rapport gepresenteerde cijfers aangaande GWW [kent] enige mate van onzekerheid. Voor een aantal assets bleek feitelijke data van de voorraad en productie niet beschikbaar. [...] Voor een beter zicht op de opgave per asset richting in de toekomst is meer en betere informatie over de voorraad en kwaliteit van assets wenselijk.”* (EIB & Metabolic, 2022, p. 11). Een gebrek aan data en het belang van goede data werd ook bevestigd tijdens de workshops en interviews (O1).

4.1. Materiaalvoorraad

De MIS-analyse bekijkt de materiaalvoorraden van wegen, kunstwerken en kustlijnverzorging en vaargeulonderhoud in Nederland. De analyse beperkt zich tot de top 5 belangrijkste materiaalgroepen (grond/zand, asfalt, beton, staal en hout) in de GWW, zoals beschreven in het Kennisdossier Materialen van Rijkswaterstaat (2022). Deze materiaalstromen werden ook als de belangrijkste, meest toegepaste materialen erkend tijdens Workshop 1 en komen, op hout na, ook naar voren in de studie van het EIB en Metabolic (2022). In deze analyse kijken we eerst naar de volumes en stromen van de top 5 materialen, daarna volgt de CO₂-uitstoot en de MKI (milieukostenindicator).

Meest gebruikte materiaal is ophoogzand, klei en grond, gevolgd door beton en asfalt

Met 50% van de totale massa is zand het meest gebruikte bouw materiaal in de voorraad; daarvan wordt het grootste gedeelte gebruikt als ophoogzand voor kustverdediging, gevolgd door toepassingen in wegen (EIB & Metabolic, 2022). Als ophoogzand, klei en grond buiten beschouwing worden gelaten, zijn beton (25%) en asfalt (21%) de meest gebruikte materialen in de GWW (EIB & Metabolic, 2022). Beton beslaat een groot gedeelte van de massa van kunstwerken. Van de ongeveer 80.000 kunstwerken zijn er bijna 60.000 betonnen bruggen (EIB & Metabolic, 2022). Met meer dan 80% van de massa is beton met bijbehorende wapening de grootste materiaalstroom gebruikt voor kunstwerken zoals tunnels, bruggen en viaducten (EIB & Metabolic, 2022). Asfalt wordt daarentegen uitsluitend gebruikt voor wegen. De

meeste verharde wegen zijn geasfalteerd. In het bestaande areaal bestaat de helft van de massa van verharde wegen uit ophoogzand, ongeveer 25% uit recyclinggranulaat¹ en 20% uit asfalt.

Staal en hout veel minder grote stromen in de GWW

Staal is qua massa geen grote stroom binnen de GWW, maar wel een belangrijk onderdeel in de constructie van objecten als ook in de wapening in beton (Rijkswaterstaat, 2022). Constructiestaal wordt gebruikt voor onder andere damwanden, poorten en bruggen; ongeveer 10% van de vaste bruggen is gemaakt van staal (EIB & Metabolic, 2022). Hout wordt relatief weinig toegepast binnen de Nederlandse GWW; minder dan 1 kiloton volgens de studie van EIB en Metabolic (2022). Ongeveer 7% van de vaste bruggen is van hout (EIB & Metabolic, 2022). Naast houten constructies kan hout gebruikt worden voor portalen, geleiderails en ander wegmeubilair, zoals hectometerpaaltjes of verkeersborden (Rijkswaterstaat & Leen, 2003). Hoewel hout incidenteel wordt toegepast, krijgt het wel steeds meer aandacht vanuit initiatieven zoals de ketensamenwerking 'Hout in de GWW' (2018).

Theoretisch verschil van 35% van materialen in de GWW

In 2019 was er tussen vraag en aanbod van materialen (exclusief grond, klei en ophoogzand) een theoretisch verschil van 35% (EIB & Metabolic, 2022). Dit betekent dat - in theorie bij volledig hergebruik en gelijkblijvende bouwopgave - 65% van de vraag naar materialen binnen de GWW gedekt kan worden met de materialen die vrij komen bij onderhoud en vervanging. In de praktijk ligt het percentage hergebruik echter nog aanzienlijk lager vanwege beperkt hergebruik (EIB & Metabolic, 2022). In de toekomst wordt verwacht dat het theoretisch verschil kleiner wordt als gevolg van de grote vervangingsopgave in de GWW (waardoor meer materialen vrij zullen komen) samen met een demping van de vraag door beperkte uitbreiding op langere termijn. Op korte termijn zal de ingaande materiaalstromen echter eerst toenemen, juist vanwege de grote vervangingsopgave. Dit benadrukt de noodzaak om nu circulair te werken in de GWW om tot een gewenste minimale 50% reductie van het primaire grondstoffengebruik in 2030 te komen en het gat tussen vraag en aanbod verder te dichten. Het gegeven dat de vrijkomende stromen lang niet aan de verwachte materiaalbehoefte kunnen voldoen maakt dat de belangstelling voor hernieuwbare en bio-based materialen zoals hout toeneemt (O2).

Gemeenten beheren een groot aandeel van de materialenvoorraad en assets

Gemeenten beheren het grootste aandeel van de materialenvoorraad van de Nederlandse GWW-sector, namelijk ongeveer 73% van de massabalans van de voorraad (EIB & Metabolic, 2022). Rijkswaterstaat beheert ongeveer 12% van de voorraad, gevolgd door provincies (6%), ProRail (5%) en waterschappen (4%) (EIB & Metabolic, 2022). Voor zowel het wegennet als het grootste deel van de kunstwerken, geldt dat 80% wordt beheerd door gemeenten (EIB & Metabolic, 2022).

¹ Recyclinggranulaat bestaat grotendeels uit menggranulaat, een combinatie van beton- en asfaltgranulaat, welke toegepast wordt als fundering voor wegen.

4.2. Secundair materiaalgebruik

Ingaande stromen in de GWW nu voor de helft primair

Van alle ingaande materialen (exclusief grond, ophoogzand en klei) komt 46% uit primaire bronnen, waarvan asfalt, beton en steen de grootste stromen zijn (EIB & Metabolic, 2022). Het secundair materiaal dat wordt toegepast, bestaat uit recyclinggranulaat (ongeveer 65%) en asfaltgranulaat (23%) (EIB & Metabolic, 2022). Gerecyclede materialen, zoals granulaat, toegepast in de GWW komen ook uit andere sectoren, waaronder de B&U (EIB & Metabolic, 2022; Transitieagenda Circulaire Bouweconomie, 2018). Wanneer vrijkomend betongranulaat steeds meer gebruikt gaat worden in nieuw beton, zal er een gebrek ontstaan aan beschikbaar betongranulaat voor de fundering van wegen. Deze problematiek werd ook binnen workshop 2 en interviews erkend: *“de grootste zorg voor de toekomst zijn funderingsmaterialen, dit is nog een blinde vlek”* (I8).

Vrijkomende materiaalstromen veelal gerecycled, klein deel hergebruikt

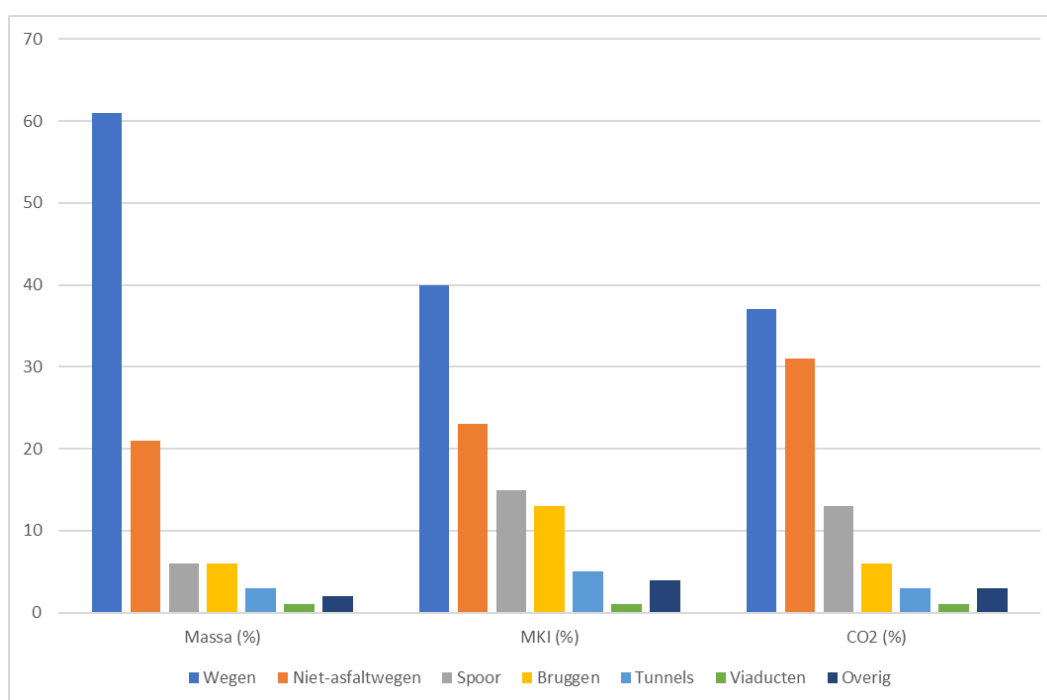
Asfalt is de grootste vrijkomende stroom (41%), gevolgd door recyclinggranulaat uit de fundering van wegen (28%) en beton uit kunstwerken en gemeentelijke verhardingen (19%). In 2019 werd van alle materialen die vrijkomen uit de Nederlandse GWW-sector 98% opnieuw gebruikt, waarvan ongeveer driekwart gerecycled en een kwart hergebruikt (EIB & Metabolic, 2022). Binnen de GWW-sector wordt er veel gerecycled. Hierdoor kan het beeld ontstaan dat de GWW-sector al circulair is. *“[Binnen de GWW-sector is] de perceptie dat recycling al circulair is en dan komt de vraag wat moeten we nu dan doen.”* (I4) Echter, circulariteit is veel meer dan recycling en is het essentieel om stappen te zetten om van deze (veelal) laagwaardige vorm van recycling waarbij menggranulaat onder de weg terecht komt, hoger op de R-ladder te komen.

4.3. CO₂-emissies en MKI

Wegen en publieke verhardingen grootste bronnen van CO₂-emissies en hoogste bijdrage MKI

Wegen (asfaltwegen en niet-asfalt verhardingen) vereisen het grootste volume aan materialen, hebben de meeste impact aan CO₂-emissies (respectievelijk 37% en 31%) en zijn gezamenlijk verantwoordelijk voor ongeveer 63% van de MKI² in de Nederlandse GWW-sector (EIB & Metabolic, 2022, zie Figuur 4). Een groot deel van de klimaatimpact (gemeten in CO₂-emissies) wordt veroorzaakt door het transport van zand (Min. I&W, 2020) en door het bindmiddel bitumen in asfalt dat als restproduct uit olieraffinaderijen komt.

² MKI is de Milieukostenindicator, zie uitleg in Box 18, in Appendix IV



Figuur 4: Totaaloverzicht massa, MKI en CO₂-emissies GWW in percentage, 2019 (EIB & Metabolic, 2022)

Bruggen relatief hoge MKI door de impact van staal

Bruggen wegen met 13% van de MKI relatief zwaar mee ten opzichte van 6% van de massa (EIB & Metabolic, 2022). Dit wordt deels verklaard door het aandeel stalen bruggen: stalen elementen binnen de assetgroep bruggen brengen 40% van de CO₂-emissies met zich mee, terwijl ze slecht 4% van de massa vertegenwoordigen (EIB & Metabolic, 2022). “*Voor kunstwerken ligt het zwaartepunt met betrekking tot emissies en grondstofgebruik bij beton en staal*” (Rijkswaterstaat, 2022, p. 10).

MKI zal stijgen onder business as usual scenario.

Onder een business as usual scenario (zonder energiebesparing door technologische vooruitgang) is de verwachting dat de MKI zal stijgen van 470 miljoen naar 505 miljoen in 2050 (EIB & Metabolic, 2022). Dit komt mede door de stijging van de ingaande materialen en door de toenemende vervanging van civiele constructies, met een hogere MKI. Aangezien in het Uitvoeringsprogramma 2021-2023 (Transitieteam Circulaire Bouweconomie, 2021) de doelstelling is gesteld om in 2050 een MKI van nul te realiseren, laten deze resultaten de noodzaak zien om nu stappen te gaan zetten.

5. Structurele analyse

De structurele analyse geeft weer welke actoren, netwerken en instituties zich bevinden in het innovatiesysteem rondom de missie naar circulariteit in de GWW. Allereerst worden de verschillende actoren en netwerken uiteengezet door middel van de missie arena en de periferie, zie de uitleg in paragraaf 2.2.1. Vervolgens worden de kenmerken van de GWW-sector, waaronder de formele instituties (o.a. wet- en regelgeving) en informele instituties (gedragsregels en gewoonten), die de transitie beïnvloeden toegelicht.

5.1. Actoren

Binnen de GWW-sector en onze afbakening van de drie transitiepaden spelen verschillende groepen actoren een rol in het systeem rondom de transitie naar een circulaire sector. Omdat bijna alle infrastructuur in Nederland in eigendom en beheer is van de overheid, zijn eraan de vraagzijde voornamelijk publieke opdrachtgevers op verschillende overheidsniveaus: Rijkswaterstaat, 21 waterschappen, 12 provincies en 352 Nederlandse gemeenten (EIB, 2021). Aan de aanbodzijde zijn er 2100 marktpartijen actief, waaronder (onder)aannemers, toeleveranciers, adviseurs-, ontwerp- en ingenieursbureaus, slopers en recyclers. Hiermee is de markt *gefragmenteerd* (Bygballe & Ingemansson, 2011; Dulaimi et al., 2002). Daarnaast spelen verschillende kennisinstellingen een belangrijke rol.

Publieke opdrachtgevers hebben mogelijkheden voor sterke sturing

In Nederland zijn publieke opdrachtgevers verantwoordelijk voor het aanleggen, onderhouden en vervangen van de infrastructuur om Nederland begaanbaar en bereikbaar te houden (Rijkswaterstaat, 2019). Publieke opdrachtgevers zijn daarmee de eigenaren van de assets in de GWW, wat hen een sterke positie geeft om te sturen. Meer dan 80% van de totale omzet binnen de GWW wordt ingekocht door publieke opdrachtgevers (PIANOo, 2017). Zij bepalen voor het grootste gedeelte welke objecten er uiteindelijk gerealiseerd, uitgebreid of vervangen moeten worden. Ze hebben de touwtjes in handen en daardoor bevinden zij zich in de missie arena.

Binnen de GWW-sector is er wel sprake van een grote wederzijdse afhankelijkheid tussen publieke en private partijen (Dominguez et al., 2009). Publieke opdrachtgevers zijn afhankelijk van marktpartijen voor het realiseren van de projecten en de (technische) ontwerp-kennis van aannemers, architecten en advies- en ingenieursbureaus (Rijkswaterstaat, 2019). Marktpartijen zijn op hun beurt afhankelijk van de vraag en specificaties van opdrachtgevers. Daarmee zijn opdrachtnemers wel een onderdeel van de missie arena, maar is hun kracht om te sturen minder groot dan die van opdrachtgevers. Onderling zijn private partijen ook afhankelijk van elkaar. Projecten worden vaak gerealiseerd in tijdelijke coalities; met wisselende combinaties van partners; en bestaande uit meerdere specialisten van verschillende organisaties.

Sturingsmogelijkheden worden niet op iedere geografische schaal even goed ingezet

Van alle openbaar aanbestede GWW-projecten wordt jaarlijks door Rijkswaterstaat het meeste aanbesteed³. Echter, zoals in paragraaf 4.1 reeds benoemd beheert Rijkswaterstaat maar ongeveer 12% van de materiaalvoorraad in de GWW, terwijl gemeenten het grootste aandeel (73%) van de materiaalvoorraad in handen hebben (EIB & Metabolic, 2022). Van de medeoverheden doen gemeenten 70% van de totale uitgaven van de infrastructuur. Dit geeft gemeenten een belangrijke positie in de GWW en de potentie om de missie naar circulariteit in te vullen en te sturen en een plek in de missie arena.

Veel sturing vanuit netwerken zoals het Transitieteam, Platform CB'23 en Duurzaam GWW

Om invulling te geven aan de Transitieagenda Circulaire Bouweconomie (2018) en uitvoeringsprogramma's op te stellen is vanuit de Transitieagenda het Transitieteam aangewezen als groep van experts uit wetenschap, overheid en marktpartijen uit de bouw en GWW (Platform CB'23, n.d.). Daarbinnen helpt het Platform CB'23, opgericht door ministerie van EZK en I&W, om een aantal doelen uit het uitvoeringsprogramma te realiseren. Het algemene doel was om voor 2023 nationale, sector brede afspraken op te stellen voor circulair bouwen. Middels deze agenda, uitvoeringsprogramma's en leidraden wordt er door deze netwerken gestuurd richting de transitie via zogenaamde actieteams (Toekomstig hergebruik, Meten van Circulariteit en Paspoorten voor de bouw). Via deze netwerken kunnen de betrokken partijen vaak wel indirect sturing aanbrengen. Daarnaast leveren vrijwillige akkoorden zoals het Betonakkoord een bijdrage aan de verdere verduurzaming en extra inzet op circulariteit binnen de sector. Het totale overzicht van netwerken is te vinden in de Appendix V.

Veel marktpartijen bevinden zich in de periferie en hebben een lichte sturing naar een transitie

Aan de aanbodzijde van het spectrum bevinden zich marktpartijen zoals bouwbedrijven (top 10 nam tussen 2014 en 2017 ongeveer 50% van de totale GWW-omzet voor hun rekening), toeleveranciers en (onder-)aannemers (Rijkswaterstaat, 2019, p. 14). Voor grote, geïntegreerde infraprojecten is het aantal individuele opdrachtnemers beperkt en er wordt vaak in consortia samengewerkt (Rijkswaterstaat, 2019). Hun sturing is in die zin beperkt tot de mate waarin opdrachtgevers de marktpartijen toelaten of hun betrokkenheid bij netwerken.

Naast bouwbedrijven ook aandacht voor leveranciers, slopers en recyclers, die zich in de periferie bevinden

Een ketenbenadering is essentieel om een circulair systeem te realiseren en dus ook van belang in de GWW. Zowel opdrachtgevers als –nemers zijn afhankelijk van leveranciers, slopers en recyclers in de transitie naar een circulaire GWW. Leveranciers leveren de producten die gebruikt worden om de objecten in de GWW te realiseren, daarmee zijn zij ook partijen die (moeten) innoveren. Echter zijn dit vaak internationale spelers, wat het moeilijk maakt om invloed op hen uit te oefenen (O15). Recyclers zijn essentieel voor het recyclen van materialen. Efficiëntie en verbeteringslagen in hun scheidings- en recyclingtechnieken zijn nodig om secundair materiaal aan te leveren. Daarnaast zijn slopers belangrijk aangezien er op een andere manier gesloopt moeten worden om objecten te hergebruiken. Leveranciers,

³ Rijkswaterstaat besteedt 65% van alle projecten groter dan 10 miljoen euro aan en tussen 2012 en 2018 alle projecten groter dan 250 miljoen euro (Rijkswaterstaat, 2019)

slopers en recyclers zijn van groot belang om de circulaire keten te sluiten in de GWW, maar hebben over het algemeen niet over de positie om de missie te sturen. Net zoals bouwbedrijven zijn ze wel gerepresenteerd in verschillende netwerken, brancheverenigingen en akkoorden en kunnen daarmee indirect invloed uitoefenen op de richting van de transitie.

De circulaire transitie vraagt om nieuwe kennisontwikkeling waarvoor kennisinstellingen, maar ook ingenieursbureaus, architecten en consultants essentieel zijn

Kennisontwikkeling is nodig voor de circulaire transitie. Onder andere vanuit universiteiten en hogescholen moet deze kennis ontwikkeld worden en opleidingen op alle niveaus aangepast worden (Transitieagenda Circulaire Bouweconomie, 2018). Verder zijn kennisinstellingen - waaronder EIB, CBS, PBL, BTIC, TNO, STOWA, CROW, en PIANOo - van groot belang voor het ontwikkelen van zowel technische, proces en beleidsmatige kennis. Specialistische kennis wordt in de GWW-sector, zowel door aannemers als opdrachtgevers, vaak uitbesteed aan ingenieursbureaus, architecten en consultants waarmee zij een prominente rol innemen in het ontwerp-, bouw- en beheerproces. Ingenieurs en architecten zijn essentieel voor het circulair ontwerpen van projecten aangezien ontwerpen vaak deels of volledig aan de markt wordt uitbesteed. Daardoor is deze ontwerp-kennis vaak niet in huis en (in samenwerking met aannemers of opdrachtgevers) ontwikkeld moet worden (Rijkswaterstaat, 2019). Daarnaast benaderen publieke opdrachtgevers met regelmaat adviesbureaus en consultants om hen te begeleiden met de procesmatige en organisatorische veranderingen, echter blijkt in de praktijk dat kennis om circulair opdrachtgeverschap goed in te vullen ontbreekt (O15).

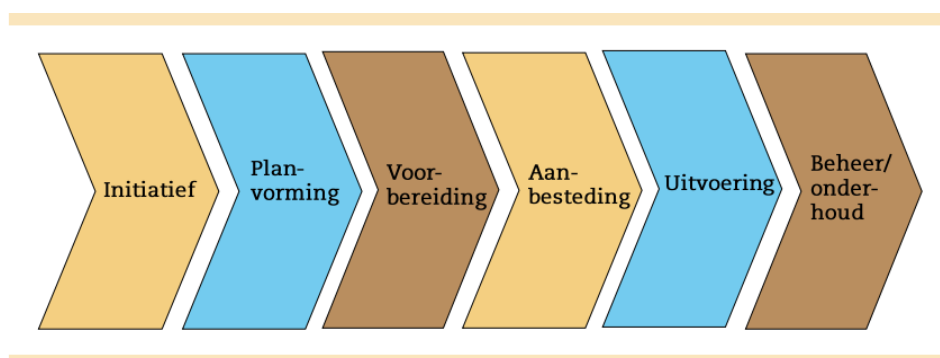
“Na de introductie van de geïntegreerde contractvormen en de verschuiving van ontwerpverantwoordelijkheid naar de marktpartijen, heeft Rijkswaterstaat – op basis van het ‘markt, tenzij’-principe – haar interne kennis van ontwerpen, ontwerpmanagement en de technische kwaliteitscontrole op ontwerpen afgebouwd. Deze ontwerp-kennis zou nu moeten liggen bij ingenieursbureaus, kennisinstituten en bouwbedrijven. Uit interviews met de bouwbedrijven blijkt echter dat de ontwerp-kennis bij de bouwbedrijven door de jaren heen ook is verminderd. Dit is veroorzaakt door de stevige prijsconcurrentie die onvoldoende winstmarge zou overlaten om te investeren in kennisopbouw. Hierdoor zijn het vooral nog de ingenieursbureaus die over deze kennis beschikken.” (Rijkswaterstaat, 2019, p. 29)

5.2. Kenmerken en instituties in de GWW-sector

GWW-sector is project-georiënteerd, waarbij circulaire oplossingen vroegtijdig betrokken moeten worden

De GWW is project-georiënteerd, bestaande uit enerzijds omvangrijke, complexe projecten van grote maatschappelijke en monetaire waarde, maar aan de andere kant ook veel kleinschaligere projecten zoals onderhouds- en beheeropgaven vanuit medeoverheden (Harty, 2005; Rijkswaterstaat, 2019). Een project doorloopt verschillende fasen, weergegeven in Figuur 5, wat vaak een langdurig traject is (EIB, 2021). Traditioneel wordt een project geïnitieerd door een publieke opdrachtgever na identificatie van een knelpunt, waarna in een verkenningsfase een afweging van verschillende alternatieven plaatsvindt. In de fase van planvorming wordt een voorkeursoplossing uitgewerkt, al dan niet met behulp van een aannemer of ingenieursbureau (Larsson et al., 2013). Het resultaat is een projectbeslissing waarin is vastgelegd hoe

het probleem opgelost wordt. Vervolgens wordt deze projectbeslissing in de markt gezet middels een aanbesteding. In de GWW wordt de RAW-systematiek nog veel gehanteerd en in traditionele contractvormen ligt de ontwerpfasen grotendeels bij de opdrachtgever. Deze traditionele scheiding tussen de voorbereiding, ontwerp- en uitvoeringsfasen bemoeilijkt innovaties binnen de GWW-sector, aangezien er in de uitvoeringsfase in de praktijk weinig tot geen ruimte is voor marktpartijen om circulaire innovaties door te voeren (Workshop 1 en 2). Marktpartijen worden veelal te laat betrokken bij het project, terwijl in het voortraject het meeste behaald kan worden: *“in het voortraject moet de ruimte worden gecreëerd zodat de circulaire oplossing kan worden gemaakt”* (O2). Vanwege de lange looptijd van trajecten in de GWW lijkt het extra belangrijk om ruimte te creëren voor circulaire oplossingen: *“als het eenmaal loopt, dan draai je het niet meer om”* (I3). Daarnaast zorgt de lange looptijd van trajecten voor een vertraging van de transitie. Op het moment van realisatie van een project zijn er wellicht meer of betere circulaire (ontwerp)oplossingen die op dat moment niet of lastig ingebracht kunnen worden. Dat maakt flexibiliteit in planprocessen noodzakelijk om circulaire inzichten in projecten mee te kunnen nemen (Transitieagenda Circulaire Bouweconomie, 2018).



Figuur 5: Stappen bij voorbereiding en uitvoering van infrastructuurprojecten (EIB, 2021)

Circulariteit in aanbestedingen

Overheidsinstellingen zijn niet volledig vrij in de keuze van de procedure om een opdracht op de markt te zetten. De inkoop van een aanbestede dienst is onderworpen aan verschillende aanbestedingsregels (Copper8, 2020; PIANOo, n.d.). Voornamelijk de eisen gericht op concurrentiebevordering, level playing field en onpartijdigheid lijken disruptieve innovaties in de weg staan (O17). Niet iedere aanbesteding mag gericht zijn op de koplopers binnen de markt aangezien dit tegen concurrentiebevordering ingaat. Circulaire oplossingen kunnen op verschillende manieren meegenomen worden in aanbestedingen, zie Box 18 in Appendix IV. Circulariteit lijkt binnen aanbestedingen voornamelijk op twee manieren te worden gestimuleerd: 1) door het gebruik van Beste Prijs-Kwaliteitverhouding (BPKV) met sub-gunningscriteria voor kwaliteit, waaronder circulariteit; 2) door het stellen van (minimum)eisen binnen aanbestedingen, middels bijvoorbeeld de Maatschappelijk Verantwoord Inkopen (MVI)-criteria (zoals een maximum MKI of minimum recyclingpercentage).

Momenteel worden duurzaamheids- of circulaire criteria niet structureel op alle overheidsniveaus meegenomen of wordt er niet voldoende gewicht gehangen aan gunningscriteria, waardoor opdrachtnemers zich er niet voldoende op kunnen onderscheiden. Van oudsher speelt de prijs van een project vaak een doorslaggevende rol, waardoor het lastig is om innovatieve, circulaire oplossingen aan

te bieden (A5). *“Bij EMVI/BPKV-criteria is van belang dat deze zo objectief en SMART mogelijk zijn omschreven (MKI is zeker een goed voorbeeld hiervan) en dat ze ook daadwerkelijk onderscheidend zijn in een aanbesteding”* (A4). Daarnaast is het voor publieke opdrachtgevers, voornamelijk bij gemeenten, niet altijd duidelijk welke opties er mogelijk zijn binnen een aanbesteding. Mede hierdoor lijken ze terughoudend en risicoavers te zijn in het gebruiken van innovatievere vormen van aanbesteden en houden ze vast aan beproefde manieren, welke vaak niet stimulerend zijn voor circulaire oplossingen (I4).

Naast gunningscriteria, kan gebruik gemaakt worden van (minimum)eisen, zoals een vast percentage gerecycled materiaal of een maximale MKI. Minimumeisen lijken essentieel om voornamelijk het ‘peloton’ mee te krijgen (O2, O14). *“Met beton en asfalt kun je je niet op een gunning onderscheiden, dat moet dus in eisen of in de wetgeving. En die eisen moeten we aanscherpen”* (O14). Er zijn wel ontwikkelingen binnen bijvoorbeeld het Betonakkoord. Daar zijn in het RTD 1033 Verduurzaming duurzaamheidseisen gesteld aan beton volgens MKI-plafondwaarden die stapsgewijs verlaagd worden (Betonhuis, 2021).

