

**Verkenning circulaire
prestatie-indicatoren voor
materiaalgebruik RWS**



Verkenning circulaire prestatie-indicatoren voor materiaalgebruik RWS

Dit rapport is geschreven door:
Marijn Bijleveld en Geert Bergsma

Delft, CE Delft, mei 2019

Publicatienummer: 19.2S26.074

Circulaire economie / Circulaire indicatoren / Bouw grondstoffen / Materialen

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat
Uw kenmerk: 31140537

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider [Marijn Bijleveld](#) (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Inhoud

	Voorwoord	4
	Samenvatting	5
1	Inleiding	13
	1.1 Aanleiding en doel	13
	1.2 Aanpak	14
	1.3 Leeswijzer	15
2	Uitgangspunten en afbakening	16
	2.1 Afbakening circulaire indicator (van materialen)	16
	2.2 Afbakening: input (materiaaltoepassing) en output (materiaalverwerking) van RWS	17
	2.3 Afbakening niveau 'materialen'	17
	2.4 Afbakening sector, geografisch	18
3	Databeschikbaarheid	19
	3.1 Informatie beschikbaar per project	19
	3.2 Wat kan er wel/niet met de beschikbare data	20
	3.3 Data vastleggen voor jaarlijkse monitoring: op welk moment?	20
	3.4 Beschikbaarheid van generieke informatie	21
4	Indicator voor input aan materiaal	23
	4.1 Input aan materiaal: hoeveelheid, aandeel primair, aandeel secundair	23
	4.2 Praktische toepassing: dataverzameling	27
	4.3 Conclusie	32
5	Hernieuwbaar, niet-hernieuwbaar	34
	5.1 Onderscheid maken tussen hernieuwbaar en niet-hernieuwbaar?	34
	5.2 Theoretische opties voor een indicator, rekening houdend met hernieuwbaar materiaal	35
	5.3 Praktische toepassing	37
	5.4 Advies	38
6	Vrijkomend materiaal (nu en in de toekomst)	39
	6.1 Inleiding	39
	6.2 Vrijkomend materiaal bij huidige afdanking	40
	6.3 Kwaliteit van secundair materiaal (input)	43
	6.4 Beoordeling mogelijkheid tot materiaalbehoud	44
	6.5 Praktische toepassing	44



7	Energie, brandstoffen	45
	7.1 Indicator voor energieverbruik	46
	7.2 Praktische toepassing	46
8	Uitval en andere niet-circulaire aspecten in de productieketen	48
	8.1 Materiaalverliezen	48
	8.2 Samengestelde materialen/elementen	49
	8.3 Stoorstoffen, toxische stoffen	49
	8.4 Biodiversiteitsverlies en verschraling/uitputting van de bodem	50
	8.5 Praktische toepassing	50
9	Referentie & levensduur	52
10	Combinatie van deelindicatoren	53
	10.1 Material Circularity Indicator - Ellen MacArthur Foundation	53
	10.2 Custom-made set aan indicatoren	55
11	Ontwikkelingen en roadmap informatievoorziening	57
	11.1 Ontwikkelingen	57
	11.2 Roadmap voor bepalen mate van materiaalcirculairiteit bij beoordelen van projecten	58
	11.3 Roadmap voor materiaalcirculairiteit voor Rijkswaterstaat als geheel	61



Voorwoord

De transitie naar een circulaire economie biedt uitdagingen. En zo ook het meten van circulariteit. Rijkswaterstaat heeft behoefte om de mate van circulariteit van materiaalgebruik te kunnen uitdrukken. Maar hoe druk je circulariteit van materiaalgebruik goed uit en hoe verzamel je daar de juiste gegevens voor? CE Delft heeft in opdracht van Rijkswaterstaat nagedacht over de diverse mogelijkheden en de praktische uitdagingen. Wij hopen Rijkswaterstaat op weg te kunnen helpen met de uitvoering in de praktijk, door de bevindingen en overwegingen in dit rapport.

Wij bedanken graag hartelijk Evert Schut en Marc Peerdeman voor de goede inhoudelijke discussies tijdens het project.



Samenvatting

Aanleiding en doel

Rijkswaterstaat (RWS) wil in 2030 volledig circulair werken¹. Daarbij wordt ingezet op het sluiten van grondstofketens, hoogwaardig hergebruik van materialen en bouwelementen en inzet van biobased grondstoffen. Het Rijk heeft in het Programma Nederland Circulair vastgelegd om in 2030 50% minder grondstoffen te gebruiken en om in 2050 volledig circulair te zijn. Om de voortgang richting ‘volledige circulariteit’ te kunnen bepalen heeft RWS behoefte aan **prestatie-indicatoren**, die de mate van circulariteit uitdrukken.

Het doel van dit rapport is een verkenning van prestatie-indicatoren voor de mate van circulariteit van materiaalgebruik. De verkenning omvat de mogelijkheden voor uitdrukken van circulariteit en implicaties bij toepassing in de praktijk. Ook geven we advies aan RWS hierover. Rijkswaterstaat heeft twee toepassingen voor ogen:

- jaarlijkse afrekening op het circulaire doelstellingen voor RWS (SLA-PIN);
- beoordeling van afzonderlijke bouwprojecten.