Naast het toepassen van circulariteit binnen traditionele aanbestedingen, realiseren overheidsorganisaties zich dat andere vormen van samenwerking en contracten benodigd zijn om circulaire ambities waar te maken (EIB, 2021; Rijkswaterstaat, 2019). *“In 2011 werd meer dan de helft van de omzet van GWW-hoofdaannemers nog behaald met traditionele contractvormen [o.a. RAW]. In 2019 is dit nog maar een kwart van de omzet. Ruim 60% van de omzet werd behaald met geïntegreerde contracten”* (EIB, 2021, p. 16). Hierdoor wordt er meer ruimte geboden aan de markt. Deze roep om andere contract- en samenwerkingsvormen zal grote gevolgen hebben voor hoe de bouw georganiseerd is: *“Je hebt [voor circulaire oplossingen] procesmatig andere partners nodig en andere afspraken waarop je samenwerkt”* (I12). Zie Appendix VI voor een toelichting op de verschillen contractvormen.

Veelal unieke objecten met een lange levensduur bemoeilijken circulaire principes

Objecten in de GWW worden gekenmerkt door een lange levensduur (ongeveer 10 jaar voor de topklaag van wegverhardingen en tussen de 50 en 100 jaar voor kunstwerken zoals bruggen, viaducten en tunnels), waardoor de productomzet relatief laag is en materialen voor een lange tijd in de voorraad zitten. Hierdoor duurt het lang voordat materialen weer circulair ingezet kunnen worden. Daarnaast zijn objecten vaak uniek, mede door de specifieke wensen en eisen van opdrachtgevers en doordat projecten locatie gebonden en omgevingsafhankelijk zijn (Larsson et al., 2013). Door de grote verscheidenheid aan objecten zijn er (bijna) geen homogene of gestandaardiseerde objecten. De GWW kenmerkt zich door *“het van project naar project gaan”* (A5). Hierdoor is het voor aannemers moeilijk om schaalvoordelen te realiseren en innovaties mee te nemen naar volgende projecten. Daarnaast kunnen investeringen veelal niet binnen één project worden terugverdiend (EIB, 2021), wat het innoverend vermogen van aannemers tegenhoudt. Er wordt momenteel wel getracht om delen van objecten te standaardiseren, zoals middels het IFD-principe⁴, gericht op standaardisatie en modulair ontwerpen van bouwdelen en onderdelen van bijvoorbeeld bruggen. Standaardisatie zou onder andere hergebruik kunnen bevorderen doordat onderdelen makkelijker vervangen en elders ingezet kunnen worden. Standaardisatie is voornamelijk interessant voor (onderdelen van) kunstwerken die in grote getalen en in vergelijkbare afmetingen

⁴ Uitleg over het IFD-principe is te vinden in Box 16, in Appendix IV.

voorkomen. Daarbij is het wel van belang dat standaardisatie niet resulteert in meer materiaal toepassen dan nodig.

Veiligheid en zekerheid belangrijk; strenge normen en eisen voor materialen en constructies.

Objecten binnen de GWW-sector moeten voldoen aan strenge constructieve veiligheidseisen en zekerheid bieden voor een lange levensduur. Voorschriften voor B&U bouwwerken zijn in Nederland vastgelegd in het Bouwbesluit (2012), wat in januari 2023 zal veranderen met de Omgevingswet (2019) waarmee de regels voor ruimtelijke ontwikkeling vereenvoudigd moeten worden. Verder moeten bouwwerken voldoen aan (internationale) technische standaarden, zoals de Eurocodes, voor constructieve veiligheid. Rijkswaterstaat heeft richtlijnen en eisen opgesteld, op basis van de Eurocodes (Rijkswaterstaat, n.d.), welke veelal door medeoverheden worden overgenomen en daarmee leidend zijn binnen de GWW-sector. Desondanks zijn deze richtlijnen vaak gebaseerd op verouderde aannames en uitgangspunten en is er een grotere noodzaak om richtlijnen te herzien in lijn met circulariteitsprincipes: *“We moeten naar een cultuur toe waarin ontwerpers aan de bel gaan trekken en zeggen: ‘deze norm is strijdig met circulariteit’. [...] Als niemand dat tegen [de desbetreffende instanties] vertelt, dan gaat er nooit iets veranderen”* (I13). De normen die in deze richtlijnen en eisen beschreven worden zijn NEN-normen, NTA's en de CROW-CUR-aanbevelingen (CROW, n.d.). Het NEN en CROW, maar ook andere normerende overheden en netwerkorganisaties, hebben hiermee een machtige positie om de transitie naar circulariteit te sturen, echter gaan de normen over veiligheid. Er zijn geen normen voor duurzaamheid en circulariteit in de GWW, in tegenstelling tot de B&U waar verplichte normen voor energieprestaties zijn.

Risico's en onzekerheden spelen een grote rol binnen de GWW

Vanwege de veiligheid die geborgd moet worden, zijn opdrachtgevers vaak risicoavers voor nieuwe (circulaire) toepassingen. Daarnaast zijn er ook risico's voor opdrachtnemers die investeringen doen voor grote, complexe infraprojecten, welke vooraf lastig te signaleren en in te prijzen zijn (Rijkswaterstaat, 2019). Binnen projecten heerst het beeld dat de risicoverdeling tussen opdrachtgever en –nemer niet altijd eerlijk en duidelijk is: *“Marktpartijen hebben deze risico's onder druk van prijsconcurrentie meer of minder bewust geaccepteerd. Indien risico's zich daadwerkelijk manifesteren ontstaat bij bouwbedrijven het beeld dat deze risico's, onterecht bij hen liggen”* (Rijkswaterstaat, 2019, p. 25). Opties om de risico's te verkleinen zijn bijvoorbeeld het verkleinen van grote projecten en de introductie van een twee-fasen proces⁵. De huidige experimenten met de twee-fasen aanpak lijken door aannemers positief ontvangen te worden (A4).

Strakke tijdschema's, budgetten en lage winstmarges

Naast dat projecten moeten voldoen aan specificaties en eisen van opdrachtgevers, moeten ze gerealiseerd worden binnen een strak budget en tijdsschema (Harty, 2005). *“Veel infraprojecten worden sterk op budget gestuurd”* (EIB, 2021, p. 30). Waarbij investeringen in de GWW de laatste jaren onder druk zijn komen te staan en leiden tot langere voorbereidingstrajecten en spanning tussen projectdoelen

⁵ In een twee-fasen proces vindt de prijsbepaling voor de bouwfase plaats na de ontwerp- of engineeringfase, wanneer er meer informatie bekend is, wat voor minder onzekerheden en risico's zorgt (Rijkswaterstaat, 2019).

en budgetten (EIB, 2021). Daarnaast kost het implementeren van circulaire ambities vaak meer tijd en financiële middelen. Momenteel zijn deze nog onvoldoende meegenomen bij de bepaling van budgetten en planningen (EIB, 2021).

Strakke tijdschema's om verkeershinder te voorkomen, zetten projecten verder onder tijdsdruk. Hierdoor is er vaak beperkte ruimte om circulaire oplossingen mee te nemen; bijvoorbeeld om vrijkomende onderdelen te oogsten (O17, I10). Projectleiders worden ook vaak afgerekend op budget en planning, waardoor duurzaamheidsambities in het gedrang komen (I10). Daarnaast is er aan de aanbodzijde veel competitie en zijn de winstmarges in de GWW zijn laag. Lage winstmarges in combinatie met unieke objecten, grote tijdsdruk en onzekerheid over het terugverdienen van innovaties belemmeren het innovatief vermogen van de markt (Rijkswaterstaat, 2019). Wat het verder lastig maakt voor de circulaire transitie zijn de gescheiden budgetten voor de aanleg en het beheer en onderhoud van objecten (Transitieagenda Circulaire Bouweconomie, 2018; O27). Hierdoor kan winst bij beheer en onderhoud slecht vertaald worden naar de hogere benodigde investering in de aanleg. Daarnaast wordt door geïnterviewden bevonden dat er voor onderhoud standaard te weinig budget is (B1). Door meer vanuit een '*Total Cost of Ownership*' (TCO)-gedachte te denken en dit door te vertalen in de financiering kan circulariteit verder gestimuleerd worden (O21, I9). Bij TCO staat centraal dat in de kosten voor de aanschaf ook de kosten voor de gehele levensduur (inclusief onderhoud en reparatie) worden meegenomen.

Grote vervanging- en renovatieopgaven, achterstallig onderhoud en capaciteitsgebrek in de GWW

Naast de effecten van de klimaatverandering en de opgaven ter bevordering van bereikbaarheid is er een grote vervanging- en renovatieopgave binnen de GWW-sector (EIB, 2021). De komende jaren moet Rijkswaterstaat, maar ook andere opdrachtgevers, meer dan 100 bruggen, tunnels, sluizen en viaducten vervangen en rooveren. Velen daarvan zijn gebouwd tussen 1950 en 1970 en zijn toe aan verjonging, vernieuwing en verduurzaming (Rijkswaterstaat, 2019). Daarnaast zijn budgettekorten bij onder meer gemeenten de oorzaak van achterstallig onderhoud van het areaal (EIB, 2021). Grootschalig onderhoud en de grote vervanging- en renovatieopgaven vragen om materialen waarmee de noodzaak voor de transitie naar circulariteit wordt benadrukt. Daarnaast kampt de gehele infrastructuursector, zowel overheidsorganisaties als aannemers en ingenieursbureaus, met een groot capaciteitsgebrek. Bij overheidsorganisaties resulteert een gebrek aan (kundig) personeel in een nog grotere tijdsdruk, waardoor er minder ruimte is om circulaire oplossingen uit te vragen: "*Werkdruk ligt hoog, heel veel projecten en er zijn onvoldoende handjes. Het is moeilijk om vacatures in te vullen. (...) Zit vaak een hoop tijdsdruk op projecten, werkdruk ligt hoog, waardoor vaak geen tijd om iets nieuws te onderzoeken*" (O23). Aan de aanbodkant zorgt het gebrek aan voldoende gekwalificeerd personeel ervoor dat het moeilijk is om circulaire oplossingen aan te bieden (B1).

6. Probleem-oplossingen diagnose van de circulaire economie

Als onderdeel van de MIS-analyse is een overzicht gecreëerd van de geformuleerde problemen gerelateerd aan de missie voor circulariteit in de GWW en hoe deze problemen gelinkt zijn aan circulaire oplossingsrichtingen. Dit is noodzakelijk om een helder beeld te krijgen van welke problemen binnen de sector als belangrijk worden ervaren en aandacht ontvangen, en voor welke problemen circulariteit een oplossing kan bieden in de GWW. De combinatie van specifieke oplossingen, de keten en de effecten over de gehele levensduur van producten kenmerkt een circulaire economie (Hanemaaijer et al., 2021a).

6.1. Problemen

De circulaire economie is een middel om een brede bijdrage te leveren aan grote maatschappelijke opgaven om verschillende negatieve milieu- en sociaaleconomische effecten te verminderen, zoals een vermindering in broeikasgasemissies, verminderen zwerfafval, tegengaan van biodiversiteitsverlies en tegengaan van leveringsrisico's (Hanemaaijer et al., 2021a), zoals al uitgelegd in paragraaf 2.1. Tabel 3 geeft via scores aan in welke mate de maatschappelijke problemen van belang zijn voor de actoren.

Tabel 3: Scores maatschappelijke problemen mate van belang voor circulaire GWW tussen 1 (hoge mate van belang) en 4 (lage mate van belang) – op basis van Workshop 1

	Klimaat-verandering	Vervuiling	Biodiversiteits-verlies	Leveringsrisico
Gemiddelde score	1,3	2,6	2,6	3,3

Klimaatverandering is de voornaamste reden om op circulair in te zetten; en ontvangt prioriteit over circulariteit

Klimaatverandering wordt door actoren gezien als het voornaamste maatschappelijke probleem waar de circulaire economie een bijdrage aan kan leveren. Vanuit de Strategie Klimaatneutrale en circulaire infrastructuur (Min. I&W, 2020) zijn doelstellingen geformuleerd die op beide thema's aanhaken en een koppeling maken tussen een klimaatneutrale (netto geen broeikasgasemissies (Europese Commissie, n.d.)) en circulaire economie. Ook tijdens de eerste workshop plaatsten 12 uit 15 deelnemers klimaatverandering op plek 1 (score 1,3 uit 4, zie Tabel 3).

Wat daarbij opvalt is dat het terugdringen van CO₂-emissies prioriteit ontvangt en daarna pas wordt gekeken welke rol circulariteit kan spelen (Diepeveen & Spoelstra, 2020). Circulariteit is niet de voornaamste focus: *"duurzaamheid [staat] redelijk hoog, maar dan is het: CO₂, circulariteit en dan biodiversiteit. CO₂ kun je makkelijk meten en goed op scoren, circulariteit is moeilijk mee te nemen"* (O12). Circulariteit kan een onderdeel zijn van duurzaamheid, zoals in de Aanpak Duurzaam GWW, maar hier is de circulaire economie maar één van de 12 thema's waar op ingezet kan worden, wat in praktijk vertaald naar maar één van de zoveel onderdelen waar op gegund kan worden (I3). Circulariteit lijkt minde bekendheid te genieten dan duurzaamheid (A3, I9, O12): *'Van duurzaamheid is iedereen overtuigd, circulariteit moet nog groeien'* (A3). De meetbaarheid van CO₂ maakt het concreter, makkelijker te

beoordelen en evalueren (A3, I10, I11, O12) en daarnaast is een CO₂-reductie wettelijk vastgelegd, wat (nog) niet het geval is voor de circulaire economie (I11, O27). Vanuit de strategie Klimaatneutrale en Circulaire Infrastructuur (Min. I&W, 2020) wordt CO₂-reductie als kwantitatieve maatstaf gebruikt, *'omdat een groot deel van de maatregelen op het gebied van circulariteit ook bijdragen aan de vermindering van CO₂'*. Circulariteit en een klimaat neutrale economie zijn duidelijk met elkaar verbonden. Echter moet er wel voor gewaakt worden dat circulariteit niet gereduceerd wordt tot het reduceren van CO₂-emissies, omdat circulariteit veel meer behelst, zoals het tegengaan van vervuiling en biodiversiteitsverlies (O11).

Box 1: Voorbeeld citaten circulariteit en CO₂

'Circulariteit in de GWW is essentieel voor het bereiken van klimaatdoelen' (anoniem – Workshop 1)
'Het is belangrijk dat de GWW circulair wordt om de voetafdruk van onze infra kleiner te maken' (anoniem – Workshop 1)
'Het terugdringen van CO₂ toch wel het belangrijkste onderwerp. Circulair materiaal begint er langzaam bij te komen. ... Er is een goed instrumentarium voor CO₂, het is meetbaar en tastbaar' (I10)
'Circulaire en CO₂-reductiedoelstellingen kunnen knelpunten veroorzaken als de aanpak van de afzonderlijke doelstellingen niet goed op elkaar wordt afgestemd. Een voorbeeld hiervan is overdimensionering van een object om een langere levensduur te behalen tegenover minimaal materiaalgebruik om een lagere CO₂-footprint te realiseren. Dergelijke potentiële knelpunten moeten in kaart worden gebracht zodat de eisen scherper geformuleerd kunnen worden en de CO₂-reductie en circulariteit elkaar aanvullen.' (Betonakkoord, 2021)

Onduidelijkheid in de prioriteit van de andere drie problemen

Na klimaatverandering en een reductie op CO₂-emissies lijken vervuiling, biodiversiteitsverlies en leveringsrisico's ongeveer gelijke belangstelling te ontvangen op basis van de resultaten van de eerste workshop. Hieruit wordt ook duidelijk dat alle problemen wel degelijk erkend worden en als relevant worden bevonden, zie Box 2, maar nog lastig een duidelijke plek krijgen en maar amper gekoppeld worden aan oplossingsrichtingen. Er wordt geen duidelijke richting uitgezet voor deze problemen, wat wordt geweten aan: onvoldoende monitoring van afgevoerde materialen en gebrek aan transparantie in de keten (*vervuiling*; O15), gebrek aan specialistische kennis (*biodiversiteit*; A5, I4, O2) en onzekerheid over de materiaalvoorraden in de toekomst (*leveringsrisico*; O4, O6, O7) die onvoldoende belangstelling ontvangen (I4). Een gebrek aan meetbaarheid (operationalisatie) en transparantie lijken onderliggend aan de gebrekkige specifieke richting op deze problemen. Ten slotte, hangen deze problemen ook veel samen, waardoor ze lastig van elkaar gescheiden worden. Vervuiling is een van de belangrijkste redenen voor biodiversiteitsverlies (Europese Commissie, 2021) en zorgt op zijn beurt voor CO₂-uitstoot. Klimaatverandering heeft ook indirect een impact op de biodiversiteit.

Box 2: Voorbeeld citaten vervuiling, biodiversiteit en leveringsrisico

'De GWW [is] een zeer vervuilende sector (...) de sector is een grootvervuiler' (anoniem – Workshop 1)
'Biodiversiteit [wordt gezien] als iets wat nog heel lastig te duiden is, maar wel een belangrijke waarde heeft. Op de een of andere manier zul je er iets mee moeten' (NI1).
'Er is een groot grondstoffenverbruik' (anoniem - Workshop 1).

'Materiaal schaarste ontstaat niet alleen door een optelsom van de massa, maar ook door de eisen die daaraan worden gesteld, zoals de invloed op biodiversiteit' (N1).

'Biodiversiteit ligt in het verlengde van klimaatverandering.'

6.2. Doelen

Groeiend besef van circulaire doelen onder opdrachtgevers in de GWW

Vanuit interviews en de workshops werd duidelijk dat circulariteit steeds hoger op de agenda komt te staan en dat doelen zoals 100% circulair in 2050 en 50% reductie van primaire grondstoffen in 2030 erkend worden. De doelen die gesteld zijn om een richting uit te zetten naar een circulaire GWW zijn beschreven in verschillende plannen, zoals het Rijksbreed Programma Circulaire Economie (Nederland circulair in 2050, 2016), het Grondstoffenakkoord (2017) en de Transitie Agenda Circulaire Bouweconomie (2018) en het Uitvoeringsprogramma (Transitieteam Circulaire Bouweconomie, 2021), zie overzicht in Tabel 4.

Tabel 4: Geformuleerde doelen per jaar en agenda specifiek voor de GWW⁶

Jaar	Doel	Agenda
2023	100% circulair uitvragen tenzij dit niet (volledig) mogelijk is.	TA
2030	50%-reductie CO ₂ -emissies	TA
	100% circulair uitvragen	UP
	100%-reductie CO ₂ -emissies	KCI
	100% circulair werken ⁷	
	50% reductie primaire grondstoffen	
2050	100% circulair	TA
	Alle bouwwerken MKI van 0	UP

De gestelde doelen zijn nog niet meetbaar, maar wel inspanningen om te specificeren

Wat allereerst opvalt is dat de gestelde doelen niet of slecht meetbaar zijn. Aan de ene kant ontbreekt er voor het behalen van concrete doelen zoals 50% reductie primaire grondstoffen inzicht in de materiaalstromen om hierop te kunnen handhaven (zie Hoofdstuk 4). Aan de andere kant is het voor lange termijn doelen zoals '100% circulair in 2050' onduidelijk wat het inhoudt en hoe dit behaald moet worden (I4, O7). De doelstelling gericht op een MKI van 0 wordt als een lastige opgave bestempeld die moeilijk haalbaar is, wat blijkt uit: "MKI is 0 is niet bedoeld als letterlijk afrekenbaar doel, maar meer een indicatie. Of dit werkelijk realiseerbaar is, zullen we in 2045 wel zien" (O4) en "MKI is 0 is een mooi doel, maar ben benieuwd of er ook al over nagedacht is hoe dit haalbaar is" (I1). Daarnaast zijn hier ook zorgen dat MKI

⁶ Deze tabel geeft een overzicht van een aantal van de voornaamste (nationale) doelen gesteld in documenten tussen 2016 en 2021 (Transitieagenda Circulaire Bouweconomie (TA), Uitvoeringsprogramma Basiskamp (UP) en de Strategie Klimaatneutrale en Circulaire rijksinfrastructuurprojecten (KCI). In dit overzicht zijn de doelen die specifiek door provincies of gemeentes zijn opgesteld niet meegenomen.

⁷ Met circulair werken wordt aangegeven dat grondstoffen hoogwaardig hergebruikt worden en zo min mogelijk afval geproduceerd wordt (Min. I&W, 2020).

niet volledig circulariteit weergeeft: *“De MKI berekening, circulariteit is meer dan dat”* (I4) en *“MKI wordt vaker gebruikt in aanbestedingen, al zegt dat niet per se iets over circulariteit”* (I9).

Wel zijn er recentelijke inspanningen om circulaire doelen specifiek te formuleren, zoals in het doelentrajec van het transitiebureau Circulaire Bouweconomie. Hierin worden specifieke circulariteits-, prestatie- en effectdoelen geformuleerd. In verschillende akkoorden (zoals betonakkoord en bouwakkoord staal) wordt per materiaal specifiek naar doelen wordt gestreefd, zie Box 3.

Box 3: Voorbeelden afspraken akkoorden (beton, asfalt en staal)

‘100% van het oud beton moet in nieuw beton toegepast worden’ (Betonakkoord, 2018).

‘Verdubbeling van de gemiddelde levensduur van de asfaltwegen, halvering spreiding in levensduur, halvering CO₂-productie, tegen gelijke of lagere kosten’ (Asfalt-Impuls, 2019).

‘Bevorderen van zo hoogwaardig mogelijke toepassing vrijkomend staal [...] slim ontwerpen met het oog op materiaalbesparing, [...] minder staalgebruik per eenheid product’ (Bouwakkoord Staal, 2022).

Het belang van circulariteit varieert tussen opdrachtgevers (centrale overheid en medeoverheden)

De toenemende aandacht voor circulariteit lijkt echter nog niet onder alle publieke opdrachtgevers in dezelfde mate aanwezig. Rijkswaterstaat heeft in het Impulsprogramma Circulaire Economie (2017) afgesproken om in 2030 volledig circulair te willen werken. Op regionaal niveau bij provincies, gemeenten en waterschappen zijn nog grote verschillen te vinden in de mate waarin circulariteit is ingebed in processen en wordt meegenomen binnen aanbestedingen (O25). Er is wel steeds meer bewustzijn van de noodzaak om *“iets te doen met circulariteit”* (I9), maar er blijkt nog veel variatie in de mate waarin publieke overheden duurzaamheidscriteria, waaronder circulariteit meenemen in aanbestedingen (Bouwend Nederland, 2021). Zowel provincies als gemeenten lijken te beschikken over te weinig capaciteit, kennis en middelen en ze zijn te druk met alledaagse verantwoordelijkheden, waardoor circulaire ambities wegvallen (I4, I9, I10, I11, O25). Voornamelijk binnen gemeenten is er niet altijd iemand verantwoordelijk voor duurzame of circulaire ambities. Daarnaast heerst er op provinciaal en gemeentelijk niveau het beeld dat de gestelde nationale doelen nog te vrijblijvend zijn en hebben ze moeite met het vertalen van landelijke ambities naar hun eigen beleid (Diepeveen & Spoelstra, 2020; EIB, 2021; Schik & Kuijper, 2020; I9, I11).

Er zijn wel een aantal gemeenten, waterschappen en alle provincies die nationale doelstellingen hebben overgenomen en eigen circulaire strategieën of agenda's hebben opgesteld, zoals de Provincie Overijssel (RTA Infrastructuur, 2020), Provincie Noord-Brabant (Bouwend Nederland, 2020), Gemeente Den Haag, Utrecht en Rotterdam. Het ambitieniveau verschilt daarmee nogal met gemeentes en waterschappen die geen duidelijke richting hebben uitgezet. Voor gemeentes zijn het met name de grote gemeentes die agenda's hebben geformuleerd. Echter, staat het ambitieniveau niet per se gelijk aan de grootte van een gemeente (I4). De Gemeente Assen en Meijerstad neemt bijvoorbeeld meer duurzaamheidscriteria mee in aanbestedingen dan de Gemeente Amsterdam, welke vele malen groter is (Bouwend Nederland, 2021). Intrinsieke motivatie en enthousiasme van één of meerdere personen binnen de organisatie lijken in dit geval doorslaggevend (I4, O20, O21). Binnen de meeste waterschappen is de circulaire manier van werken nog geen standaard onderdeel geworden van het reguliere werk (Unie van Waterschappen, 2021). Recent zijn wel ontwikkelingslijnen voor een circulaire strategie beschreven en kan men merken dat er stappen worden gezet om ambities en beleid te ontwikkelen. Echter, wordt het potentieel om gericht te

sturen op circulariteit momenteel nog niet volledig benut. Vanwege de diversiteit in de manieren van werken van al deze centrale en medeoverheden blijkt het uitzetten van een eenduidige richting lastig. Er zijn onafhankelijke organisaties met mandaat nodig, zoals het ministerie om hierop te coördineren (O20, O21).

Box 4: Voorbeeld citaten ambitieniveau centrale en medeoverheden

“Door gebrek aan capaciteit vallen circulaire ambities weg tegen opzichte van alledaagse prioriteiten. (...) De grotere gemeenten zijn er over het algemeen meer mee bezig dan anderen gemeenten. (...) Aantal gemeenten lopen voor, aantal lopen achter.” (O25)

“Doelstellingen voor circulaire economie zijn heel ver weg. Per gemeenten is het heel verschillend hoe die concrete vertaling is gemaakt; daar zijn gemeenten de laatste jaren wel stappen inzetten.” (O21)

“Bij ons [provincie] en vele andere is er tijdgebrek. We hebben al moeite met de vaste dingen die echt moeten” (O20)

“Bij grotere organisaties, zoals Rijkswaterstaat en provincies hebben ze daar [circulariteit] wel bemanning opzitten. Bij kleinere gemeenten doe niemand echt gewoon duurzaamheid, er is niet echt iemand verantwoordelijk voor. Als er al iemand mee bezig was, dan was het echt een eilandje. Dat is nu wel minder geworden, steeds meer mensen voelen een mate van eigenschap” (I9)

“Samenwerken met andere publieke opdrachtgevers is cruciaal, want samen hebben we vier keer meer impact. Door uniforme afspraken te maken, helpen we elkaar én de sector. Want consistent beleid vanuit de overheid versnelt innovatiekracht van de sector.” (Strategie KCI).

“Provincie zou een hele goede rol kunnen hebben in coördineren en dat [circulariteit] aan te dragen. Maar moet hierbij wel opletten voor de verhoudingen tussen provincie en gemeenten. Gemeenten vinden het ook niet altijd even leuk, want die willen graag ook hun eigen manier kiezen. Het is ingewikkeld wat kan en mag en wat de rol is van de provincie.” (O21)

“[We moeten] regionaal organiseren, maar die coördinatie mist wel. Provincie kan de aangewezen partij zijn om te coördineren. Maar dan moeten ze niet alleen bij elkaar komen, dat is niet genoeg.” (I8)

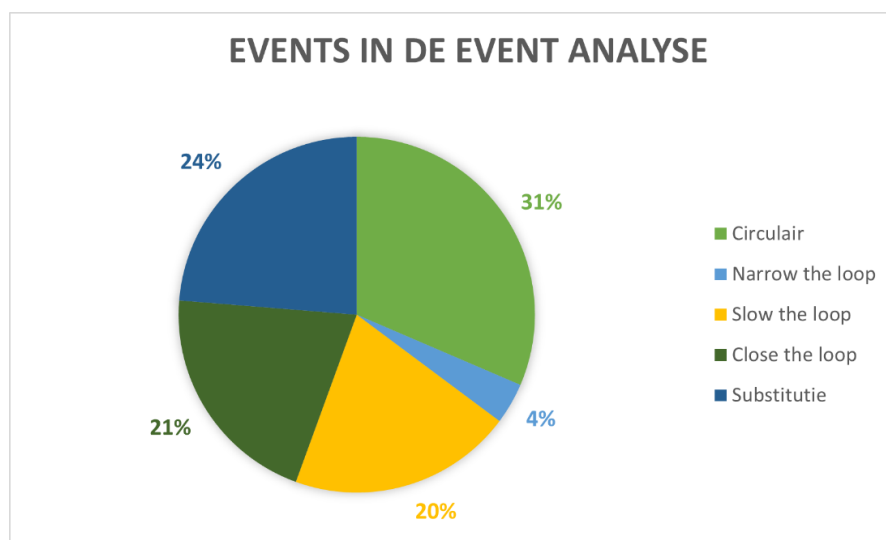
6.3. Oplossingsrichtingen

Om de bovengenoemde vier maatschappelijke problemen aan te pakken bestaan verschillende oplossingsrichtingen die uiteindelijk kunnen bijgedragen aan een circulaire economie. De circulaire oplossingsrichtingen zijn gecategoriseerd naar de circulaire strategieën: narrow the loop, slow the loop, close the loop en substitutie, zoals geformuleerd in Paragraaf 2.1.

Grootste gedeelte van de events niet gespecificeerd op een oplossingsrichting, maar algemeen circulair

Uit de event analyse (uitgelegd in paragraaf 3.2) komt naar voren dat er voor het grootste gedeelte (31%) van de events geen oplossingsrichting gespecificeerd wordt en alleen een ‘circulaire strategie’ beschrijft, zie Figuur 6. Aan de ene kant kan het niet specificeren van hoe iets circulair moet worden leiden tot verwarring over wat het precies inhoudt, voor welke problemen het een oplossingen moet bieden en hoe dit opgelost moet worden, waardoor de oplossingsrichtingen (nog verder) divergeren. Aan de andere kant is er door het niet specificeren van circulariteit veel ruimte voor de markt om hier invulling aan te geven. Meer of minder ontwerpvrijheid lijkt een punt van discussie, afhankelijk van de kennis die aanwezig is bij

opdrachtgevers over duurzame aanbestedingen ten opzichte van de kennis van opdrachtnemers (Witteveen+Bos, 2021). Een nadeel van het uitvragen van ongespecificeerde circulaire oplossingen is de worsteling om deze op waarde te beoordelen: *“In verschillende situaties hadden [aannemers door opdrachtgevers] circulariteit als doelstelling opgelegd gekregen, maar was er niemand binnen het team daarvoor aangewezen. [Dus waren er] circulaire voorstellen en vragen waar geen inhoudelijk antwoord op kwam, omdat [de opdrachtgever] er zelf helemaal niet over na had gedacht”* (I14).



Figuur 6: Verdeling events in de event analyse

Vier gespecificeerde oplossingsrichtingen

Op basis van de vier oplossingsrichtingen die een specifieke circulaire strategie beschrijven, wordt hieronder beschreven welke mate van aandacht er besteed wordt op basis van de beleving van de deelnemers aan de workshop en de events uit de event analyse en in hoeverre deze bevindingen een duidelijke richting uitzetten (convergeren) of nog erg uiteenlopen (divergeren). Gedurende de eerste workshop hebben de deelnemers aangegeven welke richting momenteel de meeste aandacht ontvangt binnen de GWW. De gemiddelde scores zijn te zien in Tabel 5.

Tabel 5: Scores oplossingsrichtingen mate van aandacht (op dit moment) in de GWW tussen 1 (hoge mate van aandacht) en 4 (lage mate van aandacht)

	Narrow the loop	Slow the loop	Close the loop	Substitutie
Gemiddelde score	2,9	2,2	1,5	3,2

6.3.1. Close the loop (recycling)

Close the loop voornaamste oplossingsrichting op het moment (score 1,5; komt terug in 21% events)

Close the loop is het sluiten van de kringloop, wat kan via recycling van materialen, om zo minder afval te verbranden of te storten én waardoor minder primaire grondstoffen nodig zijn (Hanemaaijer et al., 2021a). Recycling⁸ komt vaak terug in de event analyse (21%) en wordt door de meeste deelnemers van de workshop (8 uit 13) gekozen als circulaire oplossingsrichting waar momenteel de meest aandacht naartoe gaat binnen de GWW. Recycling is 'in deze sector al decennia gebruikelijk, zoals in funderingen maar ook PR in asfalt' (O3). Recycling vindt voornamelijk plaats binnen Wegverharding (50%). De minste toepassingen van recycling gaan over kunstwerken en toepassingen in water. Van de materialen wordt voornamelijk asfalt en beton gerecycled, dat kan door het recyclen van asfalt of beton tot puin of granulaat of op component niveau door beton slim te breken of asfalt te kneuzen (Mol, 2021; Slimbreker, 2020).

Discussie rondom hoog- en laagwaardige recycling, toepassing recyclaat en hoger op de R-ladder

Echter is er wel discussie rondom recycling. Materiaalrecycling kan namelijk hoogwaardig (de materialen keren terug op een eenzelfde of zelfs beter niveau – upcycling) of laagwaardig (de materialen keren terug in laagwaardigere toepassing - downcycling) plaatsvinden (Platform CB'23, 2020). Daarbij is het terugbrengen van materialen op hetzelfde niveau vanuit circulair oogpunt beter dan terugbrengen naar een laagwaardigere toepassing. Wanneer 98% van alle vrijkomende materialen uit de GWW wordt hergebruikt, waarvan bijna driekwart gerecycled is het afhankelijk van hoe goed de kwaliteit van het recyclaat of de secundaire materialen zijn, op welke manier de materialen weer toegepast kunnen worden. 'Er wordt nog te vaak gekeken naar primaire materialen, er is nog te weinig vertrouwen in secundaire grondstoffen' (B1). Terwijl recyclaatleveranciers wel klaar lijken te zijn voor opschaling (B1).

Daarnaast heerst er een gevaar dat circulariteit geïnterpreteerd wordt als recycling: "CE wordt nu nog gezien als recycling" (N1). Aangezien recycling al standaardpraktijk is, al dan niet in laagwaardige vorm, is er een "perceptie dat de GWW-sector al circulair is" (I4). Dit kan ertoe leiden dat er met name op recycling wordt ingezet, dit tot stagnatie in andere circulaire strategieën kan leiden. Echter wordt door deelnemers van de workshops benadrukt dat circulariteit meer is dan alleen recycling en dat we "hoger op de R-ladder moeten komen" (N1), maar men moet hiervoor waken en actief aan werken.

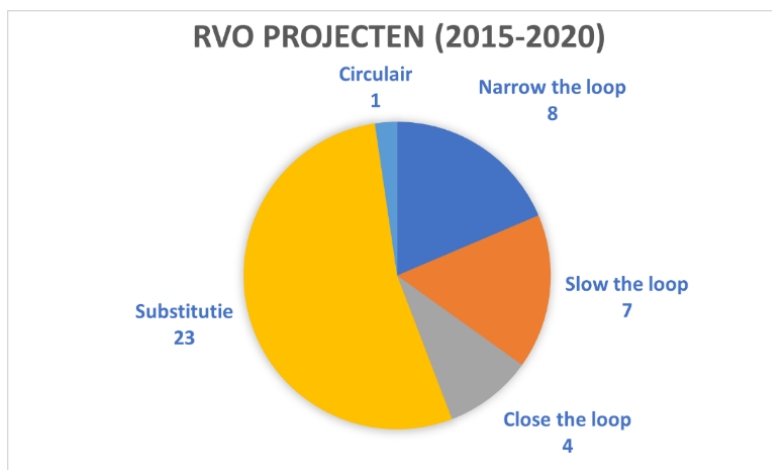
6.3.2. Substitutie

Substitutie opkomend, maar nog minste aandacht als oplossingsrichting (score 3,2; komt terug 24% events)

Substitutie gaat over het toepassen van alternatieve (vooral hernieuwbare) grondstoffen om zo een bijdrage te leveren aan de circulaire economie met minder milieudruk (Hanemaaijer et al., 2021a). Substitutie komt in een kwart van de events uit de event analyse terug, maar wordt door de deelnemers als oplossingsrichting gezien die momenteel de minste aandacht krijgt. Echter lijkt substitutie als oplossing wel bezig te zijn met een inhaalslag als men kijkt naar verstrekte subsidies aan innovatieve projecten vanuit RVO, zie Figuur 7. Meer dan de helft van de innovatieve projecten waarin geïnvesteerd wordt, zijn gericht op substitutie van primaire, niet-hernieuwbare grondstoffen. Daarmee is substitutie

⁸ Binnen dit onderzoek zal voor consistentie met PBL-documentatie de term *recycling* gebruikt worden voor hoogwaardig hergebruik van materialen (Cirkelstad, 2021c).

wellicht momenteel nog een oplossing die zich nog moet bewijzen binnen de sector en waar actoren huiverig over zijn, maar waar wel potentie in wordt gezien vanwege investeringen. Ook binnen het akkoorden zoals het Betonakkoord en Bouwakkoord Staal heeft substitutie nog geen plek verworven, er wordt ingezet op een *'focus op circulair ontwerp, levensduurverlenging en hergebruik'* (Betonakkoord, 2018). Een uitgebreide analyse over substitutie is te vinden in paragraaf 7.2.4.



Figuur 7: RVO project database met verstrekte subsidies van 2015 tot 2020

Binnen substitutie zijn er twee verschillende vormen binnen de GWW (O3):

1. Het vervangen van componenten van een materiaal (beton of asfalt) door een (bio-based) hernieuwbaar alternatief met minder milieudruk. Substitutie in deze vorm vindt voornamelijk plaats binnen wegverharding (helpt van de events binnen substitutie), met toepassingen van (bio-based) alternatieven in zowel asfalt als beton, zoals lignine in het Chaplin project (Circular Biobased Delta, n.d.). Daaropvolgend gaat een kwart van de events over kunstwerken, en de rest over water en Algemeen GWW.
2. *Het toepassen van hout of biocomposiet als constructiemateriaal* in bijvoorbeeld (fiets- en wandel) bruggen, damwanden, steigers, beschoeiing, geleiderails, portalen als vervanging voor traditionele de constructiematerialen beton en staal. Hout en biocomposiet zijn beide opkomende materialen die steeds meer aandacht krijgen (O3, O19). Hout is hernieuwbaar en heeft een lagere milieudruk (Hout in de GWW, 2019). Biocomposiet heeft brede toepassingsmogelijkheden, in bijvoorbeeld wegmeubilair maar geeft niet noodzakelijk een lagere milieudruk en is daardoor nog omstreden (Royal HaskoningDHV, 2018).

6.3.3. Slow the loop (levensduurverlenging, hergebruik)

Twee vormen van slow the loop (score 2,2; komt terug in 20% events)

Slow the loop komt neer op het langer en intensiever in gebruik houden van producten en onderdelen, door hergebruik en reparatie (levensduurverlenging), wat de vraag naar nieuwe grondstoffen vertraagt (Hanemaaijer et al., 2021a). Slow the loop vindt in ongeveer een vijfde van de events van de event analyse plaats, daarbinnen is er een onderscheid gemaakt tussen *levensduurverlenging* en *hoogwaardig hergebruik*, wat respectievelijk in 30% en 70% van de events binnen slow the loop voorkomt. Levensduurverlenging vindt plaats wanneer de levensduur van een bouwwerk verlengd wordt, bijvoorbeeld door onderhoud, en is de meest hoogwaardige vorm van product hergebruik. Deze strategie wordt met name toegepast in wegverharding. Hoogwaardig hergebruik gaat over het hergebruiken op object- of onderdeelniveau, waarbij gehele constructies of delen ervan op een andere locatie opnieuw worden gebruikt, zoals hele bruggen, liggers of draagbalken. Meestal wordt deze strategie toegepast binnen kunstwerken (in experimentele fase – O15).

Hergebruik op object- of materiaalniveau verwarrend, maar wel erkenning dat hergebruik oplossing in de toekomst moet zijn

Hoogwaardig hergebruik op objectniveau is milieutechnisch beter dan hergebruik op materiaalniveau, omdat er voor het terugbrengen van objecten naar materiaalniveau forse milieu impact gemoeid is (A5, O17). Dit werd erkend in de tweede workshop. Als objecten of onderdelen via materiaalrecycling verwerkt worden, verliest het een deel van de functionele waarde, die bij hoogwaardig hergebruik intact blijft. Echter worden (product) hergebruik en recycling op materiaalniveau in de praktijk vaak door elkaar gebruikt en soms beide beschreven als hergebruik, wat voor verwarring zorgt. Hier moet duidelijkheid over gecreëerd worden om deze verwarring op te lossen en te voorkomen. Hoogwaardig hergebruik wordt wel gepromoot als een oplossingsrichting waar we naartoe moeten en waar op korte termijn al een bijdrage geleverd kan worden aan reductiedoelstellingen (O15). Dit blijkt o.a. uit: “Recycling van grondstoffen is een mooie eerste stap, maar voor echte impact zullen we (ook) hele bouwproducten en bouwwerken moeten gaan hergebruiken (Cirkelstad, 2021c, p. 3). Echter is het een complexe opgave en lijkt het nog in het beginstadium van ontwikkeling te staan.

6.3.4. Narrow the loop (preventie)

Narrow the loop komt vaker terug in onderhoud en preventie van bouwen, maar ontvangt nog lang niet dezelfde aandacht als andere oplossingsrichtingen (score 2,9; komt terug in 4% events)

De oplossingsrichting preventie komt neer op minder grondstoffen gebruiken door bijvoorbeeld af te zien van de aanleg van GWW-werken of efficiënter te ontwerpen (met minder grondstoffen). Ook deze strategie kan op verschillende niveaus plaatsvinden (objectniveau, componentniveau, materiaalniveau). Preventie is terug te vinden in een klein gedeelte van ongeveer 4% van de events uit de event analyse en ontvangt volgens deelnemers van de workshop ook weinig aandacht. Daarbij gaat een deel van deze events over het efficiënter produceren van assets binnen zowel kunstwerken als wegverharding. Het zoeken naar efficiëntie is standaard vanuit kostenoverwegingen. Binnen deze oplossingsrichting is er wel meer aandacht voor kritisch nadenken of bouwwerken wel noodzakelijk zijn, wat is terug te zien aan circulaire ontwerpprincipes waarbij de eerste stap is nagaan of iets daadwerkelijk vervangen of gebouwd moet worden (Rijkswaterstaat, 2021) of in marktvisies voor versobering van bijvoorbeeld verkeersborden en bewegwijzering (Buyer Group, 2021). Uitstellen van bouwen of renoveren in plaats van vervangen, is vanuit financieel oogpunt, maar ook zeker door stikstofproblematiek (O15), standaardpraktijk. Maar het is

niet per definitie circulair, zeker niet als het uitstel uiteindelijk leidt tot een hogere milieudruk. Door achterstallig onderhoud zal een object bijvoorbeeld eerder volledig vervangen moeten worden. Ook is op preventie nog lastig grip op te krijgen, want de winst die je behaalt door de keuze om iets niet te doen is moeilijk inzichtelijk te maken. Alhoewel het de eerste stap is bij ontwerpprincipes en ook af en toe terug te lezen is in het nieuws (O3, A5), zien deelnemers van de workshop het niet als een richting die nu aandacht krijgt. Dit gebrek aan aandacht voor preventie lijkt mede veroorzaakt door dat je *“met iets niet doen de voorpagina van de krant niet haalt”* (en het daarom ook veel minder terugkomt in de database), en *“minder of niet doen is niet sexy”* (I8). Door verschillende actoren wordt het wel erkend als belangrijke stap richting circulariteit door alleen het strikt noodzakelijke aan te leggen (A5, O2). Maar daarvoor is wellicht meer politieke druk nodig (A5).

6.4. Specifieke oplossingen

Binnen ieder van de vier oplossingsrichtingen zijn er verschillende specifieke oplossingen geïnterviewd die een positieve bijdrage kunnen leveren aan de circulaire economie. De specifieke oplossingen zijn gebaseerd op events uit de eventanalyse en de workshops en zijn mogelijke oplossingen. De legitimiteit van iedere oplossing is verschillend en dit zal afhangen van het type project en de wensen binnen ieder project. Een overzicht van een aantal vooruitstrevende technologische oplossingen per oplossingsrichting en een overzicht van andere activiteiten die circulariteit in het algemeen bevorderen kan worden gevonden in Appendix VII. Het onderzoek "Circulaire Objecten" van Royal HaskoningDHV (2020) in opdracht van Rijkswaterstaat (2020) biedt ook een goed overzicht van kansrijke circulaire maatregelen voor bruggen en viaducten; dijken en oevers; sluizen; wegsystemen en tunnels.

7. Functionele analyse & Barrière analyse

In dit hoofdstuk wordt het functioneren van het innovatiesysteem uitgewerkt op basis van de geïdentificeerde barrières. In de GWW zijn er drie generieke barrières te onderscheiden die het innovatiesysteem kenmerken en belemmeren. De functies worden niet één voor één besproken, maar zijn verwerkt in de barrière analyse. In paragraaf 7.1 volgt eerst een analyse op basis van deze generieke barrières. Vervolgens wordt in paragraaf 7.2 het functioneren en barrières van het innovatiesysteem geanalyseerd voor de vier oplossingsrichtingen:

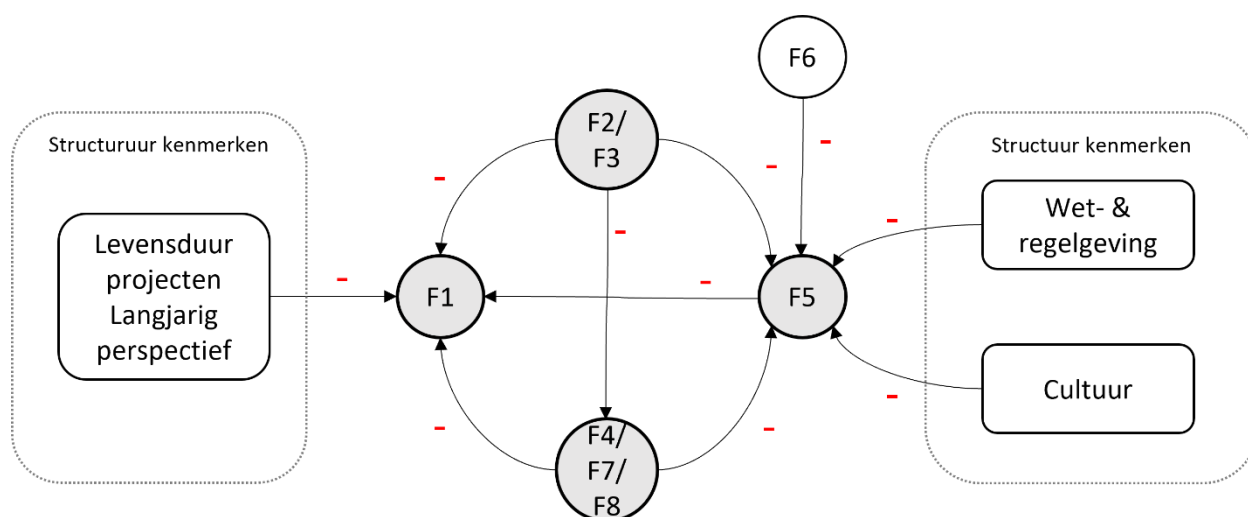
1. Close the loop (Recycling)
2. Slow the loop (Hergebruik en levensduurverlenging)
3. Narrow the loop (Preventie)
4. Substitutie

7.1. Generieke barrières

Binnen de GWW zijn er drie generieke barrières ontdekt die voor alle oplossingsrichtingen binnen het innovatiesysteem gelden en het belemmeren. Dat zijn:

1. De mate van kennisontwikkeling, -deling, -borging en legitimiteit is niet voldoende.
2. In het hele proces van projecten aanbesteden en uitvragen zijn te weinig mogelijkheden voor circulaire oplossingen.
3. Pilots en innovatieve ontwikkelingen schalen nog onvoldoende, mede door gebrek aan continuïteit en commitment. Middelen zijn nog erg gericht op kleinschalige projecten.

In figuur 8 is een visuele weergave van de drie barrières volgens de functies van de MIS weergegeven. Daarbij zijn de functies in de grijze cirkels de motor die elkaar in deze sector versterkt en belemmerd.



Figuur 8: Visuele weergave Totaaloverzicht barrières 1,2,3

7.1.1. Barrière 1: Gebrek aan ontwikkeling, deling en borging van circulaire kennis

Noodzaak om circulaire kennis te ontwikkelen wordt erkend en vindt voornamelijk plaats binnen pilots

Om circulair te opereren in de GWW is veel nieuwe kennis noodzakelijk, zowel *technologisch* als *organisatorisch*. Technologische kennis is nodig over de eigenschappen, gedragingen en kwaliteit van nieuwe materialen en circulaire innovaties zoals het hergebruiken van onderdelen of gehele constructies (SBIR Circulair Viaduct). En organisatorische kennis op het gebied van hoe de keten samen moet werken om circulariteit te bevorderen. Deze kennisontwikkeling vindt momenteel plaats, voornamelijk binnen pilotprojecten (F1) en onderzoekstrajecten (F2) door verschillende actoren, en binnen verschillende netwerken, zoals in actieteams van Platform CB'23 (zoals toekomstig hergebruik, circulair ontwerpen en paspoorten voor de bouw), buyer groups (O25) en in proeftuinen waarin overheidsorganisaties samen met marktpartijen innovaties testen.

Echter blijft kennisdeling nog vaak achterwege of liggen bij pilots en onderzoeken

Ondanks dat kennis op meerdere fronten ontwikkeld en ook gedeeld wordt (F3), zoals via: platform WOW, platform bruggen, COB, verschillende akkoorden (betonakkoord, bouwakkoord staal en houtketentraject) en brancheorganisaties (B1) heerst er binnen de sector veelal het beeld dat er wel kennis is, *“maar de uitwisseling van die kennis achterwege blijft”* (O3). Het delen van kennis blijft achter op een viertal gebieden: 1) tussen marktpartijen, 2) binnen organisaties 3) binnen tijdelijke coalities van projecten en 4) met academische kennis. Ten eerste, wordt technische kennis amper tussen marktpartijen gedeeld. Aannemers zijn terughoudend in het delen van hun kennis, vergaard uit pilots en innovatietrajecten, aangezien dit voor hen het onderscheidend vermogen is binnen aanbestedingen (A3, A4, A5). Ze proberen kennis te beschermen van concurrentie (A5) en houden kaarten tegen de borst (O3). Ten tweede, is er weinig kennisuitwisseling binnen een organisatie tussen divisies (A4) en is kennis veelal geconcentreerd bij 1 à 2 personen, wat het lastig maakt om opvolging te garanderen (B1). Ten derde, worden projecten vaak binnen tijdelijke coalities gerealiseerd, waar kennis beperkt gedeeld wordt, wederom vanwege concurrentie aspecten. In een volgend project kunnen aannemers concurreren om dezelfde aanbesteding. Vanwege dit project-georiënteerde karakter van de sector, waarin aannemers van project naar project gaan, en kennis project-specifiek is vanwege unieke objecten, blijft kennis vaak liggen in pilots (K2, O11, O17) en gaat opgedane kennis verloren, wat belemmerend werkt voor de transitie. *“Hierdoor ontbreekt het aan lerend vermogen binnen de GWW-sector”* (I8). Ten slotte, is academische kennis lastig beschikbaar voor aannemers (A6, A7). Ze moeten hier vaak voor betalen zonder te weten wat ze ervoor terug krijgen (F6), wat kennisdeling belemmert (F3).

Naast marktpartijen, zijn overheidsorganisaties of opdrachtgevers over het algemeen terughoudend in het toepassen van kennis uit projecten van anderen (F7; K2, I3). Wanneer opdrachtgevers onbekend zijn met innovaties of wanneer de context te verschillend wordt geacht, wordt bestaande kennis vaak niet toegepast, maar wordt er een nieuw (pilot)project gestart, waardoor men in de pilotfase blijft hangen (zie Barrière 3). Dit resulteert erin dat 'het wiel vaak opnieuw wordt uitgevonden' (K2). Deze koudwatervrees wordt deels verklaard door de hoge risico-aversie bij publieke opdrachtgevers vanwege het belang van constructieve veiligheid van assets (O7, O15, O17). Het niet borgen en gebruiken van bestaande kennis binnen zowel publieke als private organisaties is zeer belemmerend voor de transitie naar een circulaire GWW (O3, O7).

Er lijkt een gebrek aan een kennisinfrastructuur te zijn waarin gestructureerd vastgelegd welke kennis ontwikkeld wordt. Het is doorgaans heel ad hoc en opgedane kennis lijkt niet geïntegreerd te worden in nieuwe werkwijzen of producten (F5). Met name medeoverheden hebben de behoefte aan een centrale plek met concrete voorbeelden en handvaten om circulariteit te implementeren (I4, I8, O20, O21). Hierbij is het goede coördinatie (F8) van belang zodat er één centrale plek komt waar men terecht kan. Daarnaast worden projecten zoals de SBIR (F1) gezien als een goede manier om kennis te ontwikkelen en te delen, omdat marktpartijen 'gedwongen' worden om open-source te werken (A5, I3, O3).

Box 5: Voorbeeld citaten kennisdeling blijft achterwege

"Iedereen probeert dit alleen te doen en houdt de kaarten tegen de borst. De sector is daar 'ouderwets' in en de ontwikkelingen kunnen veel sneller gaan door samen te werken. Er is wel een transitie gaande hierin." (O3)

"Probleem is van pilots naar opschaling, het moet eerst bewezen worden. Het is toch wel een beetje spannend. Dan is de levensduur wel van groot belang." (O24)

"Met verschillende opdrachtgevers verschillende bedrijven die dan het project uitvoeren, in verschillende combinaties vaak weer. Dus vaak worden wielen opnieuw uitgevonden." (K2)

Nog een gebrek aan kennis over 1) operationaliseren en meten van circulariteit, 2) materialen en areaal en 3) risico's en levensduur van circulaire oplossingen

Hoewel er wel degelijk kennisprojecten zijn, is er ook nog een gebrek aan kennis (F2) op een drietal fronten: 1) operationalisatie en meetbaarheid van circulariteit, 2) inzicht in materiaalvoorraden en het areaal en 3) de risico's en levensduur van circulaire oplossingen. Allereerst, geniet het begrip circulariteit steeds meer bekendheid, maar desondanks is er onduidelijk over wat circulariteit is, hoe het te operationaliseren, uitvragen, meten en waarderen. De geformuleerde circulaire doelen zijn abstract en ver weg (F4A, zie Hoofdstuk 6) en de sector worstelt met het formuleren van een uniforme meetmethode voor circulariteit. Organisaties zoals Platform CB'23 werken wel aan een uniforme standaard, en meetmethodes zoals een MKI worden al gebruikt voor het meten van circulariteit, maar deze voldoen nog niet aan alle wensen om circulariteit te meten (O11). De ontwikkeling van deze methodes is ondersteunend aan het ontwikkelen van een gezamenlijke taal, begrip en afstemming over wat circulair is (N1). Echter kan het blijven hangen in onderzoeken wat circulariteit precies is en hoe het te meten ook ontzettend vertragen (I9, N1). Daarbij lijkt het belangrijk dat er niet gewacht wordt op een duidelijke definitie, maar wil men juist beginnen en gaandeweg te leren.

Ten tweede, is er een gebrek aan kennis over het materiaalgebruik, materiaalvoorraden en het areaal binnen alle lagen van publieke opdrachtgevers (F2; O1), zie Hoofdstuk 4. Deze kennis is noodzakelijk om een 'nulmeting' te maken, om op basis daarvan een lange termijn strategie op te stellen en gericht stappen te kunnen zetten naar een circulaire GWW (F4B, F8). De recente grondstoffenanalyse van EIB en Metabolic (2022) biedt het eerste inzicht, maar duidt ook op de problematiek van het huidige gebruik van meerdere datasystemen, waardoor een goed overzicht ontbreekt. Het advies is daarom om gebruik te maken van een consistente manier van registratie zoals in de Basisregistratie Grootschalige Topografie (BGT) om kunstwerken en wegen op een correcte en consistente manier te registreren. Hierdoor wordt het overzicht in de toekomst betrouwbaarder. Ontwikkelingen van materialenpaspoorten kunnen

daarnaast bijdragen aan het vastleggen van materialen gebruikt in assets, ook op onderhoudsmomenten (Cirkelstad, 2021d). Met het oog op de grote renovatie- en vervangingsopgaven zijn deze ontwikkelingen noodzakelijk.

Ten derde, is er een groot gebrek aan kennis (F2) over de bestaande of vermeende risico's verbonden aan nieuwe circulaire oplossingen. Levensduur en veiligheid van assets is erg belangrijk in de GWW (K2, O2, O7). Echter ontbreekt de kennis of een methode, waarover consensus is, om de levensduur van verschillende objecten aan te tonen (E1, E2, I3, O7). Het belang van veiligheid weegt hier hard mee om vroegtijdige vervanging te voorkomen (O24), echter zorgt dit wel voor vertraging van de transitie als een innovatie zich eerst tientallen jaren moet bewijzen voordat grootschalige implementatie mogelijk is. Vanuit alle lagen van de overheid is er veel interesse in pilots (F1), maar het opschalen en toepassen van innovaties in gangbare processen is zeer problematisch (zie Barrière 2 en 3). Het ontwikkelen van kennis over de risico's die gepaard gaan met circulaire innovaties, hoe deze te bepalen, te ondervangen en te voorkomen lijkt essentieel om de transitie naar circulariteit in de GWW te versnellen.

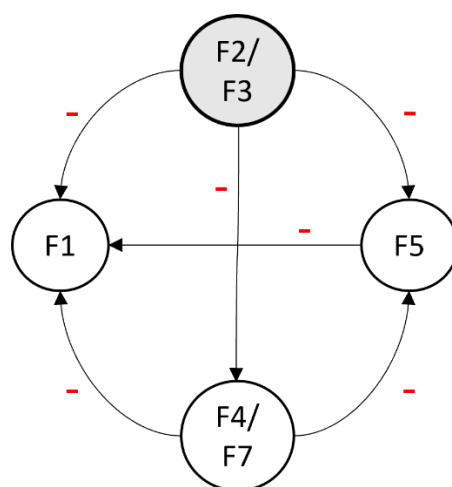
Box 6: Voorbeeld citaten kennisgebrek binnen over begrip en meetbaarheid circulariteit, materiaal en areaal, en risico's en levensduur

"Thema duurzaamheid [waaronder circulariteit] is niet concreet, het is een enorm containerbegrip, daardoor blijft het best wel vaag. In projecten moet het concreet worden, maar voor mensen in de gemeenten blijft het lastig om het concreet te krijgen. Met vage doelstellingen in de toekomst, verwacht ik niet dat mensen heel snel die stap zullen nemen." (O23)

"Er is behoefte aan overkoepelend inzicht in het materialengebruik in objecten en recent uitgevoerde projecten van waterschappen om een nulmeting te maken, een gezamenlijke strategie te bepalen en op basis daarvan circulair te beheren, te ontwerpen en aan te besteden." (Stowa, 2020)

"[Monitoring] is nu nog wat meer kwalitatief en niet vanuit een 'distance-to-target', want dat beeld [van een huidig circulariteitsniveau] is er niet." (O28)

"Er heerst koudwatervrees binnen de GWW, daarom wordt vaak gekozen voor de veilige optie door een gebrek aan kennis." (Sweco, 2020, p.9).



Figuur 9: Visuele weergave Barrière 1: 'Ontwikkeling, borging en spreiding van circulaire kennis'

7.1.2. Barrière 2: Aanbestedingsproces onvoldoende gericht op circulariteit

Hoge mate van onzekerheid (en onbekendheid) over circulaire oplossingen zorgt voor terughoudendheid in aanbestedingsproces

De onbekendheid, risico's en complexiteit die ervaren wordt vanuit opdrachtgevers voor circulaire oplossingen (F7 – zie Barrière 1) zorgt er in de praktijk voor dat sturende instrumenten voor circulariteit (F4B, F5) ontbreken. De zekerheid en veiligheid die van nature in de GWW een belangrijke rol spelen, zorgen ervoor dat aanbestedingsprocedures gericht zijn op lage risico's (Cirkelstad, 2021b). Opdrachtgevers zijn daarin huiverig ten opzichte van de onzekerheid die gemoeid is met circulaire innovaties, daarom houdt men vast aan beproefde lineaire manieren van werken.

Circulaire economie wordt momenteel maar marginaal meegenomen in projecten

De manier waarop de GWW is ingericht, waarbij publieke opdrachtgevers via inkoop en aanbestedingen aan private partijen projecten uitvragen, biedt mogelijkheden om direct circulair aan de markt uit te vragen (F5). Echter, wordt dit momenteel nog niet consistent gedaan of worden circulaire initiatieven nog te weinig gewaardeerd (MKI klein percentage van de EMVI; O15) en wordt er in de voorfase te weinig aandacht besteed aan circulaire oplossingen (F9; B1). Duurzaamheid en circulariteit zijn maar twee van de factoren binnen een aanbesteding, er is nog veel meer (I3). In standaard aanbestedingen is nog te weinig aandacht voor de weging van circulaire initiatieven en wanneer het over circulariteit gaat, gaat het met name over recycling (N1). In 64,8% worden er geen duurzame gunningscriteria toegepast (Bouwend Nederland, 2020) en wordt er in praktijk nog vaak op de laagste prijs aanbesteedt. Hierdoor is er, op een aantal showcases na, geen business case voor ondernemers om circulair te werken (F1) vanwege een gebrek aan continuïteit. Vanuit het betonakkoord wordt het wel vanaf 2023 wettelijk verplicht dat alleen nog maar duurzaam beton aanbesteed mag worden. Echter lijkt de huidige manier van markt creatie momenteel een van de meest belemmerende factoren te zijn in de transitie naar een circulaire GWW, terwijl hier ook veel mogelijkheden liggen om de transitie te sturen en te versnellen. Dit relateert aan de problematiek in Barrière 3. Er zijn ook alternatieven zoals functioneel uitvragen of werken in bouwteams (zie Appendix VI), waar de potentie van meerderen respondenten door wordt gezien (A5, O12), omdat dit meer ruimte aan marktpartijen biedt. Maar in praktijk gebeurt dit nog te weinig, onder andere omdat opdrachtgevers zekerheid willen en liever dat specifiek uitvragen. Er is daardoor meer behoefte aan duidelijke coördinatie en gemeenschappelijke uitgangspunten (F8; O15) van de aanbestedingsprocedures op circulaire oplossingen.

Innoveren lijkt mogelijk binnen bestaande wet- en regelgeving, maar dit is vaak onbekend

Daarnaast is er binnen bestaande wet- en regelgeving vaak al veel meer mogelijk, maar is dit niet altijd bekend bij actoren (I3, N1). Met name bij kleinere medeoverheden lijkt dit problematisch: “*als je niet weet hoe je het moet uitvragen; als je twijfelt of het juridisch gaat houden, dan denk je wel over na*” (I4). Een gebrek aan kennis over wat wel en niet kan binnen aanbestedingen, maar ook over de capaciteiten van marktpartijen, belemmert het uitvragen van circulaire oplossingen (F2).

MKI als gunningscriterium in aanbestedingen

Een specifiek gunningscriterium dat steeds meer ingezet wordt is de milieukosten indicator (MKI). MKI wordt door velen als een legitiem middel gezien (F7; A3, A4, A6, A7 O19; Witteveen+Bos, 2021). Echter zijn er ook gebreken, zo meet MKI concreet duurzaamheid, maar niet expliciet circulariteit (A3). Het geeft een indicatie van de milieukosten en is daarmee *'het beste dat we op dit moment hebben'* (O11). Echter is de weging die circulaire oplossingen binnen de MKI krijgen volgens aannemers en ingenieurs vaak te laag (A4, A7) en de totale weging van MKI in de EMVI en de uiteindelijke aanbesteding wordt geschat op ongeveer 5% (A4, O15). Het onderscheidend vermogen is dan uiteindelijk heel klein. Bij RWS is uitvragen op MKI sinds 2020 verplicht (O15) waar dat bijvoorbeeld bij waterschappen en medeoverheden nog niet standaard gebeurt (N1, O16). Hierdoor is er geen duidelijk signaal naar de markt waar de toekomst van MKI staat. Er lijkt wel consensus te zijn dat MKI een basis biedt met potentie, maar dat alleen sturen op MKI niet voldoende is (A4). Partijen benadrukken dat circulariteit meer behelst dan kan worden uitgedrukt in de MKI, in één cijfer. Daarnaast kan de *"MKI kan ook strijdig zijn met circulaire oplossingen. Een demontabel of robuuster ontwerp heeft in aanleg een hogere MKI, en levert pas in een latere fase een bijdrage aan klimaatdoelen"* (O17, O11). Duidelijkheid over MKI is daarmee noodzakelijk, maar ook een laatste middel om te sturen (O15). In de voorfase bij de keuzes over het ontwerp kan de meeste winst behaald worden.

Box 7: Voorbeeld citaten circulariteit in aanbestedingen

"Omdat in de GWW 'gunnen op waarde' gebruikelijk is – het omrekenen van kwaliteit naar een fictieve korting in euro's – is het belangrijk om voldoende fictieve korting te geven, zodat duurzaamheid (samen met andere kwaliteitsaspecten) onderscheidend kan zijn." (Copper8, 2020)

"Bijten ons stuk op risico's als het om constructief gaat, terwijl er gewoon aangetoond is dat het kan." (I3).

"MKI wordt vaker gebruikt [in aanbestedingen], al zegt dat niet per se iets over circulariteit. Maar de MKI-waarde hangt vast aan een product. De leverancier van die producten weet wat de MKI is, maar is niet verplicht om dat te delen. Vanuit de markt de MKI-waardes beschermd blijven. Dat materialen produceert en inkoop. Dat zorgt wel voor scheefheid." (I9)

Beperkte budgetten voor circulair aanbesteden

Verder is de manier waarop aanbestedingen binnen de GWW zijn ingericht gemoeid met beperkte budgetten, lage marges (A4, N1) en is er vaak een strakke planning waarbinnen projecten uitgevoerd moeten worden (F6). De budgetten die vrijgemaakt worden voor circulaire aanbestedingen lijken heel groot, maar wegen percentueel gezien niet op tegen de grote bedragen die in de GWW-standaard zijn. Om te investeren in circulaire oplossingen is initieel budget nodig om op de lange termijn winst te boeken. Verder is er voor circulaire oplossingen vaak meer tijd en mankracht nodig, omdat er intensievere vormen van samenwerking benodigd zijn, welke niet altijd beschikbaar zijn. Circulair ontwerpen wordt door aannemers en ingenieurs ervaren als tijdrovend, vanwege aspecten die te maken hebben met de beschikbaarheid en kwaliteit van materialen, zie Barrière 1. Echter, wordt hier ook kritiek geuit dat dit afhankelijk is van de perceptie en dat intensievere samenwerking ook de faalkans en kosten kan verkleinen, waardoor projecten beheersbaarder worden en op de lange termijn juist tijdswinst te behalen

is. Dit maakt dat de beschikbare financiële ruimte voor innovaties klein is, zeker als de risico's daarvan voornamelijk bij opdrachtgevers gelegd worden (N1).

Gebrek aan coördinatie en richting

Binnen aanbestedingsprocedures ontbreekt het aan concrete sturing op oplossingsrichtingen (F4b; F8). Gebrek aan een lange termijnvisie en continuïteit vanuit overheden maakt het voor marktpartijen moeilijk om te weten op welke technologie ze in moeten zetten, deze verder te ontwikkelen en op te schalen. Innovaties brengen investeringen met zich mee (F6) die marktpartijen willen terugverdienen, hiervoor is zekerheid nodig, zie Barrière 3. Er zijn verschillende manieren waarop opdrachtgevers bij de inkoop/aanbestedingen kunnen sturen op circulariteit, zoals met minimumeisen, randvoorwaarden, technisch of functioneel uitvragen en duurzaamheidscriteria (PIANOo, n.d.).

Box 8: Voorbeelden Barrière 2: aanbesteden op circulariteit

“Er zijn nog steeds projecten waarbij [duurzaamheid of circulariteit] niet wordt uitgevraagd of het wordt gewoon niet of slecht beloond. Dus bijvoorbeeld we willen wel een goede CO₂ prestatie in dit project, maar je hangt er geen waardering aan, dan wordt er toch de keuze gemaakt voor de laagste prijs. Dus ja, als je dan een duurzame oplossing hebt, die misschien ook iets duurder is, dan prijs jezelf uit de markt” (K2).

“In reguliere aanbestedingen is er meer budget nodig voor circulair – het is nou eenmaal duurder”. (W2)

“Als A het een doet, en B doet het ander. Je moet als marktpartij dan constant schakelen, wat het ingewikkeld maakt. De klokken moeten gelijkgezet worden. Gebrek aan continuïteit voor marktpartijen.” (I11)

Het implementeren van circulaire innovaties vergt een cultuuromslag

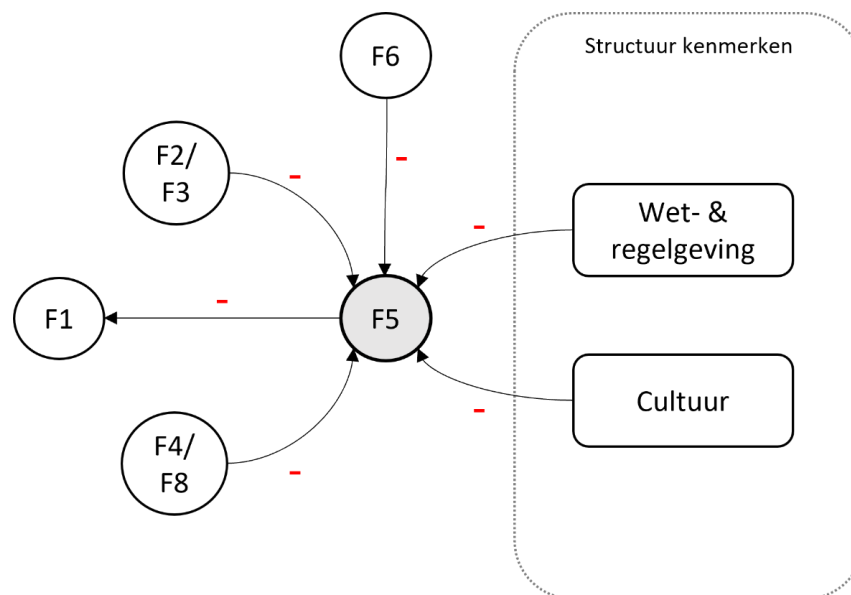
Het implementeren van circulaire innovaties vergt niet enkel een andere manier van aanbesteden of technologische ontwikkeling, maar ook een verandering in gehele (inkoop)processen binnen overheidsorganisaties. Het vergt een andere manier van denken, een cultuuromslag. Daarbij is het overtuigen van collega's over '*het circulaire verhaal*' (O12) vaak nog een belangrijk punt en zijn er meer mensen binnen organisaties nodig die met circulariteit bezig zijn. Maar verandering kost tijd en vergt inspanning. Het implementeren van circulaire oplossingen en het omgaan met de risico's die daarmee gepaard kunnen gaan, vergt nieuwe vormen van samenwerken en een andere manier van het verdelen van risico tussen opdrachtgever en -nemer. In verschillende projecten wordt geëxperimenteerd met innovatieve manieren van aanbesteden en contracteren, waaronder aanbesteden in twee-fasen, een portfolioaanpak (O17, O18), werken met onderhoudscontracten of gebruik maken van bouwteams (Copper8, 2020; A4). Ook is er een pilottraject geweest om 'As-a-service' contracten toe te passen bij verschillende soorten wegen, genaamd Infra-as-a-Service (Box 9). Binnen deze projecten wordt gekeken hoe deze manier van samenwerken kan worden ingericht om zo ruimte te bieden aan circulaire oplossingen (F2).

Box 9: Voorbeeld citaten cultuuromslag

“Wat nodig is, is een cultuuromslag; dat is de grootste drempel. Er zijn genoeg mensen die de kennis hebben, maar deze mensen kunnen niet de eerste stap zetten.” (I4)

“[Grootste belemmering] is een gebrek aan capaciteit, mensen hebben het zo druk. Alle organisaties zijn zo geoptimaliseerd. Men wil wel, maar het gaat gewoon niet. Men moet ook tijd hebben; dingen anders doen kost tijd” (I8)

“[Ambtenaren zijn] geneigd om te doen wat ze altijd hebben gedaan. Overheden blijven aan de veilige kant. Vooral als je dan onderbezet bent, dan is het wel ingewikkeld.” (I10)



Figuur 10: Visuele weergave Barrière 2: 'Aanbesteden op circulariteit'

7.1.3. Barrière 3: Onvoldoende opschaling van circulaire ontwikkelingen

Op pilot en demonstratie-niveau vinden experimenten plaats, maar opschaling ontbreekt

In de GWW wordt er op verschillende manieren geëxperimenteerd met pilots en demonstratieprojecten op alle eerder benoemde circulaire oplossingsrichtingen (F1). De opgezette pilots, experimenten en proeftuinen worden lovend gecommuniceerd in verschillende vakbladen en andere media (BouwCirculair, 2021). Echter, de opschaling en verdere ontwikkeling van pilots lijkt een probleem te zijn: “*Nederland is echt een ontzettend pilot land en daarna heb je de vallei des doods*” (K2). Innovaties vinden vaak plaats op kleine schaal, met een aantal icoonprojecten, waardoor het lijkt alsof er veel gebeurt, maar het nog lang niet altijd standaardpraktijk is. Daarnaast zijn er al veel innovaties die toegepast kunnen worden, maar dat gebeurt nog weinig en verloopt moeizaam (O15).

Meer experimentele ontwikkeling benodigd om transitie te versnellen

Uit zowel de interviews als de tweede workshop blijkt dat er binnen iedere oplossingsrichting meer (technologische) experimentele ontwikkeling benodigd is om de transitie te versnellen (E1, E2, I3, O3). Alhoewel dit niet de grootste belemmerende factor lijkt te zijn, is meer experimentatie en doorontwikkeling van bestaande experimenten benodigd om het TRL-niveau van innovaties op te schalen, en daarmee ook de betrouwbaarheid en zekerheid van innovaties aan te tonen (F7) (E1, E2, O3). Meer experimenten en daarmee vertrouwen leiden tot het opbouwen van nieuwe kennis over de eigenschappen en kwaliteiten van circulaire oplossingen (F2) en het wegnemen van onzekerheden, zoals beschreven in Barrière 1. Voor opschaling is het van belang dat ook grote bedrijven, waaronder asfaltcentrales en betonproducenten, meedoen (A3, I3, O16). Experimenten met asfalt vinden al wel plaats, maar grote betonproducenten lijken minder welwillend (O19). De betonsector wordt bestempeld als een meer conservatieve sector (O19) en aangezien zij opereren in een mondiale markt (I4) hebben zij minder belang bij een circulaire economie (A3).

Opschalen vereist langetermijnperspectief

Verder zorgt het gebrek aan langetermijnperspectief (F4) en afzetmarkt (F5) (zoals beschreven in Barrière 2) ervoor dat het extra moeilijk is om innovaties verder te ontwikkelen (N1). Er is weinig '*langjarig perspectief*' op een afzetmarkt omdat reguliere vraag uitblijft (O17, O18). Aannemers (A3, A5) geven aan dat ze steeds van project naar project gaan en innovaties moeilijk in een nieuw project kunnen implementeren, op een enkeling na. Hierdoor kunnen innovaties niet verder worden ontwikkeld, wat kan leiden tot frustratie en ook interne weerstand bij aannemers (F7) (A5). De onzekerheid en het gebrek aan continuïteit die dit met zich meebrengt voor aannemers zorgt voor stagnatie in het ontwikkelen en opschalen van innovaties. Marktpartijen hebben langetermijnperspectief nodig om te kunnen innoveren (Rijkswaterstaat, 2019).

Eigenschappen GWW (grote volumes, kleine marges en middelen gericht op pilots)

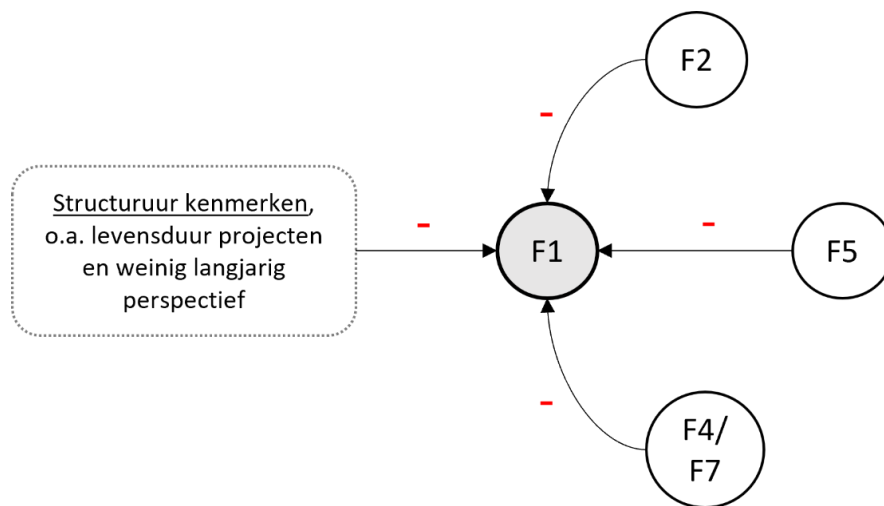
Zowel asfalt als beton wordt geproduceerd in grote volumes, wat zekerheid en continuïteit extra noodzakelijk maakt om ook de grote bedrijven in beweging te brengen (A6, I3, O16). Het innovatief vermogen van ondernemers wordt geremd aangezien er onvoldoende perspectief is op het terugverdienen van de benodigde investeringen (E1, O17). Ook het enthousiasme binnen de markt om te innoveren wordt ingedamd door gebrek aan commitment vanuit opdrachtgevers (E1). Vanwege de lage marges waar marktpartijen mee te maken hebben in de GWW (A3) is een goede business case (F6) noodzakelijk (A4). Momenteel lijken financiële middelen (F6) voornamelijk gericht op pilots en experimenten, maar structurele financiering en ruimte binnen aanbestedingsbudgetten lijkt te ontbreken. Over het algemeen is de huidige lineaire manier van werken veel goedkoper dan circulair werken of circulaire oplossingen (N1, O15). Echter zijn er ook geluiden dat het niet duurder hoeft te zijn (I3, O3) maar dat er op een andere manier gedacht en gewerkt dient te worden. Middels onder andere het betonakkoord (F8) lijken er nu wel afspraken gemaakt te worden over het duidelijker inzetten van circulaire initiatieven. Echter, blijven marktpartijen afhankelijk van de vraag van opdrachtgevers. Het verstrekken van subsidies zou kunnen, maar worden aangehaald als 'showcase uitlokkers', die weinig continuïteit bieden (O19).

Box 10: Voorbeelden Barrière 3: opschalen circulaire initiatieven

“Dat is nou denk ik precies het grootste obstakel waar wij tegen aanlopen, we doen heel graag mee met innovaties en een bouwproject, maar dan ben je dus maar bij een decimaal procent van een project betrokken, terwijl we eigenlijk al heel snel naar de volgende stap willen” (E3).

“Dat die innovaties wel eens misbruikt worden als een soort vijgenblad voor de standaard business en zolang je daar maar aandacht mee weet te trekken, verhuul je in feite dat je voor het grootste deel van de productie gewoon op de oude voet verder gaat.” (O19)

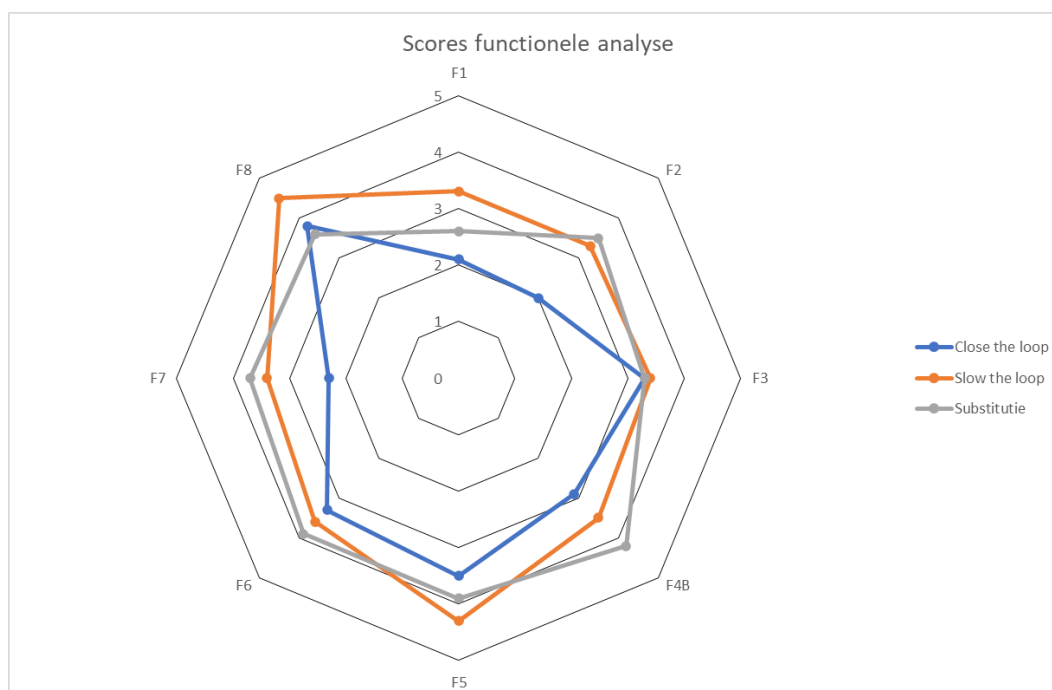
“Uit de analyse bleek dat een voorspelbare pijplijn op de lange termijn aan projecten een randvoorwaarde is om te innoveren. Vanwege beperkte zekerheid om investeringen over projecten heen terug te kunnen verdienen is het van belang dat er sprake is van geschikte repeterende opdrachten. Om innovatie te stimuleren dient daarom een lange termijnperspectief voor marktpartijen te worden ontwikkeld.” (Rijkswaterstaat, 2019, p. 38)



Figuur 11: Visuele weergave Barrière 1: 'Opschaling van circulaire projecten

7.2. Barrières per oplossingsrichting

Per oplossingsrichting zijn verschillende van de drie hierboven benoemde barrières te herkennen. In iedere oplossingsrichting zullen de belangrijkste aangehaald worden. Verder zijn ook de scores van hoe belemmerend iedere functie is in de transitie naar een circulaire economie van de geïnterviewden in Figuur 12 visueel weergegeven. Daarin valt gelijk op dat op bijna alle functies Close the loop het minst wordt belemmerd in de transitie naar CE. Voor Slow the loop en substitutie zijn de functies over het algemeen meer belemmerend.



Figuur 12: Meest belemmerende functies close the loop, slow the loop en substitutie – meest (5) en minst belemmerend (1)⁹ - ingevuld door deelnemers Workshop 2 en interviews

7.2.1. Close the loop

Laagwaardige toepassing van recyclaat vindt al decennialang plaats

Al sinds de jaren 80 wordt beton en asfalt gerecycled, waarbij beton- en asfaltgranulaat als toeslagstof in onder- en tussenlagen van wegen worden toegepast. De markt is hierop gericht en zo wordt het al jaren in bestekken uitgevraagd (B1, I4). Vandaar ook het algemene beeld dat de functies voor Close the loop als minst belemmerend ervaren worden, zie Figuur 12. Voor beton is deze toepassing als wegfundering laagwaardiger dan waar het primair voor ingezet was: 'beton verdwijnt in de wegfundering' (B1). De mix van materialen die onder een weg terecht komt, wordt door sommigen nog steeds als legitieme methode gezien. In het toepassen van betongranulaat in de wegfundering ziet men wel waarde, aangezien er minder asfalt benodigd is door de toepassing van het granulaat (O1), maar het is geen

⁹ Voor narrow the loop zijn geen specifieke scores gevraagd aan deelnemers, daarom ontbreken deze scores.

duurzame optie op de lange termijn, als andere sectoren waar het betongranulaat nu van afkomstig is ook circulair worden is de verwachting dat er minder granulaat beschikbaar zal zijn voor wegfundering (O14, O15).

Trend naar hoogwaardige toepassing van recycklaat

Tegenwoordig is er steeds meer aandacht voor experimenten en pilots gericht op horizontale of hoogwaardige recycling, waarbij asfalt terugkomt in asfalt en beton in beton, zoals via uitsplitsing van componenten (I3). Echter zijn de volumes hier nog erg laag en loopt alles via kleinschalige pilots. De grote spelers gaan nog niet mee (A3). Daarin spelen eigenlijk twee belemmeringen: 1) schaarste van secundaire materialen (F6) en 2) het gebrek aan sturing op hoogwaardige recycling (F5) en uitfasering op laagwaardige recycling (O12).

Experimenteren op kleine schaal

Er vinden wel experimenten (F1) met proefvakken plaats, waarin bijvoorbeeld steeds hogere percentages recycklaat toegepast worden in asfalt of technologieën waarin beton terug wordt gebracht naar onder andere zand en steen (SmartCrusher), maar daarin ontbreekt opschaling. Marktpartijen hebben een concrete vraag nodig (F5), anders gaan ze er niet op inzetten. Veel gaat nu alleen op projectbasis en er is weinig gestandaardiseerd in bestekken (A5). Daarnaast is er ook weerstand van grote partijen die hun systeem op de tot nu toe standaard manier van werken hebben ingericht (F7).

Secundair materiaal is duur en schaars, wat inzet ervan lastig maakt door de grote materiaalbehoefte

Secundaire materialen zijn over het algemeen momenteel nog duurder en schaarser dan primair¹⁰ (F6). In de GWW, waar een grote materiaalbehoefte is, is dit lastig. Daarnaast komt er te weinig materiaal vrij om de vraag in nieuwe bouwwerken op te vangen (I3). Ongeveer 65% van de vraag voor hoogwaardig materiaalhergebruik kan gedekt worden uit vrijkomende materialen van bestaande constructies (A5, O2; EIB & Metabolic, 2022). Daarnaast zijn veel secundaire materialen in de GWW afkomstig uit andere sectoren, zoals beton uit B&U of bitumen uit dakbedekkingen, dat toegepast wordt in wegen. Wanneer ook in deze sectoren hoogwaardig gerecycled wordt, zal er nog minder secundair materiaal beschikbaar zijn voor de GWW om te voldoen aan de vraag. Potentieel van wegen is genoeg, maar inzameling en scheiding moeten geoptimaliseerd worden (A2).

Weinig mark formerende activiteiten voor hoogwaardige recycling

Daarnaast wordt er volgens aannemers en ingenieurs nog te weinig gestuurd op markt formerende activiteiten die gericht inzetten op hoogwaardige recycling (F5). Incidenteel wordt er in het bestek uitgevraagd naar de toepassing van vrijkomende materialen uit het oude tracé bij projecten. Echter, zoals ook uit het algemene beeld blijkt, gebeurt dat ook voor hoogwaardige recycling toepassingen nog niet grootschalig. Daarnaast is wet- en regelgeving in sommige gevallen belemmerend voor de toepassing van hogere percentages recycklaat in bijvoorbeeld SMA-deklagen (Standaard RAW Bepalingen, 2020), wat tot vertraging bij pilots en opschaling van innovaties leidt. Ten slotte kan via gunningscriteria, zoals de MKI in aanbestedingen, gestuurd worden op meer hoogwaardige recycling, maar uit studies blijkt dat

¹⁰ Dat kan wel veranderen met de stijgende grondstofprijzen (A4).

het gebruik van secundaire materialen minder tot uitdrukking komt in de totale MKI en komt het verschil tussen hoog- en laagwaardige recycling niet tot uiting (Nationale Milieudatabase, 2022). Daarmee wordt er niet gestimuleerd op het inzetten van secundaire materialen op een hoogwaardige manier.

Gebrek aan kennis voor hoogwaardig recyclen

Opdrachtgevers (overheden) wijzen naar een gebrek aan kennis (F2) op hoogwaardige recycling en de levensduur van recycelaat en het delen van de kennis die er is (F3). Specifiek op MKI heerst er bij medeoverheden die niet weten hoe ze moeten uitvragen ook een bepaalde onzekerheid over hoe ze dat het beste kunnen doen op een juridisch correcte manier (I4). Er heerst een bepaalde mate van koudwatervrees waardoor opdrachtgevers er nog niet vol op in durven te zetten (F7).

7.2.2. Slow the loop

Hergebruik van onderdelen van en gehele constructies essentieel, maar complex en radicaal

Slow the loop bevindt zich in een vroeger ontwikkelingsstadium dan close the loop. Het handhaven van bestaande assets (levensduurverlenging) of hergebruik op constructie- en onderdeelniveau wordt gezien als essentieel (F7) voor een circulaire GWW (Cirkelstad, 2021c), maar het is een complexe opgave (A3, B1, O7) en vergt een radicale verandering (A3). Het vereist een nieuwe manier van denken, ontwerpen, (samen)werken, slopen, en certificeren - dus een aanpassing van het regime (F9) - waardoor er verschillende belemmeringen worden ervaren voor hergebruik binnen de GWW. Huidige belemmeringen zijn met name gemoeid met een gebrek aan kennis (F2; Barrière 1) over 1) de kwaliteit van de materialen die nu vrij komen, 2) markt van vraag en aanbod hergebruikte materialen en 3) huidige ontwerpen ten behoeve van de herbruikbaarheid in de toekomst. Dit beïnvloedt hoe men nu naar hergebruik kijkt en het toekomstperspectief van deze oplossingsrichting.

1. Ontbreken van kennis om de kwaliteit en resterende (technische) levensduur te beoordelen en borgen

Kennisontwikkeling over de methodes om de kwaliteit en resterende (technische) levensduur van onderdelen of constructies te beoordelen (F2) staan nog in de kinderschoenen (A3) en wordt ook als belemmerend gezien door deelnemers van Workshop 2. Onbekendheid van risico's en een gebrek aan methoden (Barrière 1) lijken extra belemmerend voor hergebruik en leiden tot terughoudendheid, vanwege de hoge veiligheidseisen die voor objecten in de GWW gelden (O14). Er is geen garantie dat de levensduur en kwaliteit van hergebruikte materialen hetzelfde zijn als van nieuwe materialen (O15). Daarom is er meer onderzoek (F2) nodig om 1) de levensduur van hergebruikte objectonderdelen te bepalen, 2) hoe circulair te slopen en 3) ontwerpen met onderdelen die nu vrijkomen. Momenteel worden er nieuwe methodes ontwikkeld en getest (F1) om de herbruikbaarheid van objectonderdelen te testen zoals de herbruikbaarheidsscan voor bestaande objectonderdelen (Nebest, n.d.) en de rekenrichtlijnen om de herbruikbaarheid van prefab liggers te toetsen (Royal HaskoningDHV, 2021), omdat kennis nog ontbreekt die bepaalt welk onderdeel goed is en welk niet (O7). Echter, zijn marktpartijen hierin nog afwachtend op duidelijkheid vanuit opdrachtgevers om continuïteit te garanderen (Barrière 3; F4B). Het materialenpaspoort, waarin specificaties over de materialen van objecten worden gegeven (Cirkelstad, 2021d), is een middel om hergebruik (en recycling) in de toekomst te bevorderen en wordt essentieel bevonden (F7) om hergebruik in de toekomst te faciliteren (Copper8, 2020; I4).

Daarnaast is voor hergebruik circulair slopen nodig om onderdelen te 'oogsten' of 'los te peuteren' uit constructies die daar misschien niet op ontworpen zijn. Dit blijkt een lastige opgave (O2) die veel meer tijd kost maar wel belangrijk is (F6; A5 O2, O15). Vanuit SloopCirculair zijn er eisen opgesteld (F5) ten behoeve van circulair slopen (SloopCirculair, n.d.). Ten slotte, is er kennis benodigd om de onderdelen die vrijkomen in te passen in het ontwerp van nieuwe assets. Daarin moet ook nog een grote slag geslagen worden (A5, O2).

Voor hergebruik is het belangrijk dat er certificering eisen opgesteld wordt (F5), om zo de kwaliteit en levensduur te kunnen borgen, maar ontbreekt. Het ontbreken van een CE-markering voor secundaire bouwproducten belemmert de toepassing ervan (RVO, 2011). De nadruk op constructieve veiligheid in de GWW en de bijbehorende prestatie-eisen en technische standaarden (F5), zie sectie 5.2., belemmeren hergebruik. Certificering van deze methoden lijkt wel essentieel om de transitie te versnellen (F7). Daarnaast, zal er ook onderzocht moeten worden of normering aangepast kan worden om zo hergebruik te bevorderen (I3).

2. Vraag en aanbod secundaire materialen onbekend en moet bij elkaar gebracht worden

Om vrijkomende materialen te gebruiken in nieuwe objecten, moet men weten wat, wanneer en waar er onderdelen vrijkomen. Hier is een gebrek aan kennis en data over het bestaande areaal en de staat ervan, zie Barrière 1 en Hoofdstuk 4. Om aanbod en vraag bij elkaar te brengen is de GWW gebaad bij bouw hubs of marktplaatsen waar letterlijk en figuurlijk de ruimte is om secundair materiaal op te slaan, aan te bieden en aan te schaffen (Cirkelstad, 2021a; Workshop 2). Problemen omtrent tijd en timing kunnen daarmee ondervangen worden, al denkt men wel dat het nodig is om *"potentiële afnemers aan de hand te nemen om het daadwerkelijk toepassen ook tot een goed einde te brengen"* (O17). Men ziet vooral baadt bij de digitale variant; de fysieke hub zal de grootste uitdaging worden, zeker wanneer gehele constructies opgeslagen moeten worden (O15). Opslag zou daarom zoveel mogelijk geminimaliseerd moeten worden. Een institutioneel aspect dat hier een grote rol in speelt is dat de materialen die vrijkomen momenteel vervallen aan de aannemer en ook nog weinig tot geen waarde hebben (O2).

Er zijn momenteel enkele initiatieven voor het oprichten van marktplaatsen, waaronder de Bruggenbank, maar worden er ook vanuit provincies en gemeenten bouw hubs opgezet, zoals de provincie Zuid-Holland en de Gemeente Almere (Grondstoffen Collectief Almere). Om schaal te creëren lijkt het echter wel belangrijk dat de verschillende initiatieven aan elkaar worden gelinkt, waarvoor coördinatie nodig is (F8). Dit kan bijvoorbeeld regionaal: vanuit Circulair Friesland worden gemeenten samengebracht, waar al een kaart voor is gerealiseerd (Fryslan, n.d.). Binnen dergelijke projecten is men afhankelijk van de capaciteit (F6) die beschikbaar gesteld wordt of kan worden.

Box 11: Voorbeeld citaten grondstoffenmarktplaats

"Als je voor hergebruik wilt gaan, moet je weten wat er vrijkomt. Als je er vooraf rekening mee houdt, kun je daarop de projecten inrichten. Financieel hoeft dit niet altijd verschil te maken" (I3).

"Wat voor [de aannemerij] heel belangrijk is [voor een marktplaats], is dat er volume in zit. En dat er regie op zit. En dat er ook gewoon duidelijkheid is over de kwaliteit. Dus dat je ook gewoon niet zomaar

je spullen daar kan dumpen, maar dat er ook wel kwaliteitseisen aan zitten, van: wat voor materialen mag je daar dan in brengen?" (B3)

"Een andere belangrijke uitkomst uit dit onderzoek is dat een digitale marktplaats minstens net zo belangrijk is als een fysieke opslag. Een digitale marktplaats brengt vraag en aanbod samen. ... Vraag en aanbod sluiten echter niet altijd op het juiste moment op elkaar aan. Er is daarom zeker behoefte aan een fysieke hub" (Anteagroup, 2020).

3. Ontwerpen voor hergebruik in de toekomst; losmaakbaarheid en standaardisatie belangrijk

Naast het gebruiken van secundaire onderdelen, dienen objecten ook ontworpen te worden zodat ze in de toekomst hergebruikt kunnen worden. Modulair en demontabel bouwen zijn daarbij cruciaal (F7) (A5; Cirkelstad, 2021a). Daarin zijn ontwerpen ten behoeve van de losmaakbaarheid van belang (PIANOo, 2019). Voor de B&U is er reeds een Losmaakbaarheidsindex ontwikkeld als meetmethodiek, maar voor de GWW bestaat dit nog niet (DGBC, 2019). Daarnaast is standaardisatie van onderdelen belangrijk voor hergebruik (O1). Echter, bevat de GWW veel unieke objecten, waardoor hergebruik belemmerd wordt. Wanneer op grotere schaal prefabricage, standaardisatie en aanpasbaar bouwen wordt toegepast, bevordert dit het potentieel hergebruik in de sector. Richtlijnen en onderzoeken, zoals het concept Industrieel, Flexibel en Demontabel bouwen (uitleg in Appendix IV) helpen hierbij en worden door partijen zoals NEN, CROW en geïnterviewden (O15, O17) gezien als relevante stappen om de vervangings- en renovatieopgave in Nederland te bevorderen (F7).

Andere denkwijze nodig voor hergebruik

Mede door het gebrek aan kennis (F2), experimentele ontwikkeling (F1), ervaring en standaarden (F5), vergt hergebruik veel meer tijd (F6; A6, I3, I4, O3, O17). Er moet nog een hele slag gemaakt worden in het ontwerpen met onderdelen die vrijkomen (O2; A5); dit vergt een andere manier van denken, een 'cultuuromslag' (I4). Het ontwerpen met gebruikte onderdelen moet 'sexy' gemaakt worden (O2, O17) en weerstand vanuit assetmanagers, ingenieurs en architecten die vinden dat ze 'met troep van vroeger moeten werken' (O12) zal overkomen moeten worden (F7). Daarvoor is het nodig dat er voldoende tijd en middelen beschikbaar zijn om hergebruik goed op te zetten. Het vroegtijdig betrekken van marktpartijen in de projectfase kan daarbij helpen. Verder zien aannemers ook waarde in functioneel uitvragen (A5, A6, I3) om stimulans van vrijgekomen onderdelen te stimuleren, ook wel "design by opportunity" genoemd (N1). Ten slotte, zijn samenwerkingen cruciaal om deze circulaire strategie te volgen.

Box 12: Voorbeeld citaten slow the loop

"Recycling doen we al heel lang, dat is makkelijker. Maar als je een deel of een hele brug wat doe je er dan mee? Het is nog heel weinig gedaan, er moet nog veel ontwikkeld worden, veel R&D benodigd. Kennisontwikkeling is nog maar het begin. Recycling is meer incrementeel en hergebruik radicaal." (A3)

"[Belemmerend is] het beoordelen van de toestand. Dat begint bij oorspronkelijke gegevens [die vaak ontbreken] en daaraan gekoppeld discussie over kwaliteit en aansprakelijkheid." (O14)

"We moeten een slag maken in ontwerpen. Ontwerpen met iets wat je krijgt en wat niet optimaal is. Dit moet ook 'sexy' worden. Inpassen en rekening houden met wat je krijgt" (O2)

7.2.3. Narrow the loop

Impact van Narrow the loop toenemend, maar wordt belemmerd door onzekerheden, slecht inzicht in areaal en gescheiden budgetten voor aanleg en onderhoud

Vanuit respondenten ontstaat het beeld dat de grootste impact gemaakt kan worden met Narrow the loop, wat in de GWW neerkomt op preventie en daarmee iets niet bouwen, maar in plaats daarvan inzetten op beheer en onderhoud (I4, O2, O11, O16, O27). *“De eerste stap van circulariteit is iets niet doen, daar ligt het grootste voordeel”* (O16). Hier wordt wel meer aandacht aan besteed dan een paar jaar geleden (O3, O27). Echter, ontvangt deze oplossingsrichting, zoals beschreven in Sectie 6.3.4., tot nu toe nog weinig aandacht (F4B). De meningen lopen uiteen (F7) of iets niet doen of minder doen “niet sexy” is (I8), of juist wel (O3; Morris, 2021). De beslissing om een project wel of niet uit te laten voeren wordt vanuit overheden wel meegenomen (O15), maar daarbij is samenwerking met de markt ook noodzakelijk (N1). Uiteindelijk krijgen marktpartijen meer betaald, als ze meer opdrachten realiseren (I4).

Verder spelen financiën en budgetten ook een rol. Aan de ene kant wordt het vanuit financieel oogpunt geprefereerd om niets aan asset management te doen (F6; O2, O12, O22, O24), wat aandacht voor deze oplossingsrichting doet toenemen, maar ook leidt tot uitstel van onderhoud. Aan de andere kant zijn budgetten voor aanleg en onderhoud maar amper gekoppeld (O27). Hierdoor kan winst bij beheer en onderhoud slecht vertaald worden naar de hogere benodigde investering in de aanleg en loopt men er tegenaan dat het lastig is om voldoende budget over te houden voor onderhoud (F9). Mogelijkheden die circulariteit in de toekomst ten goede komen worden door die scheiding van budgetten uitgesloten (I9, O21, O27). Daarnaast zorgt het gebrekkige inzicht in de staat van het huidige areaal (F2; Barrière 1) ervoor dat het lastig is om tijdig onderhoud uit te voeren.

Narrow the loop vergt een andere manier van denken, waarbij al in de aanleg van projecten rekening gehouden moet worden. Het is niet alleen iets niet doen, maar ook een radicale verandering doorvoeren, zoals het uitbreiden van openbaar vervoer of reduceren van snelheidslimieten, om verbreding van een weg te voorkomen (A5, I8). Het lijkt erop dat deze problemen aandacht van hogere politieke machten vereisen, aangezien verschillende maatschappelijke problemen samenkomen, en aanleg en onderhoud gekoppeld moeten worden om levenscycluskeuzes te maken (I8).

Box 13: Voorbeeld citaten Narrow the loop

“Wat mij betreft ligt de focus op dit moment nog te veel op de projecten. Is er minder in de projecten het verschil te maken. En wat je ziet is (...) dat het accent lag op bouwen en nieuwe aanleg. Dat toch de focus nu steeds meer aan het verschuiven is naar vervanging en renovatie. En dat betekent dus ook dat het beheer veel meer sturend aan het worden is in het uitvoeren van maatregelen, dan dat vanuit het verleden dat nieuwbouwprojecten waren.” (O27)

7.2.4. Substitutie

Substitutie nog onderbelicht in de GWW, maar lijkt noodzakelijk voor 100% circulariteit

Substitutie ontvangt minder aandacht dan de oplossingsroutes van close en slow the loop (F7). Substitutie krijgt geen prominente plek binnen agenda's en akkoorden (F8) en het ontbreekt aan concrete doelstellingen die erop sturen (F4B), terwijl geïnterviewden benadrukken dat dit wel degelijk zou helpen

om substitutie van de grond te krijgen binnen de GWW (E3, O3). Zeker als ook uit de materiaalstromen analyse blijkt dat er niet genoeg secundaire grondstoffen zijn om te voldoen aan de vraag binnen de GWW (EIB & Metabolic, 2022). Hierdoor lijkt het toepassen van alternatieve (hernieuwbare) grondstoffen noodzakelijk (Rijkswaterstaat, 2022).

Twijfels over substitutie als oplossingsrichting zorgen voor gebrek aan legitimiteit

Substitutie van materialen in de GWW vindt plaats op twee manieren: door hout of bio-based substituten (zoals lignine of biocomposiet) die (onderdelen van) beton, asfalt en staal vervangen. Daarmee concurreren deze substituten met materialen waar opdrachtgevers, ingenieurs en aannemers veel bekender mee zijn en een grote lobby genieten (F7). Over alle substituten bestaan twijfels en kampt men met een gebrek aan legitimiteit (F7). De redenen lopen wel uiteen per materiaalsoort (hout, biocomposiet, lignine en geopolymeerbeton). Allereerst heeft hout een lagere milieu-impact en is een hernieuwbare grondstof (O3), maar wordt vaak nog gezien als een risicovol materiaal, waarbij kwaliteitsverlies optreedt, het snel brandt en meer onderhoud nodig is (Van Elburg, 2020). Daarnaast leidt het kappen van bomen leidt tot biodiversiteitsverlies en tot imagooverlies van hout (F7). Ten tweede zijn er twijfels over biocomposiet, aangezien de herbruikbaarheid en recyclebaarheid van materiaal niet optimaal zijn (I4, O15). Biocomposiet wordt vermengd met ander materiaal, hierdoor is de MKI bij aanleg lager, maar kan het op de lange termijn voor problemen zorgen (O15). Ten derde, wordt lignine gezien als een gedeeltelijke (50%) vervanger voor bitumen, wat zorgt voor een grote reductie in CO₂-uitstoot. Echter, twijfelt men hier aan de beschikbaarheid van lignine, de hoge prijs en dat lignine niet voor 100% bitumen kan vervangen (PIANOo, 2020). Ten slotte, geopolymeerbeton, waarbij cement als bindmiddel, wat een grote CO₂-uitstoot heeft in beton, vervangen wordt door hernieuwbare anorganische bindmiddelen, is er discussie in hoeverre geopolymeer bijdraagt aan doelen voor vermindering van primaire grondstoffen (F4A; O3). Daarnaast zijn er zorgen dat de logistiek en technieken nog niet bestaan voor inzameling en recycling (Betonhuis, 2018; O15). Echter, wordt hierbij ook benadrukt dat wanneer er grootschalig op ingezet wordt en commitment vanuit opdrachtgevers is, het wel kan (F4B; B1). De genoemde twijfels leiden tot terughoudend bij opdrachtgevers om nieuwe samenstellingen of materialen grootschalig te gebruiken op de lange termijn (I4). Beschadigde betrouwbaarheid door gefaalde testen leiden tot gebrek aan vertrouwen.

Tegelijkertijd worden substituten op verschillende manieren gestimuleerd. Met name experimenteren door ondernemers (F1) vindt bij ieder van de substituten plaats: hout (gangbare houten bruggen, wandel- en fietsbruggen), biocomposiet (biocomposiete bruggen; Circulair Friesland, 2019; K2, O19), lignine (CHAPLIN XL, 2022) en geopolymeerbeton (Proeftuin Geopolymeren; TNO, 2021) en is gericht op een versnelling in de acceptatie (F7) en marktintroductie (F5) van deze producten. Daarnaast zorgt enthousiasme over de substituten vanuit organisaties of netwerken met aanzien voor meer legitimiteit (F7), zoals het Betonakkoord welke geopolymeerbeton als oplossing met potentieel ziet, of Centrum Hout, welke een actieplan Hout in de GWW (2016) heeft opgesteld om hout in de GWW te stimuleren.

Box 14: Voorbeeld citaten twijfels substituten

“Bij biocomposiet en geopolymeerbeton is recycling nog wel een aandachtspunt. Wanneer vezels vermengd worden met beton is recycling tot grondstofniveau vrijwel onmogelijk, wat uiteindelijk dus wel weer tot een probleem leidt. De MKI in aanleg is lager, maar op termijn ongunstig” (O15).

“Houten constructies zie je weinig in de grond-, wegen- en waterbouw. (...) Hout als bouw materiaal komt echter meer in beeld (...) in de toekomst onvoldoende ander materiaal vrijkomt om aan de vraag naar circulaire bouwstoffen te voldoen, blijkt uit een analyse van EIB. Bouwen met bio-based materialen verdient daarom meer aandacht, en hout biedt daarbij veel kansen.” (Circulaire Bouweconomie, 2020)

Kennisontwikkeling, -deling en -borging nodig om substitutie te bevorderen

Echter is er voor alle substituten meer onderzoek en kennis benodigd (F2), die breed gedeeld en geborgd wordt (F3), om vertrouwen en legitimiteit te creëren (F7). Daarmee lijkt Barrière 1 hier de grootste barrière tot opschaling van deze oplossingsrichting. Voor zowel hout (E1, K2, O3) als voor bio-based substituten (E1, E2) blijkt er meer kennis benodigd te zijn over technische vraagstukken, waaronder kwaliteit, levensduur en onderhoud van constructies met substituten, maar ook over procesmatig waar richtlijnen voor substituten aan moeten voldoen (O3). Voor beiden zorgen het ontbreken van methodes om lange termijnprestaties te meten en borgen voor gebrekkige opschaling.

Daarnaast wordt de kennis die al ontwikkeld is slecht geborgd en opgenomen. Kennis over de voordelen van hout en ‘houtbouwmythes’ (Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions, 2021) zijn er al, maar blijken niet genoeg om tegenstanders te overtuigen. Uit dit onderzoek blijkt het wanneer belang wordt gehecht aan duurzaam beheerde bossen met wetgeving en richtlijnen hierover, bij voorkeur uit Europa, niet voor ontbossing zorgen. Betere borging en toepassing van kennis binnen organisaties lijkt ook noodzakelijk (E1, K2, O3). Eind jaren 90 waren er al programma's om meer hout toe te passen in pilots, welke voldeden aan alle functionele eisen, maar mede doordat Rijkswaterstaat geen draagvlak (F7) kon creëren, zijn ze nooit toegepast op grote schaal (TwynstraGudde, 2019). Meer onderzoek (F2) naar, maar ook samenwerking om specifieke (bestaande) kennis te delen (F3) over duurzaamheid van hout, bio-based substituten en geopolymeerbeton en het toepassen ervan is essentieel om vertrouwen te creëren (F7) (Van Elburg, 2020).

Box 15: Voorbeeld citaten kwaliteit en levensduur bio-based substituten

“Onbekendheid is, denk ik, toch één van de grootste belemmeringen in algemene zin. En dan als tweede - die heeft meteen met de onbekendheid te maken - twijfels over levensduur en sowieso gewoon of het een oplossing kan zijn.” (K2).

Marktpartijen merken op dat er bij RWS makkelijk middelen vrij komen voor pilotprojecten gericht op circulaire of bio-based toepassingen, maar tijdig voldoende draagvlak creëren binnen Rijkswaterstaat om op grote schaal houten innovaties op te schalen destijds is mislukt. Het bleek daarom moeilijk om middelen vrij te krijgen om houten innovaties op grote schaal te implementeren. Marktpartijen geven aan veel geïnvesteerd te hebben in ontwerp en testen in pilotprojecten, maar deze investeringen niet hebben kunnen terugverdienen omdat er niet op grote schaal geïmplementeerd kon worden. Dit lag overigens niet altijd aan gebrek aan financiële middelen, ook gebrek aan politieke wil en normering/technische eisen voor hout.” (TwynstraGudde, 2019, p. 24)

Voordelen van bio-based substituten en hout komen niet tot hun recht in aanbesteding (MKI)

Voor zowel hout als bio-based substituten komen de voordelen zoals lagere CO₂-emissies nog niet voldoende tot hun recht in aanbestedingen (Barrière 2; F5). Voor hout zal er specifiek op gestuurd en uitgevraagd dienen te worden binnen aanbestedingen (O3). Echter kunnen aanbestedingsregels hier belemmerend zijn: opdrachtgevers kunnen vanwege gevaar op concurrentiebevordering niet alleen op houten constructies uitvragen (F9). Biobased substituten komen aan de andere kant nog niet tot hun recht bij MKI-berekeningen. *“In de bepalingmethode van de MKI-berekening kan de opslag van CO₂ in de bio-based grondstoffen (nog) niet verrekend worden in Life Cycle Analysis (LCA).”* (PIANOo, 2020, p. 6) Middels een Life Cycle Cost Analyse (LCC; optelsom van LCA en MKBA) komen bio-based grondstoffen beter tot hun recht en overheidsorganisaties zouden deze moeten laten meewegen in aanbestedingen/inkoop (F5).

7.2.5. Interactie tussen de oplossingsrichtingen

Wanneer we de oplossingsrichtingen naast elkaar bekijken, kan onderscheiden worden op welke manier ze met elkaar interacteren: in concurrentie, neutraal of in symbiose.

Nadruk op het dominante Close the loop kan stagnatie in andere circulaire strategieën veroorzaken

Ondanks de wil om hoger op de R-ladder te komen, is recycling tot op heden de voornaamste oplossingsrichting waar binnen de GWW op ingezet wordt. Een focus op recycling kan ervoor zorgen dat men tevreden is met de mate van circulariteit in de sector. Zeker als men weet dat in 2019 98% van alle vrijkomende materialen uit de GWW-sector al opnieuw worden gebruikt, waarvan het grootste gedeelte recyclinggranulaat is. Dit kan ertoe leiden dat andere circulaire strategieën die hoger op de R-ladder staan stagneren en er minder aandacht naartoe gaat (B1, N1).

Close the loop en Slow the loop concurreren op beschikbaar secundair materiaal

Wanneer men vanuit het bestaande areaal circulair wil opereren zijn de objecten (of onderdelen ervan) maar op één manier te verwerken. Ofwel via materiaalrecycling ofwel via materiaalhergebruik. Daarmee zijn deze twee oplossingsrichtingen direct in concurrentie met elkaar. Vanuit het principe van waarde behoud verliest het bouwwerk of element een deel van zijn functionele waarde wanneer er gerecycled wordt, ten opzichte van het intact laten en hergebruiken van een bouwwerk of element.

Close the loop en Substitutie gaan niet altijd goed samen

Wanneer ingezet wordt op een substituuat voor primaire, niet hernieuwbare grondstoffen, zoals bio-based alternatieven of houten constructies, dan dient men rekening te houden met de 'end-of-life' van deze materialen. Met nieuwe materialen zoals biocomposieten of geopolymeerbeton zijn er twijfels over de herbruikbaarheid en recyclebaarheid aan het eind van de levenscyclus (I4, O15), waardoor deze twee oplossingsrichtingen nog niet ideaal met elkaar samenwerken. Daarnaast speelt hier ook het aspect dat een inzet van secundair materiaal het gebruik van alternatieven uitsluit. Dit vereist een prioritering van circulaire strategieën.

Slow the loop en Narrow the loop werken goed samen

Door het verlengen van de levensduur (slow the loop) van een kunstwerk of weg door bijvoorbeeld renovatie, voorkomt dit het vroegtijdig vervangen, (gedeeltelijk) slopen en opnieuw aanleggen van het object. Deze twee oplossingsrichtingen gaan hand-in-hand en overlappen gedeeltelijk. Daarentegen gaat narrow the loop ook over het aanleggen van een object met minder materiaal. Dit kan er juist weer voor zorgen dat de levensduur van een object verkort wordt of er meer onderhoud nodig is. De wederzijdse afhankelijkheid wordt hiermee duidelijk evenals het belang van een goede afweging en sturing.

8. Conclusie en advies

Structurele analyse

Publieke opdrachtgevers hebben vanuit hun rol als eigenaar en beheerder van infrastructurele objecten in de GWW een belangrijke rol met veel invloed op de richting van de transitie naar een circulaire economie. Via aanbesteding en inkoop van aanleg- en onderhoudsprojecten definiëren zij immers de projectkaders en specificaties waarmee ze de markt kunnen stimuleren om met meer circulaire oplossingen te komen. Opdrachtnemers zijn in die zin afhankelijk van de vraag van (publieke) opdrachtgevers. Via verschillende netwerken, zoals het transitieteam, Platform CB'23 en Duurzaam GWW, hebben (onder)aannemers, ingenieursbureaus, leveranciers, recyclers, slopers en kennisinstellingen een (indirecte) invloed op de richting van de transitie, maar daarin zijn ze steeds wel afhankelijk wat er gevraagd wordt in aanbestedingen. Opdrachtgevers zullen hun unieke rol hierin dus duidelijk moeten pakken.

Tussen de verschillende publieke opdrachtgevers (centrale overheid en medeoverheden) zijn er grote verschillen in de mate waarin ze sturen op circulaire oplossingen. Over het algemeen zijn medeoverheden terughoudender in het meenemen van circulariteit in hun aanbestedingen, maar beschikken met name gemeentes over grote materiaalvoorraden en het GWW-areaal, en besteden ze veel van de GWW-projecten aan. Als gemeentes achterblijven komt dat de transitie niet ten goede. Hiermee is er dus een grote kans voor medeoverheden om (collectief) nadrukkelijker circulair uit te vragen. Hier is echter wel een goede coördinatie voor nodig, vanwege de diversiteit van alle medeoverheden.

In de traditionele manier van aanbesteden worden marktpartijen pas laat betrokken, wat het lastig maakt om nog innovatieve, circulaire technologieën in te brengen en de ontwerpvrijheden van uitvoerders beperkt. Vanwege de lange levensduur, veiligheid en zekerheid die objecten in de GWW moeten garanderen kunnen publieke opdrachtgevers terughoudend zijn in het toepassen van nieuwe technologieën. Voor circulariteit in aanbestedingen zijn er wel opties: 1) gunningscriteria gericht op circulariteit en 2) door het stellen van eisen binnen aanbestedingen, zoals ten aanzien van de maximale MKI-waarde of een minimum recycling percentage. Echter worden gunningscriteria nog niet structureel op alle overheidsniveaus meegenomen of hebben ze niet voldoende gewicht waardoor opdrachtnemers zich er niet voldoende mee kunnen onderscheiden. Circulariteit meer mee laten wegen in aanbestedingen en samenwerkingsvormen aangaan waarbij aannemers eerder betrokken worden in het proces kan hier een verschil maken. Daarnaast is een toekomstperspectief nodig waarin veranderende eisen op langere termijn gecommuniceerd en gepubliceerd worden.

Probleem-oplossingen diagnose

Circulariteit staat binnen zowel publieke als private organisaties steeds hoger op de agenda. 'Circulaire economie is een manier van denken die ten grondslag moet liggen aan alle uitdagingen, zoals de energietransitie, klimaatadaptatie en natuur-inclusiviteit'. Maar over wat circulariteit inhoudt en waarom de sector precies circulair moet worden, lopen percepties nog uit elkaar. Klimaatverandering en CO₂-emissies worden wel als dominante maatschappelijke problemen aangedragen waar circulariteit een oplossing voor kan bieden. Op CO₂-reductie zijn er verschillende ambities uitgesproken, zoals vanuit het Betonakkoord, welke goed meetbaar zijn, wat het ook makkelijker maakt om op deze problematiek te

sturen ten opzichte van directe sturing op circulariteit. Voor andere maatschappelijke problemen (vervuiling, biodiversiteitsverlies en leveringsrisico's) lopen de percepties uiteen hoe deze individuele problemen een rol spelen in de transitie naar een circulaire economie en hoe verschillende oplossingsrichtingen een bijdrage kunnen leveren aan deze problemen en is er nog geen convergentie. Hier dient dus een coherent beeld over ontwikkeld te worden.

Vanuit beleid wordt nog te weinig gestuurd op een eenduidig beeld over hoe de circulaire doelen, zoals 50% reductie van primaire grondstoffen, vervuld moet worden en welke specifieke oplossingsrichtingen daaraan in welke mate bijdragen. Er is niet één oplossingsrichting die het probleem kan aanpakken, maar van de vier mogelijke circulaire strategieën in de GWW ligt vooralsnog de meeste nadruk op het recycleren van materialen, omdat de sector hier al decennialang ervaring mee heeft en er een grote gevestigde orde is. Men ziet wel in dat een focus op alleen deze strategie niet toereikend gaat zijn voor het verwezenlijken van een circulaire economie en het aanpakken van het probleem rondom klimaatverandering. Er is potentie voor de andere strategieën zoals meer hergebruik van materialen en substitutie van grondstoffen met hernieuwbare materialen, maar dan zal hier ook concreter en duidelijker op gestuurd moeten worden met een duidelijk langetermijnperspectief (F4B, F5).

Generieke barrières

Binnen het innovatiesysteem van de GWW zijn drie barrières kenmerkend, welke de transitie naar een circulaire economie belemmeren, namelijk: 1) onvoldoende kennisontwikkeling (-F2), deling en borging (-F3), wat deels door gebrekkige legitimiteit (-F7) komt, 2) circulariteit nog maar marginaal meegenomen in het hele proces van projecten (-F5), van de planfase, naar aanbesteding tot beheer en onderhoud, 3) circulaire oplossingen blijven hangen in pilotfase (F1) en schalen nog onvoldoende door gebrek aan continuïteit en commitment.

Het gebrek aan kennis (-F2) binnen de GWW is te onderscheiden op een aantal essentiële vlakken: kennis ten behoeve van de 1) operationalisatie (definitie en meetbaarheid) van circulariteit, 2) materiaalvoorraden en areaal en 3) technische specificaties over de risico's en levensduur van circulaire oplossingen. Daarbij wordt de kennis die beschikbaar is niet altijd goed gedeeld binnen en tussen organisaties of wordt de kennis niet geborgd waardoor circulair potentieel blijft liggen. Het gebrek aan kennis en het delen en borgen ervan resulteert in een gebrek aan legitimiteit voor circulariteit en circulaire oplossingen. Een goed gecoördineerde plek waar circulaire kennis gedeeld en geborgd wordt lijkt hiervoor essentieel.

Binnen de GWW hebben opdrachtgevers een unieke kans om circulariteit specifiek mee te nemen in de uitvraag van projecten. Echter gebeurt dat momenteel nog te marginaal of weegt circulariteit niet voldoende mee om onderscheidend te zijn voor marktpartijen, zoals met MKI als percentage van de MVI (-F5). Door circulariteit meer mee te laten wegen in aanbestedingen, contractvormen aan te gaan, gericht op samenwerking en stimulans van circulariteit, zoals in bouwteams of via twee-fasen aanpak en marktpartijen eerder te betrekken in de voorfase van projecten kunnen circulaire oplossingen beter meegenomen worden. Meer werken met deze andere contractvormen kan positief zijn voor de transitie naar een circulaire economie. Om betere afwegingen te maken tussen circulaire oplossingen pleit men voor het consequent hanteren van een Total Cost of Ownership benadering waarbij de kosten over de gehele levensduur van een object worden meegenomen in plaats van alleen kosten voor de aanschaf van

objecten. Gescheiden budgetten voor aanleg en onderhoud belemmeren circulaire oplossingen en de interactie tussen oplossingsrichtingen (-F5).

In de wederzijdse afhankelijkheid van vraag en aanbod zorgt het onvoldoende uitvragen van circulaire oplossingen voor een gebrek aan opschaling (-F1). Ontwikkelingen blijven met name hangen in pilots en marktpartijen zijn afhankelijk van continuïteit en commitment van opdrachtgevers, welke voor de lange termijn weinig richting bieden op specifieke oplossingen. Dit vereist langetermijnperspectief en transparantie over hoe circulariteit uitgevraagd wordt op korte en lange termijn (F4) en financiële middelen (F6) gericht op het implementeren van circulariteit in gangbare projecten.

Barrières per oplossingsrichting

Close the loop is de meest ontwikkelde oplossingsrichting als het gaat om (laagwaardige) recycling van grondstoffen en ontvangt de meeste aandacht. In de pogingen om meer horizontaal (hoogwaardig) te recycleren zijn er met name belemmeringen zoals benoemd in Barrière 2 (Aanbesteden op circulariteit) en Barrière 3 (Opschaling van circulaire ontwikkelingen). Om hierop te interveniëren zijn er meer marktformerende activiteiten gericht op hoogwaardige recycling benodigd (F5), zoals een consistente uitvraag van circulaire oplossingen gericht op hoogwaardige recycling.

Slow the loop heeft momenteel voornamelijk te maken met een gebrek aan kennisontwikkeling en deling, waardoor legitimiteit van deze oplossingsrichting in het gedrang komt. Kennis over losmaakbaarheid, benodigde standaardisatie van objecten en onderdelen en het bij elkaar brengen van vraag en aanbod voor secundair materiaal is benodigd om deze oplossingsrichting te laten slagen. Dat duidt met name op de problematiek in Barrière 1 (Borging, spreiding en adoptie van circulaire kennis). Echter, ligt hier een groter probleem aan ten grondslag, namelijk de benodigde verandering in de denkwijze voor hergebruik. Het benodigd een andere manier van samenwerken (vroegtijdig betrekken van marktpartijen), hergebruik van (onderdelen van) objecten moet sexy gemaakt worden en er moet voldoende tijd zijn om hergebruik goed op te zetten.

Narrow the loop loopt veel verder achter in de ontwikkeling in vergelijking met de andere oplossingsrichtingen. Deze oplossingsrichting ontvangt wel steeds meer aandacht en er wordt meer gefocust op vervanging en renovatie, en daarmee beheer van objecten, maar door gescheiden budgetten en gebrek aan continue aandacht voor deze richting blijft deze wel achter. Daardoor zijn hier met name aanpassingen in beleid zoals over technische eisen en risico's benodigd.

Substitutie kampt met name met een kennis vraagstuk (zoals over technologische specificaties), waarin opdrachtgevers huiverig zijn ten opzichte van nieuwe materialen en hoe deze gedurende de lange levensduur van objecten opereren. Daarmee speelt hier met name Barrière 1 (Borging, spreiding en adoptie van circulaire kennis) een grote rol en is het voor deze oplossingsrichting noodzakelijk dat kennis ontwikkelt en gedeeld wordt en er besluiten worden gemaakt over prioritering van deze oplossingsrichting ten opzichte van andere oplossingsrichtingen.



Cultuuromslag vereist voor implementatie circulaire innovaties

Aangezien de GWW-sector een publieke sector is, verkeren opdrachtgevers in een machtspositie om circulaire ambities te implementeren. Verschillende overheidsorganisaties erkennen hun sturingsmogelijkheden en vinden dat ze een voorbeeldrol hebben te vervullen. Binnen de GWW-sector kan deze voorbeeldrol als uitgelezen kans gebruikt worden om via aanbestedingen als 'launching customers' op te treden. Voor de implementatie circulaire innovaties is niet alleen een andere manier van aanbesteden of technologische ontwikkeling, maar ook een verandering in het gehele proces, een cultuuromslag, bij opdrachtgevers vereist, waarbij met nieuwe samenwerkingsvormen risico's tussen opdrachtgever en – nemer anders verdeeld worden. Een goede coördinatie, die binnen alle oplossingsrichtingen momenteel als belemmerend wordt ervaren voor de transitie is hiervoor benodigd.

9. Referentielijst

- Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions (2021, oktober). *Houtbouwmythes ontkracht. Het onderscheid tussen fabels en feiten*. Amsterdam. Geraadpleegd van: https://www.ams-institute.org/documents/64/AMS_Institute_Houtbouwmythes_ontkracht.pdf
- Anteagroup (2020, november). *Circulaire grondstoffenhubs*. Stadswerk. Geraadpleegd van: <https://anteagroup.nl/nieuws-media/in-de-media/circulaire-grondstoffenhubs>
- Betonakkoord (2018). *Betonakkoord voor Duurzame Groei*. Geraadpleegd van: https://www.betonakkoord.nl/wp-content/uploads/sites/43/2022/05/betonakkoord_10_juli_2018.pdf
- Betonakkoord (2021). *Duurzaam beton*. Geraadpleegd van: https://www.pianoo.nl/sites/default/files/media/documents/2021-07/beslisboom_duurzaam_beton_-_buyer_group_beton-maart2021.pdf
- Betonhuis (2018, augustus). *Geopolymeren*. Geraadpleegd van: <https://betonhuis.nl/cement/geopolymeren>
- Betonhuis. (2019, juni). *Duurzaam bouwen met beton; Duurzaamheidsverslag Betonhuis Betonmortel 2012–2017*. https://betonhuis.nl/system/files/2019-06/duurzaamheidsverslag_72_dpi_0.pdf
- Betonhuis (2021). *RTD 1033 Verduurzaming beton*. RWS nummer 5749. Geraadpleegd van: <https://betonhuis.nl/system/files/2022-03/RTD%201033%20versie%201.1%20Verduurzaming%20beton%2027-01-2022.pdf>
- Betoninfra. (2021, 14 december). *Daarom kiezen voor beton*. Geraadpleegd van: <https://www.betoninfra.nl/kennisportaal/betonverhardingen-het-overwegen-waard/daarom-kiezen-voor-beton>
- Bouwbesluit (2012). *Bouwebesluit 2012*. Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijkrelaties. Geraadpleegd van: <https://rijksoverheid.bouwbesluit.com/Inhoud/docs/wet/bb2012>
- BouwCirculair (2021). *BouwCirculair richt proeftuinen in*. Geraadpleegd van: <https://www.daafdekok.nl/wp-content/uploads/2021/04/Artikel-Land-en-Water-maart-2021.pdf>
- Bouwend Nederland (2020). *Onderbouwing “Top 25 duurzame opdrachtgevers”*. Geraadpleegd van: https://www.bouwendnederland.nl/media/8070/onderbouwing_top-25-2020-duurzame-aanbesteders_12102020.pdf
- Bouwend Nederland (2021). *Noord-Brabant, Rijkswaterstaat en Assen op erepodium Top 25 duurzame aanbesteders*. Geraadpleegd van: <https://www.bouwendnederland.nl/actueel/nieuws/21613/noord-brabant-rijkswaterstaat-en-assen-op-erepodium-top-25-duurzame-aanbesteders>
- Buyer Group (2021). *Verkeersborden en bewegwijzering. Marktvisie en inkoopstrategie*. Geraadpleegd van: <https://www.pianoo.nl/sites/default/files/media/documents/2021-11/marktvisie-buyer-group-verkeersborden-en-bewegwijzering-november2021.pdf>
- Bygballe, L. E., & Ingemansson, M. (2011). Public policy and industry views on innovation in construction.
- CHAPLIN XL (2022). *Collaboration in asPHalt APplications with Lignin in the Netherlands – eXtra Lignin (CHAPLIN XL)*. Geraadpleegd van:



<https://circularbiobaseddelta.nl/app/uploads/2022/01/CHAPLIN-XL-Openbaar-eindrapport-FINAL-28-3-2224.pdf>

- Circulair Friesland (2019). *Biocomposiet fietsbrug Ritsumasyt*. Geraadpleegd van: <https://circulairfriesland.frl/case/biocomposiet-fietsbrug-ritsumasyt/>
- Circulaire Bouweconomie (2020). *'Hout in de GWW biedt circulaire kansen, meer kennisdelen nodig'*. Geraadpleegd van: <https://circulairebouweconomie.nl/achtergrond/hout-in-de-gww-biedt-circulaire-kansen-meer-kennisdelen-nodig/>
- Circulaire Bouweconomie. (2022). *Advies over doelen en routekaarten aangeboden aan Tweede Kamer*. Geraadpleegd van: <https://circulairebouweconomie.nl/nieuws/advies-over-doelen-en-routekaarten-aangeboden-aan-tweede-kamer/>
- Circular Biobased Delta. (n.d.) *Chaplin*. Geraadpleegd van: <https://biobaseddelta.nl/focus-themas/projecten/chaplin/>
- Cirkelstad (2021a). *Circulair ontwerpen*. Geraadpleegd van: <https://www.cirkelstad.nl/wp3/wp-content/uploads/2021/07/circulair-ontwerpen.pdf>
- Cirkelstad (2021b). *Circulaire aanbesteding mist meet- en waarderingsmethode*. Geraadpleegd van: <https://www.cirkelstad.nl/wp3/wp-content/uploads/2021/07/gp-circulair-aanbesteden.pdf>
- Cirkelstad (2021c). *Hoogwaardig hergebruik bouwproducten en -materialen*. Geraadpleegd van: <https://www.cirkelstad.nl/wp3/wp-content/uploads/2021/10/GP-Hoogwaardig-Hergebruik-DEF.pdf>
- Cirkelstad (2021d). *Paspoorten voor de bouw*. Geraadpleegd van: https://platformcb23.nl/images/leidraden/GreenPaper_Materiaalpaspoorten.pdf
- Copper8. (2020, October). *Circulair inkopen in 8 stappen - Handreiking voor de Grond-, Weg- en Waterbouw*. Geraadpleegd van: <https://www.pianoo.nl/sites/default/files/media/documents/Handreiking-Circulair-Inkopen-8-stappen-GWW-okt2020.pdf>
- CROW (n.d.) *CUR-aanbevelingen*. Geraadpleegd van: <https://www.cur-aanbevelingen.nl/>
- DGBC (2019). *Circular buildings. Meetmethodiek losmaakbaarheid*. Geraadpleegd van: https://www.dgbc.nl/upload/files/Circulariteit/Rapport%20Circular%20Buildings%20-%20meetmethodiek%20losmaakbaarheid_v1.1.pdf
- Diepeveen, A. & Spoelstra, J. (2020). Samen krijgen we de Twentse cirkel rond! Rapportage van een onderzoek naar circulariteit in de infrastructuur en openbare ruimte in Twente. Agenda voor Twente. Geraadpleegd van: <https://www.weconnect.nl/wp-content/uploads/2021/12/Rapportage-circulariteit-infrastructuur-en-openbare-ruimte-in-Twente.pdf>
- Dominguez, D., Worch, H., Markard, J., Truffer, B., & Gujer, W. (2009). Closing the Capability Gap: Strategic Planning for the Infrastructure Sector. *California Management Review*, 51(2), 30–50. <https://doi.org/10.2307/41166479>
- Dulaimi, M. F., Y. Ling, F. Y., Ofori, G., & Silva, N. D. (2002). Enhancing integration and innovation in construction. *Building research & information*, 30(4), 237–247.



- EIB. (2021, oktober). *Sturing en realisatie van infrastructurele projecten; Kansen en oplossingen voor meer continuïteit*. <https://www.eib.nl/pdf/EIB-rapport%20Sturing%20en%20realisatie%20van%20infrastructuurprojecten%20071221.pdf>
- EIB & Metabolic. (2022, april). Materiaalstromen in de bouw en infra; materiaalstromen, milieu-impact en CO2-emissies in 2019, 2030 en 2050. EIB. <https://www.eib.nl/pdf/EIB%20Metabolic%20materiaalstromen%20bouw.pdf>
- Ellen McArthur Foundation (n.d.) *What is a circular economy?* Geraadpleegd van: <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>
- Elzinga, R., Janssen, M., Negro, S. O., Hekkert, M. P. (2021). *Mission-oriented Innovation Systems Dynamics in the Circular Economy*. CONFERENCE PAPER. https://conference.druid.dk/acc_papers/pp2nja3sy8855w5u9f73x3s7dg46uo.pdf
- Europese Commissie (n.d.) *2050 long-term strategy*. https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2050-long-term-strategy_en
- Europese Commissie (2021). *EU Action Plan: 'Towards Zero Pollution for Air, Water and Soil'*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0400&qid=1623311742827>
- Fryslan. (n.d.) [kaart]. Geraadpleegd van: <https://fryslan.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=4ce34838eb4d413dbf1b343baf6e1438>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy–A new sustainability paradigm?. *Journal of cleaner production*, 143, 757–768.
- Grondstoffenakkoord (2017). *Grondstoffenakkoord. Intentieovereenkomst om te komen tot transitieagenda's voor de Circulaire Economie*. Geraadpleegd van: <https://open.overheid.nl/repository/ronl-e7081689-7484-40ac-b339-bcb2af364769/1/pdf/grondstoffenakkoord-intentieovereenkomst-om-te-komen-tot-transitieagenda-s-voor-de-circulaire-economie.pdf>
- Hanemaaijer, A., Kishna, K., Koch, J., Prins, A.G. & Wilting, H. (2021a). *Mogelijke doelen voor een circulaire economie*, Den Haag, PBL-publicatienummer: 4610. https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-mogelijke-doelen-voor-een-circulaire-economie-4610_0.pdf
- Hanemaaijer, A., Kishna, K., Kooke, M., Brink, H., Koch, J., Prins, A.G. & Rood, T. (2021b). *Integrale Circulaire Economie Rapportage 2021*. Den Haag, PBL-publicatienummer: 4124. <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2021-integrale-circulaire-economie-rapportage-2021-4124.pdf>
- Harty, C. (2005). Innovation in construction: a sociology of technology approach. *Building Research & Information*, 33(6), 512–522. <https://doi.org/10.1080/09613210500288605>
- Hekkert, M. P., Janssen, M. J., Wesseling, J. H., & Negro, S. O. (2020). Mission-oriented innovation systems. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 34, 76–79.
- Hekkert, M.P., Negro, S.O., Heimeriks, G., Harmsen, R. & De Jong, S. (2011). Technological Innovation System Analysis. A manual for analysts. <https://pdfs.semanticscholar.org/68e1/abecbbe0da073c7e63d95dbb750f5d910024.pdf>



- Hout in de GWW. (2016). *Actieplan*. Geraadpleegd van: <https://www.houtindegww.nl/over-ons/actieplan/>
- Hout in de GWW. (2018). *Het akkoord*. Geraadpleegd van: <https://www.houtindegww.nl/hout-in-de-gww/ketensamenwerking/het-akkoord/>
- Hout in de GWW. (2019). *Houtinfoblad*. Geraadpleegd van: <https://www.houtindegww.nl/wp-content/uploads/2020/03/Houtinfoblad-Waarom-kiezen-voor-hout-23112016.pdf>
- Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, conservation and recycling*, 127, 221-232.
- Larsson, J., Eriksson, P. E., Olofsson, T., & Simonsson, P. (2013). Industrialized construction in the Swedish infrastructure sector: core elements and barriers. *Construction Management and Economics*, 32(1-2), 83-96. <https://doi.org/10.1080/01446193.2013.833666>
- Levels-Vermeer, J. B., & Simons, H. A. E. (2018, januari). Perspectief op schaarste: inzicht in materiaal schaarste in areaal. Rijkswaterstaat. https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_159729_31/
- Mazzucato, M. (2018). Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities. *Industrial and Corporate Change*, 27(5), 803-815.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I&W) (2020). *Naar klimaatneutrale en circulaire rijksinfrastructuurprojecten*. <https://open.overheid.nl/repository/ronl-9a139fb8-3bbb-4710-91a0-ecd523266bae/1/pdf/bijlage-1-strategie-naar-klimaatneutrale-en-circulaire-rijksinfraprojecten.pdf>
- Mol, J. (2021). Circulaire wegenbouw: van denken naar doen. *Grond/Weg/Waterbouw. Platform over civiele techniek en infrastructuur*. Geraadpleegd van: <https://www.gww-bouw.nl/artikel/circulaire-wegenbouw-van-denken-naar-doen/>
- Morris, S. (2021). Welsh government suspends all future road-building plans. *The Guardian*. Geraadpleegd van: <https://www.theguardian.com/uk-news/2021/jun/22/welsh-government-to-suspend-all-future-road-building-plans>
- Nationale Milieudatabase (2020). *Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken*. Geraadpleegd van: https://milieudatabase.nl/wp-content/uploads/2022/04/Bepalingsmethode_Milieuprestatie_Bouwwerken_maart_2022.pdf
- Nebest (n.d.) *Closing the loop: herbruikbaarheidsscan*. Geraadpleegd van: <https://www.nebest.nl/diensten/herbruikbaarheidsscan/>
- Nederland circulair in 2050. (2016). *Rijksbreed programma Circulaire Economie*. Geraadpleegd van: <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2016/09/14/bijlage-1-nederland-circulair-in-2050/bijlage-1-nederland-circulair-in-2050.pdf>
- Omgevingswet (2019). *Nieuwe omgevingswet maakt omgevingsrecht eenvoudiger*. Geraadpleegd van: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/omgevingswet/vernieuwing-omgevingsrecht>
- PIANOo (2017). *GWW*. Geraadpleegd van: <https://www.pianoo.nl/nl/sectoren/gww>
- PIANOo (2019). *Handreiking losmaakbaarheid*. Geraadpleegd van: <https://www.pianoo.nl/sites/default/files/media/documents/2019-08/Handreiking-Losmaakbaarheid-V6-juli2019.pdf>



- PIANOO (2020). *Biobased co-benefits beoordelen op waarde*. Geraadpleegd van: <https://www.pianoo.nl/sites/default/files/media/documents/Biobased-co-benefits-beoordelen-op%20waarde-februari%202020.pdf>
- PIANOO (n.d.). *Specificeren*. Geraadpleegd van: <https://www.pianoo.nl/nl/inkoopproces/fase-1-voorbereiden/specificeren>
- Platform CB'23 (2020). *Leidraad Meten van circulariteit. Werkafspraken voor een circulaire bouw*. Geraadpleegd van: https://platformcb23.nl/images/downloads/2020/meten-van-circulariteit/20200702_Platform_CB23_Leidraad_Meten_van_circulariteit_versie_2.pdf
- Platform CB'23. (n.d.) *Over Platform CB'23*. Geraadpleegd van: <https://platformcb23.nl/over-platform-cb-23>
- Rijkswaterstaat (2019). *Toekomstige Opgave Rijkswaterstaat: Perspectief op de uitdagingen en verbetermogelijkheden in de GWW-sector*. Geraadpleegd van: <https://www.pianoo.nl/sites/default/files/media/documents/Rapport-toekomstige-opgave-rijkswaterstaat-mei2019.pdf>
- Rijkswaterstaat (2021). *Roadmap Programma CE in de GWW : in samenhang met de KCI-roadmaps*. https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_700735_31/1/
- Rijkswaterstaat. (2022, februari). Kennisdossier Materialen (Nr. 1). https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_701793_31/
- Rijkswaterstaat. (n.d.). *Bouwrichtlijnen infrastructuur*. Geraadpleegd van: <https://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/werken-aan-infrastructuur/bouwrichtlijnen-infrastructuur>
- Rijkswaterstaat & Leek, N. A. (2003, januari). Houten innovaties langs de snelweg: marktonderzoek naar DWW houtinnovaties. Rijkswaterstaat. https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_13218_31/
- Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW), & ProRail. (z.d.). *Transitiepad Kunstwerken*. Geraadpleegd op 23 mei 2022, van <https://www.duurzame-infra.nl/roadmaps/transitiepad-kunstwerken>
- Rijkswaterstaat, ProRail & NewForesight (2022). *Roadmap Transitiepad Kunstwerken*. Geraadpleegd van: <https://www.duurzame-infra.nl/Portals/0/adam/Content/M74VTn6OH0ijWf0f6bZHMq/Text/Roadmap%20Transitiepad%20Kunstwerken.pdf>
- Potting, J. & Hanemaaijer, A. (2018). *Circular economy: what we want to know and can measure*. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. Retrieved from: <https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2018-circular-economy-what-we-want-to-know-and-can-measure-3217.pdf>
- Royal HaskoningDHV (2018). *Marktverkenning biobased inkopen GWW*. Geraadpleegd van: <https://www.pianoo.nl/sites/default/files/media/documents/Marktverkenning-Biobased-GWW-mei2018.pdf>
- Royal HaskoningDHV (2020). *Circulaire objecten*. Geraadpleegd van: https://puc.overheid.nl/rijkswaterstaat/doc/PUC_166614_31/



- Royal HaskoningDHV (2021). *SBIR circulaire viaducten: tweede leven voor liggers maakt viaducten circulair*. Geraadpleegd van: <https://global.royalhaskoningdhv.com/nederland/nieuws/nieuwsberichten/sbir-circulaire-viaducten-tweede-leven-voor-liggers-maakt-viaducten-circulair>
- RTA Infrastructuur (2020). *Infrastructuur. Regionale Transitieagenda Circulaire Economie Overijssel*. Geraadpleegd van: https://issuu.com/overijssel/docs/rta_infrastructuur_provincie_overijssel
- RVO (2011). *EU-landen: CE-markering*. Geraadpleegd van: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/tools/wet-en-regelgeving/eu-wetgeving/ce-markering>
- Schik, W. & Kuijper, W. (2020). *Verkenning stand van zaken duurzaam- en circulair aanbesteden bij de overheidsorganisaties in de provincie Utrecht*. Geraadpleegd van: <https://www.cirkelregio-utrecht.nl/wp-content/uploads/2020/12/Rapportage-onderzoek-duurzaam-en-circulair-inkopen.pdf>
- Schut, E. (2019). *Rijkswaterstaat werkt Circulair in 2030. Kansen en uitdagingen*. Rijkswaterstaat. <https://www.kivi.nl/uploads/media/5a12c79e6bf08/W106.pdf>
- Slimbreker (2020). *De nieuwste SmartCrusher SC2.0 is klaar voor de markt*. Geraadpleegd van: <https://slimbreker.nl/nieuws/Nieuwste%20SmartCrusher%20SC2%20is%20klaar%20voor%20de%20markt.html>
- SloopCirculair (n.d.). *Circulair Slopen*. Geraadpleegd van: <https://www.sloopcirculair.nl/circulair-slopen/>
- Stowa (2020). *Circulair asset management waterschappen*. Geraadpleegd van: <https://www.stowa.nl/onderwerpen/circulaire-economie/van-kennis-naar-praktijk/circulair-asset-management-waterschappen>
- Sweco (2020). *Verkenning circulair bouwen binnen de Zeeuwse GWW-sector*. Geraadpleegd van: <https://www.sweco.nl/actueel/columns/waar-blijft-die-circulaire-uitvraag/>
- TNO (2021). *Proeftuin Geopolymere: Monitoring van tien pilots met geopolymer beton gedurende het eerste gebruiksjaar en duurzaamheidskenmerken*. Geraadpleegd van: <https://bouwcirculair.nl/wp-content/uploads/2022/05/TNO-2021-R12402.pdf>
- Transitieagenda Circulaire Bouweconomie (2018). *Transitieagenda Circulaire Bouweconomie. Samen bouwen aan de circulaire economie voor Nederland in 2050*. Geraadpleegd van: <https://circulairebouweconomie.nl/wp-content/uploads/2019/07/1821700-01-Transitie-Agenda-Circulaire-Bouweconomie.pdf>
- Transitieteam Circulaire Bouweconomie (2021). *De inrichting van het basiskamp. Uitvoeringsprogramma 2021-2023*. Geraadpleegd van: https://circulairebouweconomie.nl/wp-content/uploads/2021/11/CirculaireBouweconomie_Brochure2021.pdf
- TwynstraGudde (2019). *Verkenning ketensamenwerking hout in de GWW. RWS*. Geraadpleegd van: <https://www.pianoo.nl/sites/default/files/media/documents/Verkenning-ketensamenwerking-hout-gww-januari2019.pdf>
- Unie van Waterschappen (2021). *Het verhaal van de circulaire waterschappen*. Geraadpleegd van: <https://unievanwaterschappen.nl/publicaties/het-verhaal-van-de-circulaire-waterschappen/>



- Van Elburg, A. (2020, juni). *'Hout in de GWW biedt circulaire kansen, meer kennisdelen nodig'*. Geraadpleegd van: <https://circulairebouweconomie.nl/achtergrond/hout-in-de-gww-biedt-circulaire-kansen-meer-kennisdelen-nodig/>
- Van Veldhoven-Van der Meer, S. (2021). *Concretisering doelen circulaire economie*. <https://open.overheid.nl/repository/ronl-557dba19-8ad2-4f20-8ce9-6f0a973b90e9/1/pdf/concretisering-doelen-circulaire-economie.pdf>
- Wanzenböck, I., Wesseling, J. H., Frenken, K., Hekkert, M. P., & Weber, K. M. (2020). A framework for mission-oriented innovation policy: Alternative pathways through the problem–solution space. *Science and Public Policy*, 47(4), 474-489.
- Waterschappen. (z.d.). Waterveiligheid. www.waterschappen.nl. Geraadpleegd van <https://www.waterschappen.nl/wat-doen-de-waterschappen/waterveiligheid/>
- Wesseling, J.H. & Meijerhof, N. (2020). *Development and application of a Mission-oriented Innovation Systems (MIS) approach*. WORKING PAPER. https://www.uu.nl/sites/default/files/Wesseling%20and%20Meijerhof%202020_working%20paper.pdf
- Westenberg, F., & Bloksma, R. (2021, mei). *Civiele kunstwerken in Nederland*. IAsset. <https://iasset.nl/2021/05/10/rapport-bouwagenda/>
- Witteveen+Bos (2021). *CO2-arm beton inkopen*. Geraadpleegd van: https://www.pianoo.nl/sites/default/files/media/documents/2021-08/onderzoek_co2-arm_beton_inkopen-maart2021.pdf

10. Appendix I: Deelnemers workshops en interviews

Tabel 6: Overzicht deelnemers workshops en interviews

Categorie	Code	Beschrijving organisatie	Aanwezig
Aannemer	A1	Aannemer	W1
	A2	Aannemer	W2
	A3	Aannemer	W2
	A4	Aannemer	W2
	A5	Aannemer	W2
	A6	Aannemer	W2
	A7	Aannemer	W2
Brancheorganisatie	B1*	Recycling brancheorganisatie	W1, W2, Int-Her
	B2	Bouwbrancheorganisatie	W1
	B3	Bouwbrancheorganisatie	Int-Tom
Ondernemer	E1	Ondernemer biobased technologie	Int-Sub
	E2	Ondernemer biobased technologie	Int-Sub
	E3	Ondernemer biobased technologie	Int-Sub
Financiële instelling	FI1	Bank	Int-Tom
Ontwerp-, engineering en adviesbureau	I1	Adviesbureau	W1
	I2	Adviesbureau	W1
	I3	Adviesbureau	W2
	I4	Adviesbureau	W2, Int-mo
	I5	Adviesbureau	W2
	I6	Adviesbureau	Int-Sub
	I7	Adviesbureau	Int-Sub
	I8	Adviseur provincies en gemeenten	Int-mo
	I9	Adviseur gemeenten	Int-mo
	I10	Adviseur gemeenten	Int-mo
	I11	Adviseur provincie	Int-mo
	I12	Adviesbureau	Int-Tom
	I13	Adviesbureau	Int-Tom
	I14	Adviesbureau	Int-Tom
Kennisinstituut	K1*	Universiteit	W1, Int-Tom
	K2	Onderzoeksinstelling	Int-Sub
	K3	Universiteit	Int-Tom
	K4	Onderzoeksinstelling	Int-Tom
Netwerkorganisatie	N1*	Netwerk meerdere sectoren	W1, W2
	N2	Netwerk binnen de GWW	Int-Tom
Normeringen Instituut	NI1	Normeringen instituut	Int-Tom
Overheidsorganisatie	O1*	Nationale overheid	W1, W2
	O2*	Nationale overheid	W1, W2
	O3*	Nationale overheid	W1; Int-Sub
	O4	Nationale overheid	W1
	O5	Nationale overheid	W1
	O6	Nationale overheid	W1

	O7*	Nationale overheid	W1, W2
	O8	Nationale overheid	W1
	O9	Nationale overheid	W1
	O10	Ministerie	W1
	O11*	Nationale overheid	W1, W2
	O12*	Waterschappen	W1, W2
	O13	Gemeente	W1
	O14	Nationale overheid	W2
	O15	Nationale overheid	W2
	O16	Waterschappen	W2
	O17	Nationale overheid	Int-Her
	O18	Nationale overheid	Int-Her
	O19	Nationale overheid	Int-Sub
	O20	Provincie	Int-mo
	O21	Provincie en Gemeente	Int-mo
	O22	Gemeente	Int-mo
	O23	Gemeente	Int-mo
	O24	Gemeente	Int-mo
	O25	Provincie	Int-mo
	O26	Ministerie	Int-Tom
	O27	Provincie	Int-Tom
	O28	Nationale overheid	Int-Tom

Tabel 7: Legenda deelnemers workshops en interviews

Symbool	Uitleg
*	Respondenten aanwezig op meerdere momenten
W1	Aanwezig Workshop 1 Probleem-oplossingen diagnose
W2	Aanwezig Workshop 2 Circulair ontwerp, hergebruik en recycling
Int-Her	Interview over Hergebruik
Int-Sub	Interview over Substitutie
Int-mo	Interview medeoverheid
Int-Tom	Interview door Tom Coenen

11. Appendix II: Operationalisatie tabel scores

Tabel 8: Operationalisatie tabel scores workshops en interviews

Onderwerp	Vraag	Indicator
Problemen	Waarom is het belangrijk dat de GWW circulair wordt?	Ranking 1-4: Klimaatverandering (CO ₂ -emissies) Vervuiling lucht, water, bodem Biodiversiteitsverlies Leveringsrisico van grondstoffen
Oplossingen	Aan welke oplossingsrichting wordt meer aandacht besteed?	Ranking 1-4: Close the loop (recycling) Slow the loop (levensduurverlenging, reparatie) Narrow the loop (minder grondstoffen, preventie) Substitutie
Functie 1	Hoe belemmerend is het (eventuele) gebrek aan ondernemerschap (startups, nieuwe technologieën, pilots) voor circulaire innovaties?	Score 1 (minst belemmerend) -5 (meest belemmerend)
Functie 2	Hoe belemmerend is het (eventuele) gebrek aan onderzoek en kennis ontwikkeling over circulaire innovaties binnen de GWW?	Score 1 (minst belemmerend) -5 (meest belemmerend)
Functie 3	Hoe belemmerend is het (eventuele) gebrek aan deling en verspreiding van opgedane kennis over circulaire innovaties binnen de GWW?	Score 1 (minst belemmerend) -5 (meest belemmerend)
Functie 4B	Hoe belemmerend is het (eventuele) gebrek aan uitgesproken verwachtingen voor potentiële oplossingen gericht circulariteit? En zijn er voldoende concrete overeenkomsten om een oplossing prioriteit te geven?	Score 1 (minst belemmerend) -5 (meest belemmerend)
Functie 5	Hoe belemmerend is het (eventuele) gebrek aan markt creatie voor circulaire innovaties in de GWW, bijvoorbeeld via aanbestedingen, standaarden, certificering?	Score 1 (minst belemmerend) -5 (meest belemmerend)
Functie 6	Hoe belemmerend is het (eventuele) gebrek aan voldoende middelen voor het ontwikkelen en opschalen van hoogwaardige recycling en hergebruik in de GWW, o.a. financiële middelen, personeel met kennis en materialen?	Score 1 (minst belemmerend) -5 (meest belemmerend)
Functie 7	Hoe belemmerend is het (eventuele) gebrek aan vertrouwen in circulaire innovaties in de GWW? Worden deze gezien als een legitieme oplossingsrichting?	Score 1 (minst belemmerend) -5 (meest belemmerend)



Functie 8	Hoe belemmerend is het (eventuele) gebrek aan voldoende coördinatie en reflectie voor circulaire innovaties binnen de GWW? Is er voldoende monitoring?	Score 1 (minst belemmerend) -5 (meest belemmerend)
-----------	--	--

De scores voor de probleem-oplossingen diagnose zijn door verschillende actoren gegeven. Voor de functionele analyse is voor recycling en hergebruik 11 keer aangegeven hoe belemmerend iedere functie werkt en voor substitutie is dit 8 keer ingevuld

12. Appendix III: Achtergrond informatie areaal en materiaalstromen

12.1. Assets in de GWW

De GWW-sector omvat uiteenlopende typen assets, waaronder wegen, bruggen, viaducten en dijken, en dijken. Wegen kunnen onderverdeeld worden in geasfalteerde wegen, niet-geasfalteerde wegen welke zijn bekleed met elementverhardingen (betonklinkers of gebakken klinkers), en onverharde wegen. Een kunstwerk is een begrip in de civiele techniek, bouwkunde, spoorbouw en de GWW en wordt gebruikt voor bijzondere constructies, zoals bruggen, viaducten, tunnels, sluizen en ecoducten. Er wordt onderscheid gemaakt tussen vaste kunstwerken (zoals vaste bruggen of viaducten) en beweegbare kunstwerken (waaronder beweegbare bruggen, sluizen, en gemalen). Onder kustlijn zorg en vaargeulonderhoud worden alle kust- en binnenlandse baggerprojecten, waaronder kustsuppletie, uiterwaardenprojecten, waterbouwsteen (aanvulling en renovatie kribben en oevers), zoet vaargeulonderhoud en zout vaargeulonderhoud geschaard.

Tabel 9 geeft het overzicht weer overgenomen van de studie van het EIB en Metabolic voor de assettypen binnen de scope van deze studie (EIB & Metabolic, 2022).

Tabel 9: Overzicht van areaal per object type.

Categorie	Assettype	Hoeveelheid
Wegen (mln. M2)	Rijkswegen	94,9
	Provinciale wegen	62,8
	Gemeentelijke wegen	737,5
	Fietspaden	93
	Voetpaden	308,2
Kunstwerken (aantallen)	Vaste bruggen	68.800
	- Waarvan beton	57.300
	- Waarvan staal	6.400
	- Waarvan hout	5.100
	Viaducten	3.000
	Beweegbare bruggen	3.500
	Tunnels en onderdoorgangen	3.500
	Sluizen	2.100
Kustlijn zorg en vaargeulonderhoud (km)	Dijken	18.900

Bron: EIB & Metabolic, 2022

Om een indicatie te geven van de verschillen assettype per overheidsniveau, is in Tabel 10 een overzicht gegeven gebaseerd op een studie van Bloksma en Westenberg (2021) en een studie van het EIB (2021).

Tabel 10: Overzicht van areaal per object type en overheidsniveau.

	Assettype	Rijk	Provincies	Gemeenten	Waterschappen
Wegen (km) ¹	Wegen (km)	7.588	7.817	121.220	6.821
Kunstwerken (aantallen)	Bruggen en viaducten	4.502	2.882	62.514	14.675
	Tunnels en onderdoorgangen	429	667	1.914	32
	Sluizen	687	279	436	673
	Stuwen	301	279	9.291	23.283
	Duikers	304	5.586	82.642	85.942
Kustlijn en vaarwegen	Vaarwegen (km) ²	2.728	531	1.487	953
	Damwanden (km) ¹	181	191	354	56
	Kades en steigers (km) ¹	415	35	1.785	288
	Dijken ³ (km)				18.000

1. Bloksma & Westenberg (2021)
2. EIB (2021)
3. Waterschappen (z.d.)

12.1.1. Wegen

Nederland heeft meer dan 140 duizend km aan wegen (EIB, 2021) en met 60% zijn wegen de assets met de meeste massa in de Nederlandse GWW (EIB, 2022). Het grootste gedeelte van het wegennet in oppervlakte is in beheer bij gemeenten (+82%) (EIB, 2022). Rijkswegen vormen ongeveer 11% van het totaal en provinciale wegen de overige 7% (EIB, 2022). Het type wegverharding gebruikt voor rijkswegen en provinciale wegen bestaat veruit het grootste gedeelte uit asfaltwegen (EIB & Metabolic, 2022). Ook bij gemeentewegen is 58% van de verharde wegen (80% van het totaal aantal gemeentewegen) geasfalteerd (EIB & Metabolic, 2022). De overige verharde gemeentewegen zijn bekleed met elementverhardingen waaronder betonklinkers (30%) en gebakken klinkers (12%).

Geasfalteerde wegen bestaan voor circa 50% van de massa uit ophoogzand, circa 25% uit recycling granulaat en 20% uit asfalt (EIB, 2022). Niet-asfaltverhardingen bestaan ook voor circa 50% uit ophoogzand en 30% uit recycling granulaat (EIB, 2022). Daarbij vragen wegen (met circa 61%) de grootste materiaalstroom van de totale GWW. Wanneer grond, klei en ophoogzand niet worden meegenomen, is asfalt verantwoordelijk voor circa 54% van de materiaalvraag voor wegen en granulaat voor 39% (EIB, 2022). Dit komt onder andere doordat bij onderhoud aan wegen vaak alleen de top laag wordt vervangen. Naast de grote materiaalvraag, zijn asfaltwegen en publieke verhardingen samen verantwoordelijk voor circa 62% van de MKI en circa 37% van de totale CO₂-emissies gerelateerd aan de Nederlandse GWW-sector.

Ook zijn wegen de grootste bron van vrijkomende materialen in de GWW (62%), dit bestaat voornamelijk uit asfalt (66%) en granulaat (30%). Dit komt mede doordat de levensduur van wegen, met name de toplagen, vele malen korter is dan de levensduur van kunstwerken (+/- 10 jaar vs. 50 tot 100 jaar).

12.1.2. Kunstwerken

Een kunstwerk is een begrip in de civiele techniek, bouwkunde, spoorbouw en de GWW en wordt gebruikt voor bijzondere constructies, zoals bruggen, viaducten, tunnels, sluizen en ecoducten. Er wordt onderscheid gemaakt tussen vaste kunstwerken (zoals vaste bruggen of viaducten) en beweegbare kunstwerken (waaronder beweegbare bruggen, sluizen, en gemalen). Het overgrote deel van het areaal (+/- 80%) bestaat uit vaste bruggen (EIB, 2022), waarmee zij ongeveer 6% van de totale materiaalvraag voor hen rekening nemen. De constructie van een kunstwerk is sterk afhankelijk van de wensen van de opdrachtgever, de functie van het object en de omgeving waar het in wordt geplaatst. Kunstwerken zijn vaak uniek en verschillen daarmee in materiaalkeuzes en in complexiteit. Net als voor het wegennet, geldt dat het grootste deel van de kunstwerken (80%) in handen is van gemeenten.

Beton overheersend in kunstwerken

Het areaal kunstwerken wordt gedomineerd door betonnen bruggen; van de circa 80.000 kunstwerken zijn er bijna 60.000 betonnen bruggen (EIB & Metabolic, 2022). Met meer dan 80% van de massa, is beton met bijbehorende wapening dan ook de grootste materiaalstroom gebruikt voor kunstwerken zoals tunnels, bruggen en viaducten. Hetzelfde geldt voor sluizen en in mindere maten voor gemalen, waar circa de helft van de massa uit beton bestaat. Naast beton, is zowel constructie- als wapeningsstaal een veel voorkomend materiaal gebruikt in kunstwerken (EIB & Metabolic, 2022; Transitiepad Kunstwerken). Bruggen hebben een relatief hoge MKI (13% van de totale MKI), waarvan het grootste gedeelte is toe te schrijven aan de vervanging en uitbreiding van stalen bruggen door de relatief hoge MKI per Kton staal (EIB & Metabolic, 2022).

12.1.3. Kustlijnzorg en vaargeulonderhoud

Onder kustlijnzorg en vaargeulonderhoud worden alle kust- en binnenlandse baggerprojecten, waaronder kustsuppletie, uiterwaardenprojecten, waterbouwsteen (aanvulling en renovatie kribben en oevers), zoet vaargeulonderhoud en zout vaargeulonderhoud geschaard. Voor kustlijnzorg, vaargeulonderhoud en dijkversterkingen wordt hoofdzakelijk grond, zand en klei gebruikt, waarbij de grootste klimaatimpact zit in het transporteren van deze materialen (Strategie KCI). Ophoogzand wordt voornamelijk toegepast als zandsuppletie en een kleiner deel voor dijkversterkingen (EIB, 2022). Klei wordt alleen toegepast in dijkversterkingen waarmee het circa 36% van de aangebrachte massa in dijken vertegenwoordigt (EIB, 2022). De verhoudingen ophoogzand en klei gebruikt in dijken hangt af van het type dijk (EIB, 2022); regionale boezem, polder, rivier en kanaaldijken bestaan voor ongeveer 75% uit klei en 25% uit grond. Daarentegen bestaan primaire dijken gemiddeld genomen voor meer dan de helft uit ophoogzand (voornamelijk kustdijken) (EIB, 2022). Dijken worden doorgaans niet vervangen, maar opgehoogd of versterkt; in 2019 is er 195 km aan dijken opgehoogd (EIB, 2022). Hierbij komt er dus weinig tot geen materiaal vrij, maar wordt er enkel materiaal toegevoegd.

12.2. Materiaalstromen in de GWW

Zoals hierboven beschreven zijn voor de aanleg, het beheer en het onderhoud van de verschillende assets in de GWW grote volumes grond, zand, klei, asfalt en beton nodig (EIB & Metabolic, 2022; Rijkswaterstaat, 2022). Het rapport van EIB en Metabolic (2022) heeft ook de materiaalstromen in de GWW in kaart gebracht. In Tabel 11 is een overzicht gegeven van de ingaande en uitgaande materiaalstromen in 2019 en de totale materialenvoorraad in 2019 (EIB & Metabolic, 2022). In het Kennisdossier Materialen van Rijkswaterstaat (2022) worden de top 5 materiaalgroepen binnen de GWW behandeld, namelijk: grond/zand, asfalt, beton, staal, en hout. Deze materiaalstromen werden ook erkend tijdens Workshop 1 en komen, op hout na, ook naar voren in de studie van het EIB. Hieronder zal eerst kort ingegaan worden op algemene cijfers van de materiaalstromen binnen de GWW waarna de top vijf materiaalgroepen uiteengezet worden.

Tabel 11: Materiaalstromen in de GWW, 2019

Materiaal	Ingaande stromen (kton) 2019	Uitgaande stromen (kton) 2019	Theoretische Match (%)	Materialenvoorraad 2019
Recycling-granulaat ¹	7.610	3.870	51	516.700
Asfalt	7.190	5.710	79	253.100 ⁵
Bitumen				8.100
Beton	4.460	2.650	59	390.300 ⁵
Cement				49.600
Steen	1.080	1.120	103	119.700
Industriële reststoffen	750	370	49	58.800
Baksteen ²	260	190	70	7.400
Constructiestaal	110	60	55	14.700
Wapeningstaal	100	40	41	8.300
Kunststoffen	27	4	15	2.200
Aluminium	13	14	108	600
Glas	8	7	88	100
Industriezand	6	5	83	154.100
Isolatie	5	6	120	300
Overig	4	3	75	100
Overige Metalen	2	2	100	
Subtotaal excl. Ophoogzand, grond en klei ³	21.630	14.040	65	1.183.800
Ophoogzand	23.670	620	3	1.619.300
Grond	10.020	0	0	156.900
Klei	1.730	0	0	525.200
Totaal incl. Ophoogzand, grond en klei ⁴	57.050	14.660	26	3.485.00

1. Recyclinggranulaat bestaat grotendeels uit menggranulaat, welke toegepast wordt als fundering voor wegen. Hiervoor is aangenomen dat bij vervangende nieuwbouw in 45% van de gevallen het granulaat vrijkomt. De uitgaande stroom granulaat is dus granulaat dat vrijkomt uit een asset waar het als granulaat was toegepast. De uitgaande stromen beton en asfalt zijn als zodanig ook weergegeven, maar zullen in de praktijk vaak respectievelijk betongranulaat en asfaltgranulaat vrijkomen.
2. In de GWW worden baksteken alleen toegepast als straatbaksteen.
3. De materialen zink, hout en niet aan asfalt of beton gebonden grind en hulpstof komen door afronding onder de 1 kton uit en zijn niet opgenomen in deze tabel.
4. Totalen tellen niet op door afrondingsverschillen
5. Asfalt en beton taan in deze tabel, maar worden niet meegenomen in het totale gewicht omdat de losse componenten van deze twee materialen (e.g. industriezand, water, etc.) los worden genoemd.

Bron: EIB & Metabolic (2022)

12.2.1. Grond, zand, klei

Met 50% van de massa is zand het grootste materiaal in de voorraad. Hiervan wordt circa 91% gebruikt voor ophoging van zowel dijken als wegen, en 9% als industriezand voor het maken van asfalt en beton (EIB & Metabolic, 2022). Het gebruik van de grond op zichzelf leidt niet tot een grote klimaatimpact, maar het transport benodigd voor het verplaatsten leidt tot een grote CO₂-uitstoot; binnen Rijkswaterstaat is grondverzet (in al zijn vormen) verantwoordelijk voor ongeveer 40-50% van de CO₂-uitstoot (KCI, 2020). In principe kan de grond gebruikt in dijken in de toekomst voor eenzelfde functie in eenzelfde toepassing opnieuw gebruikt worden, maar over het algemeen zullen er meer dijken aangelegd moeten worden of bestaande dijken versterkt (EIB & Metabolic, 2022), waardoor er meer zand en klei benodigd zal zijn dan vrij komt. Echter wordt ervanuit gegaan dat Nederland voorlopig over voldoende grond en bagger voor gebruik in de GWW beschikt (Rijkswaterstaat, 2022). Nederland kan voorzien in de eigen behoefte aan ophoogzand en klei, in een groot deel van de eigen behoefte aan industriezand, en in ongeveer de helft van eigen grindbehoefte (Levels-Vermeer & Simons, 2018). Echter gaat de zand- en grindwinning hand in hand met gebiedsontwikkeling, wat spanningen kan veroorzaken in het politieke speelveld (Levels-Vermeer & Simons, 2018). Daarnaast kunnen ervan uit milieu-, biodiversiteits-, of klimaatoverwegingen geen of minder vergunningen worden afgegeven voor zand en klei winning.

Klei is in verhouding tot grond en zand een schaarser materiaal. Klei wordt alleen toegepast in dijkversterkingen waarmee het circa 36% van de aangebrachte massa in dijken vertegenwoordigt (EIB & Metabolic, 2022). Het moet voldoen aan hoogwaardige eigenschappen en het is onbekend hoe voorradig klei is (Levels-Vermeer & Simons, 2018; Rijkswaterstaat, 2022). Het is echter aannemelijk dat er een tekort ontstaat wanneer er sprake is van intensivering van dijkverzwaringen en een afname van grondverzet (Levels-Vermeer & Simons, 2018).

12.2.2. Asfalt

Asfalt beslaat 21% van de Nederlandse materiaalvoorraad in de GWW (als ophoogzand, klei en grond buiten beschouwing worden gelaten) (EIB & Metabolic, 2022). Daarbij heeft de winning en productie van

asfalt een zeer grote klimaatimpact; asfaltwegen zijn verantwoordelijk voor circa 40% van de totale MKI en 37% van de CO₂-uitstoot binnen de GWW (EIB & Metabolic, 2022). Asfalt is een mengsel van steenslag, recycling granulaat (beton of asfalt), zand en vulstof (vulstof of kalksteenmeel) dat met een bindmiddel wordt gebonden. Bitumen is het meest gebruikte bindmiddel en is, als restproduct uit de olieraffinaderij, verantwoordelijk voor het overgrote deel van de CO₂-impact van asfalt. Naast een grote milieu-impact is de toekomstige kwaliteit en beschikbaarheid van bitumen onzeker door steeds meer verbetering van het raffinageproces en de toekomstige afname van fossiele brandstoffen (CHAPLIN XL). Bij wegen worden relatief veel secundaire materialen gebruikt; geasfalteerde wegen bestaan voor circa 25% uit recyclinggranulaat en 20% uit asfalt (EIB & Metabolic, 2022). Volgens EIB en Metabolic (2022) was de theoretische match tussen vraag naar en vrijkomend asfalt in 2019 79%. Dit is redelijk hoog doordat er een relatief grote vervangingsopgave is voor asfaltwegen, maar het wil niet zeggen dat dit in de praktijk ook wordt gerecycled en toegepast in nieuw asfalt. Naast asfalt, is granulaat belangrijk voor de wegfundering, hiervoor is de match tussen vraag en vrijkomend materiaal maar 50%. Daarnaast is betongranulaat, afkomstig uit zowel de B&U als GWW, een belangrijk onderdeel van de wegfundering, maar naar verwachting gaat dit steeds hoogwaardiger gerecycled worden waardoor er een tekort aan betongranulaat voor wegfundering ontstaat (Rijkswaterstaat, 2022).

12.2.3. Beton

Beton beslaat 25% van de Nederlandse materiaalvoorraad in de GWW (als ophoogzand, klei en grond buiten beschouwing worden gelaten) en vertegenwoordigt meer dan 80% van de massa van kunstwerken (EIB & Metabolic, 2022). Beton is qua omvang niet de grootste materiaalstromen binnen de GWW, maar heeft wel een grote klimaatimpact (Rijkswaterstaat, 2022). Beton bestaat voornamelijk uit zand en grind wat wordt gebonden door cement. Cement is de component die bepalend is voor de hoge CO₂-uitstoot van beton en ook de kosten van beton (Rijkswaterstaat, 2022). Het bindmiddel cement is verantwoordelijk voor ongeveer 80% van de CO₂-uitstoot van het materiaal beton (Betonhuis, 2019). Als reactie, zijn er verschillende partijen bezig met het ontwikkelen en opschalen van geopolymeerbeton. In geopolymeerbeton wordt gebruikt gemaakt van anorganische, 'cementvervangende minerale stoffen' afkomstig uit industriële reststoffen als hoogovenslak en vliegas.

Beton wordt veel gebruikt omdat het een bekend materiaal is wat betrouwbaar is en lang meegaat. Daarnaast leent het zichzelf om (laagwaardig) gerecycled te worden (Betoninfra, 2021). Sinds 1992 is het dan ook verboden om beton te storten en wordt het merendeel gebruikt als funderingsmateriaal voor wegen (laagwaardig recycling). Vanaf 2021 zijn er nieuwe richtlijnen die dicteren dat bepaalde delen van oud beton dat gesloopt wordt, geschikt gemaakt moeten worden voor nieuw beton, om zo hoogwaardige recycling (in dezelfde toepassing) te stimuleren (Rijkswaterstaat, 2022). Echter geldt ook voor beton dat er de vraag naar beton groter is dan het aanbod secundair materiaal; in 2019 was er een theoretische match van 59% tussen vraag en aanbod secundair beton (EIB & Metabolic, 2022). De materialen gebruikt voor beton zijn niet schaars, maar door maatschappelijk weerstand tegen de hinder en/of milieudruk die gerelateerd is aan de winning van primaire grondstoffen kan indirect een risico op schaarste ontstaan (Levels-Vermeer & Simons, 2018).

12.2.4. Staal

Staal is qua massa geen grote stroom binnen de GWW, maar wel belangrijk voor zowel constructies als wapening in beton (Rijkswaterstaat, 2022). Constructiestaal wordt gebruikt voor onder andere damwanden, poorten en bruggen; ongeveer 10% van de vaste bruggen is gemaakt van staal (EIB & Metabolic, 2022). De winning en productie van staal zijn verantwoordelijk voor het overgrote deel van de CO₂-emissies in de staalketen en staal kent een relatief hoge MKI per kton staal ten opzichte van andere materialen (EIB & Metabolic, 2022). Staal leent zich wel goed voor hergebruik, maar wordt nu voornamelijk op materiaalniveau gerecycled wat erg veel energie vergt (Rijkswaterstaat, 2022). Daarnaast geldt ook voor staal dat er momenteel meer vraag is dan secundair aanbod; theoretisch kan 50% materiaalvraag worden voorzien door secundair materiaal (EIB & Metabolic, 2022).

12.2.5. Hout

Hout wordt relatief weinig toegepast binnen de Nederlands GWW; in de studie van EIB en Metabolic (2022) kwam hout onder 1 kton waardoor het niet is meegenomen. Echter kunnen kunstwerken wel van hout gemaakt worden. Momenteel zijn er enkele houten wandel- en fietsbruggen en twee grote houten verkeersbruggen in Sneek; ongeveer 7% van de vaste bruggen is van hout (EIB & Metabolic, 2022). Naast houten constructies zou hout gebruikt kunnen worden voor portalen, geleiderails en ander wegmeubilair, zoals hectometerpaaltjes of verkeersborden. Momenteel wordt hout hiervoor incidenteel toegepast, maar zou dit significant meer kunnen worden toegepast (O2). In 1994 is er een nationaal programma gestart om '20% meer hout in de bouw' te realiseren (Rijkswaterstaat, 2022), echter lijkt dit nog niet van de grond te komen.

13. Appendix IV: Achtergrondinformatie instituties

Box 16: Uitleg IFD-principe

Industrieel, Flexibel en Demontabel (IFD) Principe:

“IFD is een vorm van bouwen waarbij interfaces tussen bouwdelen en onderdelen van bruggen en sluizen worden gestandaardiseerd. IFD staat voor werken met gestandaardiseerde interfaces die fabrieksmatig zijn geproduceerd, snel aangebracht kunnen worden en geschikt zijn voor hergebruik. De Nederlands Technische Afspraken NTA 8085 en NTA 8086 gelden als een voorbeeld hoe circulariteit op basis van afspraken een impuls kan krijgen. Er wordt niet alleen invulling gegeven aan de renovatieopgave waar Nederland voor staat, maar hiermee wordt ook bijgedragen aan het behalen van de klimaatdoelstellingen. De kracht van het IFD-principe is dat de partijen in de GWW met elkaar optrekken om tot afspraken te komen.” (NEN)

Box 17: Uitleg Aanbestedingsregels

Aanbestedingsregels

Met de Aanbestedingswet (2012) heeft Nederland de Europese richtlijnen voor aanbestedingen geïmplementeerd. Deze geldt voor alle aanbestedingen door (semi-)publieke instellingen in Nederland en bevat de regels voor zowel aanbestedingen boven als onder de Europese drempelbedragen. Het ARW 2016 biedt een praktische uitwerking van de Aanbestedingswet 2012 voor de aanbesteding van werken.

Box 18: Uitleg Circulariteit binnen aanbestedingen in de GWW

Circulariteit binnen aanbestedingen in de GWW

Circulariteit kan op verschillende manieren een plek krijgen binnen aanbestedingen, hieronder zal worden ingegaan op de verschillende gunningscriteria, de Milieukostenindicator (MKI), Maatschappelijk Verantwoord Inkopen (MVI)-criteria en Aanpak Duurzaam GWW.

Gunningscriteria

Volgens de Aanbestedingswet 2022 kunnen 3 gunningscriteria worden gebruikt bij aanbestedingen, waarbij EMVI (Economisch Meest Voordelige Inschrijving) de overkoepelende term is, namelijk:

- **Laagste prijs:** slechts de prijs telt.
- **Laagste kosten berekend op basis van kosteneffectiviteit zoals levenscycluskosten:** onder levenscycluskosten vallen kosten voor onderzoek, ontwikkeling, productie, vervoer, verwijdering en recycling vallen onder levenscycluskosten. Ook externe milieukosten kunnen eronder vallen wanneer ze gemonetariseerd kunnen worden.
- **Beste Prijs-Kwaliteitverhouding (BPKV):** Bij de BPKV (voorheen EMVI) beoordeelt de opdrachtgever de inschrijvingen niet alleen op prijs, maar ook op aangeboden kwaliteit. Kwaliteits- en/of prestatiewensen kunnen worden vastgelegd in de BPKV-criteria, ook wel sub-gunningscriteria. Enkele voorbeelden van sub-gunningscriteria zijn: planning, plan van aanpak, milieu-kenmerken, hinder, (levenscyclus)kosten, garantie, rentabiliteit, service, duurzaamheid, prijs, sociale factoren, functionele kenmerken, toegankelijkheid, presentatie, esthetische kenmerken en leveringsvoorwaarden. Circulaire oplossingen kunnen dus middels deze sub-gunningscriteria worden gestimuleerd, echter is er een grote vrijheid in het kiezen van deze criteria. Waarbij hinder vaak een grote rol speelt binnen aanbestedingen. Daarnaast is er ook een grote vrijheid om de gewichten van de verschillende sub-gunningscriteria en het gewicht

van de prijs te bepalen. Hierbij is de prijs momenteel vaak nog de doorslaggevende factor binnen aanbestedingen en aannemers geven aan dat er weinig onderscheidend vermogen zit in BPKV-aanbestedingen (A4, A5).

Milieukostenindicator (MKI)

De MKI kan binnen aanbestedingen worden gebruikt als eis of gunningscriterium (wanneer gegund op BPKV of laagste kosten op basis van kosteneffectiviteit), of een combinatie hiervan. De MKI is ontwikkeld om de milieubelasting van een in te kopen dienst, levering of werk goed te kunnen beoordelen en vergelijken. Meer informatie en stappenplan om in te kopen met de MKI is opgesteld door PIANOo (2020). De MKI wordt berekend aan de hand van een levenscyclusanalyse (LCA). Per levensfase wordt de milieu-impact van de hoeveelheden grondstof en energie die nodig zijn, en welke emissies en afval dat vrijkomt, op 11 impact categorieën bepaald. Vervolgens worden de milieueffecten vermenigvuldigd met een financiële waarde, waarna de MKI uitgedrukt wordt als één financiële waarde in euro's.

- **MKI als eis:** maximale MKI-waarde in aanbestedingsukken die behaald of verbeterd moet worden. Inschrijvers met een hogere MKI-waarde worden uitgesloten. Een minimeis kan worden gesteld voor productengroepen, zoals beton of asfalt (zie hiervoor productbladen BouwCirculair en/of Moederbestek). Of voor een project als geheel, deze moet dan wel haalbaar én uitdagend zijn voor de markt.
- **MKI als gunningscriterium:** gunningsvoordeel wordt gegeven aan inschrijvers met een lagere MKI-waarde dan de gegeven referentiewaarde. Het gunningsvoordeel bestaat dan uit X euro's fictieve aftrek van de inschrijfprijs. Voorwaarde hierbij is dat er gebruik wordt gemaakt van het BPKV-gunningscriterium of de laagste kosten op basis van kosteneffectiviteit. Ook hierbij kan de MKI worden uitgevraagd op product- of contractniveau.

De milieukosten van GWW-werken kunnen worden berekend met de softwaretool Dubocalc.

Maatschappelijk Verantwoord Inkopen (MVI)-criteria

MVI-criteria zijn (duurzaamheids-)eisen, criteria en suggesties die in de in alle 3 de fases van het inkoopproces (de voorbereidingsfase, de aanbestedingsfase en de uitvoering van het contract), kunnen worden toegepast. Deze worden middels de MVI-criteriatool aangereikt. Voor de GWW zijn criteria opgesteld voor verschillende productgroepen, waaronder civiele constructies (kunstwerken) en wegen. De criteria die betrekking hebben op circulariteit lopen uiteen van een *“ontwerpvereisten voor de levensduur van wegverharding”* tot *“een maximale MKI voor asfaltdeklaag”* tot *“waarderen van een hoger percentage circulair materiaal”*.

Uit workshop 2 en verschillende interviews kwam naar voren dat het gebruik van (minimum)eisen noodzakelijk is, voornamelijk voor productgroepen zoals asfalt en beton, om de transitie te versnellen en het peloton mee te krijgen. *“Eisen moet je ook doen, maar dat is gewoon een must. Maar de EMVI moet veel onderscheidener zijn!”* (A4).

Aanpak Duurzaam GWW:

Aanpak Duurzaam GWW is een specifieke werkwijze die is ontwikkeld en opgezet door het Samenwerkingsverband Duurzaam GWW (o.a. RWS, ProRail, Defensie, Unie van Waterschappen, het InterProvinciaal Overleg, Vereniging Nederlandse Gemeenten, Bouwend Nederland en CROW) met als doel om duurzaamheid een plaats te geven in GWW-projecten. Bij de Aanpak worden voor de drie opeenvolgende fases van een project instrumenten en hulpmiddelen aangereikt om duurzaamheid mee te nemen in het project:



1. Initiatief: met de Omgevingswijzer kan bepaald worden op welke duurzaamheidsthema's winst valt te behalen binnen een project. De Omgevingswijzer bestaat uit twaalf thema's, waarvan één Circulaire Economie en materialen.
2. Planfase: met behulp van het Ambitieweb kunnen ambities worden geformuleerd; per duurzaamheidsthema kunnen er verschillende KPIs geformuleerd worden met verschillende ambitieniveaus.
3. Ontwikkelfase/ontwerpfase: hierin kunnen de vastgestelde ambities middels het Ambitieweb worden herijkt. De aanpak raadt bijvoorbeeld aan om bij de uitvraag gebruik te maken van de CO₂-prestatieladder of om met behulp van DuboCalc een MKI te berekenen om zo de milieukosten van het materiaalgebruik in kaart te brengen. Daarnaast kunnen worden middels het Ambitieweb ook andere duurzaamheidsaspecten meegenomen.
 - a. Kanttekening CO₂-prestatieladder: inmiddels hebben bijna alle (grote) aannemers de hoogste trede van de CO₂-prestatieladder bereikt, waardoor er geen onderscheidend vermogen meer bestaat.

Op 21 maart 2022 was de kick-off van het Manifest Duurzaam GWW 2030, met als doel dat in 2024 duurzaamheid een integraal onderdeel is van alle spoor- en GWW-projecten. Het Manifest is ondertekend door meerdere opdrachtgevers en opdrachtnemers. Het Manifest is een vervolg op de Green Deal Duurzaam GWW 2.0.

14. Appendix V: Achtergrondinformatie actoren

14.1. Opdrachtnemers

Binnen de Nederlandse GWW-sector zijn meer dan 2.100 marktpartijen actief (Rijkswaterstaat, 2019). Hiervan heeft 70% minder dan 10 werknemers. De sector is echter met name voor de grotere projecten, afhankelijk van een beperkt aantal marktpartijen. *“De top 10 Nederlandse bouwbedrijven – BAM, VolkerWessels, Boskalis, Strukton, TBI, Van Oord, Heijmans, Dura Vermeer, Ballast Nedam en Mourik – namen in de periode 2014 - 2017 circa 50% van de totale GWW-omzet voor hun rekening.”* (Rijkswaterstaat, 2019, p. 14). Deze opdrachtnemers verschaffen op hun beurt werk aan honderden (in-)directe toeleveranciers en (onder-)aannemers, binnen het MKB en ook buiten de GWW-sector (Rijkswaterstaat, 2019). *Daarnaast zijn ook internationale bouwpartijen sinds een aantal jaren actief in de Nederlandse GWW-markt. Voorbeelden hiervan zijn het Oostenrijkse Strabag (met dochter Züblin), de Duitse marktpartijen Hochtief (van het Spaanse moederbedrijf ACS) en Max Bögl, het Amerikaanse Fluor, de Belgische marktpartijen Besix en DEME (als onderdeel van CFE) en het Franse Vinci.* (Rijkswaterstaat, 2019). Voor grote, geïntegreerde infraprojecten is het aantal individuele opdrachtnemers beperkt, er wordt dan ook vaak in consortia samengewerkt (Rijkswaterstaat, 2019).

14.2. Andere actoren

De circulaire transitie vraagt om nieuwe kennisontwikkeling waarvoor kennisinstellingen essentieel zijn *“De circulaire transitie vraagt om nieuwe kennis”* (TA, p. 22), hiervoor zijn kennis- en trainingsinstellingen belangrijk. Universiteiten en hogescholen zijn verantwoordelijk voor het ontwikkelen van kennis en het delen ervan. Circulariteit vergt een ander expertise: *“Hiervoor moeten bestaande opleidingen op alle niveaus – van wo tot vmbo – worden aangepast, nieuwe opleidingsmodules worden ontwikkeld en nascholingstrajecten worden aangeboden.”* (TA, p. 22). Daarnaast zijn andere kennisinstellingen – waaronder EIB, CBS, PBL, BTIC, TNO, STOWA, Copper8, CROW, en PIANOo – van groot belang voor het ontwikkelen van zowel technische-, als process- en beleidsmatige kennis.

Ingenieursbureaus, architecten en consultants essentieel voor specialistisch (technische) kennis

Specialistische kennis wordt in de GWW-sector, zowel door aannemers als opdrachtgevers, uitbesteed aan ingenieursbureaus, architecten en consultants waarmee zij een prominente rol innemen in het ontwerp-, bouw- en beheerproces. Ingenieurs en architecten zijn essentieel voor het ontwerpen van projecten aangezien deze ontwerp-kennis vaak niet in huis is bij zowel publieke opdrachtgevers als aannemers (Rijkswaterstaat, 2019). Daarnaast benaderen publieke opdrachtgevers met regelmaat adviesbureaus en consultants om hen te begeleiden met de procesmatige en organisatorische veranderingen behorend bij het doorvoeren van circulaire ambities in het beleid en concrete projecten.

“Na de introductie van de geïntegreerde contractvormen en de verschuiving van ontwerpverantwoordelijkheid naar de marktpartijen, heeft Rijkswaterstaat – op basis van het ‘markt, tenzij’-principe – haar interne kennis van ontwerpen, ontwerpmanagement en de technische kwaliteitscontrole op ontwerpen afgebouwd. Deze ontwerp-kennis zou nu moeten liggen bij ingenieursbureaus, kennisinstituten en bouwbedrijven. Uit interviews met de bouwbedrijven blijkt echter dat de ontwerp-kennis bij de bouwbedrijven door de jaren heen ook is verminderd. Dit is veroorzaakt door

de stevige prijsconcurrentie die onvoldoende winstmarge zou overlaten om te investeren in kennisopbouw. Hierdoor zijn het vooral nog de ingenieursbureaus die over deze kennis beschikken.” (Rijkswaterstaat, 2019, p. 29)

Gehele keten, waaronder leveranciers, slopers en recyclers, moet worden meegenomen, maar dit gebeurt nog weinig. Een ketenbenadering is essentieel om een circulaire GWW te realiseren. Zowel opdrachtgevers als –nemers zijn afhankelijk van leveranciers, slopers en recyclers voor de transitie naar een circulaire GWW. Daarentegen beschikken ze over het algemeen niet over de positie om de missie te sturen. Leveranciers leveren de producten die gebruikt worden om de objecten in de GWW te realiseren, daarmee zijn zij ook partijen die (moeten) innoveren. Recyclers zijn essentieel voor het recyclen van o.a. beton, asfalt en staal. Zij zijn benodigd om scheidings- en recyclingtechnieken beter en efficiënter te maken, maar ook om te innoveren zodat nieuwe mengsels en materialen in de toekomst kunnen worden gerecycled. Daarnaast zijn slopers belangrijk aangezien er op een andere manier gesloopt zal moeten worden wanneer objecten hergebruikt worden.

14.3. Netwerken

De GWW-sector kent vele verschillende netwerken op uiteenlopende gebieden. Naast de verschillende actoren, zijn er ook veel verschillende netwerken te vinden binnen de GWW. Sommigen bestaan uit een enkele groep actoren, anderen zijn meer overkoepelend en bevatten zowel opdrachtgevers, -nemers als kennisinstellingen. In Tabel 12 is een overzicht gecreëerd van de verschillende netwerken binnen de GWW, maar dit overzicht is niet compleet aangezien er zoveel netwerken zijn.

Tabel 12: Netwerken in de GWW

Categorie	Netwerken
Nationaal	Transitieteam (Overheid, kennisinstellingen en marktpartijen)
Nationaal	Platform CB'23
Waterschappen	Unie van Waterschappen
Gemeenten	Vereniging van Nederlandse Gemeenten;
Provincies	Interprovinciaal overleg
Materiaal gerelateerd	Betonakkoord, Asfalt-Impuls, Staalakkoord, Houtketentrajec, Centrum Hout, Natuurvezel Applicatiecentrum, ASPARi
Buyer Groups (GWW)	Beton; Duurzame wegverharding; Verkeersborden en bewegwijzering; Circulaire viaducten en bruggen; Duurzaam baggeren
	MVO netwerk gebouwde omgeving
Regionale netwerken	Alliantie Cirkelregio Utrecht, Circulair Friesland, Indusa-Infra; Metropoolregio Amsterdam; Metropoolregio Rotterdam Den Haag; Metropool Regio Arnhem-Nijmegen; Samenwerkingsverband Noord Nederland; NICE; Platform Circulair Flevoland; Pioneering; 8rhk; Agenda voor Twente;
	Cirkelstad (Overheid en marktpartijen)
Brancheverenigingen	BRBS, Veras, Cascade, Betonhuis, Metaalunie, Bouwend Nederland, MKB Infra, Aannemersfederatie



Transitieteam verantwoordelijk opstellen Transitieagenda en Uitvoeringsprogramma's

Eind 2018 is een Transitieteam Circulaire Bouw Economie (CBE) ingericht dat bestaat uit experts uit wetenschap, overheid en marktpartijen uit de bouw en GWW-sector. Het Transitieteam was verantwoordelijk voor het opstellen van de Transitieagenda Circulaire Bouweconomie (2018). Daarna waren zij verantwoordelijk aan het geven van invulling aan deze agenda middels het opstellen van Uitvoeringsprogramma's (UP). Voor de jaren 2019, 2020 en 2021-2023 zijn de UPs verschenen. Leden van het Transitieteam zitten daar op persoonlijke titel.

Connectie Platform CB'23 en Transitieteam: Aangezien Platform CB'23 een aantal doelen binnen het uitvoeringsprogramma helpt realiseren, zijn er werkafspraken gemaakt tussen Platform CB'23 en het Transitieteam. Het Transitieteam reflecteert o.a. op de activiteiten en resultaten van het platform. Daarnaast legt het onderzoeksvragen neer bij Platform CB'23, maakt gebruik van input vanuit het platform en adviseert het Transitieteam het platform binnen de ontwikkelcyclus. (website CB'23)

Platform CB'23 tracht missie te sturen door bouwsector-brede afspraken op te stellen

Platform CB'23 is in 2018 opgericht door het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) en het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) met als doel om de missie voor circulair bouwen vorm te geven en bij te sturen in lijn met de Transitieagenda. Het doel van Platform CB'23 is om vóór 2023 nationale, bouwsector-brede afspraken op te stellen over circulair bouwen, zowel in de GWW-sector als in de woning- en utiliteitsbouw. Dit doen zij door middel van het opstellen van leidraden. De onderwerpen waarop Platform CB'23 zich focust worden geïnventariseerd en geselecteerd door een Regieraad. De Regieraad bestaat uit vertegenwoordigers vanuit de overheid (Rijksvastgoedbedrijf, Rijkswaterstaat, Ministerie I&W, Ministerie BZK), NEN, De Bouwcampus, Bouwend Nederland, Building Changes, BRBS, VERAS, Cirkelstad, FME. Vervolgens gaat er per thema een Actieteam aan de slag, met als doel het opleveren van een leidraad. In ieder een Actieteam zitten experts die moeten zorgen voor een bouw-brede vertegenwoordiging.

- Opgestelde leidraden: Circulair inkopen, Circulair ontwerpen, Meten van circulariteit, Paspoorten voor de bouw, Lexicon Circulaire Bouw
- Lopende actieteams: Toekomstig hergebruik, Meten van circulariteit, Paspoorten voor de bouw

15. Appendix VI: Bouworganisatie en contractvormen

In de GWW bestaat er een sterke samenhang tussen de gekozen bouworganisatievorm en de gekozen contractvorm. De bouworganisatievorm in de GWW betreft de verdeling van de uit te voeren taken over de verschillende deelnemers aan het bouwproces. Na de keuze van bouworganisatievorm, kunnen de vraagspecificatie en contract worden opgesteld. De contractvorm betreft de juridische vastlegging van de contractuele afspraken die tussen de deelnemers zijn gemaakt, een overzicht van contractvormen binnen de GWW staat in Tabel 13, volgens PIANOo. Iedere contractvorm kent zijn eigen administratieve voorwaarden.

Tabel 13: Mogelijke contractvormen GWW

Contractvorm	Toelichting	2019 (EIB, 2021)*	RWS 2010- 2018**
Traditioneel - RAW	Alleen uitvoering wordt uitbesteed op basis van RAW-systematiek: een stelsel juridische, administratieve en technische voorwaarden voor het samenstellen van contracten wat de basis vormt voor het maken van bestekken volgens een gestandaardiseerde, uniforme methode. De RAW geldt als het belangrijkste standaardbestek in de GWW en wordt al ruim dertig jaar toegepast in Nederland.	26%	-
Traditioneel - bouwteam	Bij het aanbesteden van een bouwteam zoekt de opdrachtgever een bouwteampartners om mee samen te werken. Naast een aannemer kunnen ook een architect, een raadgevend ingenieur, een installatiebedrijf en/of bepaalde gespecialiseerde bedrijf deel uitmaken van een bouwteam.		
Functioneel uitvragen ¹¹	Functioneel specificeren is een wijze van beschrijven waaraan een product, dienst of oplossing moet voldoen, zónder dat dit de vrijheid van leveranciers inperkt om met innovatieve ideeën te komen. Functioneel specificeren biedt zo de ruimte aan de markt voor innovatieve oplossingen en is daarom een essentieel instrument voor innovatiegericht inkopen.		
Engineering & Construct	De opdrachtnemer voert werk uit met een minimaal aandeel detail-engineering (voornamelijk variabel onderhoud en aanleg met een kleine ontwerpcomponent).	17%	6%
Design & Construct	De opdrachtnemer is verantwoordelijk voor het ontwerp van infrastructuur en de uitvoering van de aanleg daarvan.	27%	40%

¹¹ Bron: PIANOo (2018). *Belemmeringen en tips voor functioneel specificeren*. Geraadpleegd van: <https://www.pianoo.nl/nl/themas/innovatiegericht-inkopen/aan-slag-met-innovatiegericht-inkopen/belemmeringen-tips-voor-functioneel-specificeren>

Design, Build, Finance & Maintain	De opdrachtnemer is niet alleen verantwoordelijk voor het ontwerp en de bouw van het project, maar ook voor de financiering en het totale onderhoud.	10%	38%
Design, Build, Maintain	De opdrachtnemer is niet alleen verantwoordelijk voor het ontwerp en de bouw van het project, maar ook voor het totale onderhoud.	8%	6%
Prestatiecontracten	De opdrachtnemer is gedurende enkele jaren verantwoordelijk voor het vaste onderhoud van een deel van het netwerk.	11%	7%
Planstudie, Design & Construct (PDC)	Bij PDC-contracten worden aannemers in de plantstudie betrokken.		3%
Hybride contracten	In de GWW doorgaans een combinatie van een RAW-bestek, voor de gedetailleerde uitvraag, met een aantal functionele eisen. Het is eigenlijk een RAW onder de bepalingen van UAV-GC (Uniforme Administratieve Voorwaarden voor Geïntegreerde Contractvormen).		-
Twee-fasen contracten	Twee-fasen contracten zijn een redelijk nieuwe manier van aanbesteden, waarbij een ontwerpfase en uitvoeringsfase worden onderscheiden (Op weg naar vitale infra). In de eerste fase wordt een partij gezocht waarmee de opdracht verder wordt uitgewerkt en vormgegeven. In de tweede fase wordt een uitvoeringscontract uitgegeven. Het is "Een proces waarbij gedurende het hele bouwtraject expliciet aandacht is voor risico's en inherente onzekerheden en voor de meest risicovolle onderdelen van de bouwfase de prijsafspraken pas wordt gemaakt wanneer risico's beter in te schatten zijn en daarmee duidelijkere afspraken over de verdeling van risico's gemaakt kunnen worden." (Op weg naar vitale infra, p. 23)		-
Raamovereenkomst	Een raamovereenkomst is een schriftelijke overeenkomst tussen één of meer aanbestedende diensten en één of meer ondernemers met als doel het plaatsen van een stroom van toekomstige opdrachten. U spreekt voor de looptijd van de overeenkomst een aantal voorwaarden af (zoals prijs, kwaliteit, hoeveelheid en levertijd) waaronder de opdrachten (nadere overeenkomsten) zullen worden gegund.		-

* EIB, 2021: Verdeling omzet GWW-hoofdaannemers naar contractvorm

** Percentage in totale opdrachtsom van projecten Rijkswaterstaat 2010-2018

16. Appendix VII: Voorbeelden oplossingen per oplossingsrichting

Tabel 14: (Technologische) oplossingen gespecificeerd per oplossingsrichting

Oplossings-richting	Subsector	Soort oplossing	Bron/voorbeeld
Narrow the loop	Wegverharding	Minder/smaller wegen aanleggen	Versmalling Malderburchs traat
		Wegen aanleggen met minder materiaal	
	Kunstwerken	Minder kunstwerken aanleggen	Vervangingso pgave bruggen Amersfoort
		Kunstwerken met minder materiaal aanleggen (efficiënter realiseren)	3D-geprinte fietsbrug Nijmegen Slanke constrcutie Weerwaterbrug
Slow the loop	Wegverharding	Levensduur verlengend onderhoud d.m.v. verjonging crèmes	Besproeien zoab met verjongingsmiddelen Latexfalt
		Asfaltmengsels met extra lange levensduur	Ecopave XL COLt® Light
		Optimalisatie onderhoudsprogrammering asfalt te verbeteren	Hightech = Lowcost (Asfalt-Impuls)
		Verminderen variabiliteit asfaltuitvoeringsproces en daarmee minder spreiding in de levensduur van de asfaltverharding door systematische inzet van beschikbare, moderne meet- en regeltechnieken	Hightech = Lowcost (Asfalt-Impuls) + ASPARi-systematiek
		Levensduur voorspellend Asfaltmodel voor o.a. beter onderhoud	Levensduurvo orspellend Asfaltmodel (Asfalt-Impuls)

	Kunstwerken	Zelfhelend asfalt waardoor levensduur verlengd wordt	Healroad
		Modulair betonnen fietspad	Ritspad®
		Self healing beton	Basilisk Self-Healing Concrete
		Voorspelbaar onderhoud sluizen en bruggen door data	Programma Vitale Assets Rijkswaterstaat
		Hergebruik van volledige bruggen	Bruggenbank
		Hergebruik onderdelen brug, zoals liggers	Hergebruik prefab liggers
		Modulair/demontabel ontwerpen en bouwen	IFD-principe Demontable fietstunnel
Close the loop	Wegverharding	In- situ recycling van oud asfalt in nieuw asfalt	Asfalt recycling train
		Toepassing asfaltgranulaat in nieuw asfalt	Toepassings mogelijkheden recyclinggranulaat Ecopave R (100%)
		Bitumen van daken voor wegen	Roof2Road
		Betonpuin toepassen als funderingsmateriaal	Toepassings mogelijkheden recyclinggranulaat
		Gerecyclede en modulaire plastic weg	Plastic Road
	Kunstwerken	Betongranulaat als toeslagmateriaal in nieuw beton	Toepassings mogelijkheden recyclinggranulaat
		Beton terugbrengen tot componentniveau	Slimbreker [Smartcrusher]
Substitutie	Wegverharding	Biobased bitumenvervanger	Chaplin (lignine)



Circulariteit (en CO ₂)			Bitumen uit mest KonwéBio Grasfalt
		Biologische verjongingsmiddelen voor gerecycled asfalt	Neomex® HR Lynpave Ecopave R
	Kunstwerken	Houten constructies, waaronder houten damwanden, vlonders, beschoeiing, sluisdeuren, verschillende steigers en verschillende soorten fiets- en voetgangersbruggen	Hout in de GWW
		Geopolymeerbeton	Proeftuin Geopolymere n
		Miscanthusgras in beton	BioBound
	Wegverharding	Emissieloze asfaltcentrales	
		Lagere productietemperatuur	LEAB PA