Advies: starten met circulaire prestatie-indicatoren

De circulaire prestatie-indicatoren die wij presenteren (zie Advies: circulaire indicatoren) vergen informatie over materiaalgebruik bij bouw en sloop, zoals hoeveelheden, type, herkomst, mogelijkheden voor hergebruik/recycling en kwaliteitsbehoud. Die informatie is in theorie te achterhalen, maar dit gebeurt in de praktijk nog niet structureel, vooral ook omdat er niet om gevraagd wordt om bij te houden en te rapporteren. Dit maakt het lastig om nu de mate van circulariteit van Rijkswaterstaat als geheel te berekenen.

De gegevens zijn echter zeker wel op korte termijn beschikbaar te krijgen: informatie over materiaalgebruik en mogelijkheden na einde levensduur ligt aan de basis van levenscyclus-analyseberekeningen. Rijkswaterstaat kan dus gaan starten bij het uitvragen van die specifieke gegevens bij nieuwe projecten. Wel zal dit monitoring vergen in de praktijk: generieke informatie uit milieudatabases zoals DuboCalc en de Nationale Milieudatabase reflecteert niet altijd de werkelijkheid (maar dit kan verbeterd worden). Goede informatie is versnipperd beschikbaar bij aannemers, producenten en recyclers. Dataverzameling zal op korte termijn dus nog wat moeite vergen.

Nieuwe projecten tezamen vormen de informatie voor SLA-PIN. Om de resultaten per project te verwerken tot jaarlijkse circulaire indicatoren is een (nog niet bestaand) dataverwerkingssysteem voor aggregatie. De detailinformatie in dit rapport over gegevensverzameling biedt hier handvatten voor. Aansluiting bij het materialenpaspoort lijkt voor de hand te liggen.

¹ <https://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/innovatie-en-duurzame-leefomgeving/duurzame-leefomgeving/circulaire-economie/index.aspx>



Afbakening

Hoe wij met materialen omgaan raakt aan allerlei principes van circulariteit: milieukundige, sociale en financiële aspecten. Een volledig gerealiseerde circulaire economie moet aan meer voorwaarden voldoen dan alleen grondstofbehoud. Rijkswaterstaat heeft heel helder de opdracht gegeven om de focus te leggen op circulariteit van materiaalgebruik. Hoogwaardig materiaalgebruik en het sluiten van grondstofkringlopen is een van de pijlers van een circulaire economie². Dit rapport legt de nadruk op deze pijler en verkent in detail de manier hoe dit te meten en hoe het in praktijk kan worden gebracht.

Wel schenken we ook aandacht aan duurzaam energiegebruik en behoud van biodiversiteit. Energie wordt immers ook (mede) opgewekt door fossiele of hernieuwbare grondstoffen. Biodiversiteit en behoud van bodemkwaliteit zijn relevant bij zowel grondstofwinning en aan bouwwerkzaamheden.

Leidende vragen zijn: “Wat is 100% (materiaal)circulariteit?” en “Hoe kan de *mate van circulariteit* van materialen worden uitgedrukt?”.

Het rapport geeft vervolg aan eerder werk van TNO. Ons beider onderzoeken hanteren levenscyclusinformatie als basis voor het bepalen van circulaire indicatoren. Voorliggend rapport bepaalt echter de ‘mate van circulariteit’ direct met gegevens over type en hoeveelheid materiaalgebruik; we berekenen geen milieuresultaten (*life cycle impact assessment*) als indicator.

Circulaire prestatie-indicatoren hebben bestaansrecht *naast* milieu-impactberekeningen van bouwwerken en materialen. Zij vervangen levenscyclusanalyse-resultaten niet, zeker bij beoordeling van bouwwerken. Het is altijd van belang dat er aandacht blijft voor verdere verlaging van de milieu-impact van (primaire én secundaire) materialen.

De waarde van materialen en waardebehoud is niet nader onderzocht in dit rapport, maar waardebehoud is zeer relevant in een circulaire economie. Wordt er daadwerkelijk gebruik gemaakt van de restwaarde? Dit was een belangrijk punt in het rapport ‘MKBA Circulaire Economie’ van Rebel (2018). Dit pleit voor een ‘waardeboekhouding’, naast een materiaalboekhouding.

Advies: circulaire indicatoren

Prestatie-indicatoren bepalen de mate van circulariteit, op een schaal van 0 tot 1 (0 tot 100%). Behoud van grondstoffen staat centraal. Wij adviseren twee losse, naast elkaar bestaande indicatoren voor de mate van circulariteit voor 1) materiaalgebruik, en 2) vrijkomend materiaal.

1. De basisindicator voor materiaaltoepassing is de verhouding tussen primair en secundair materiaal.
2. De basisindicator voor vrijkomend materiaal is de verhouding tussen finale afvalverwerking (stort, verbranding) en niet-finale verwerking (hergebruik, recycling).

² <https://www.metabolic.nl/news/the-seven-pillars-of-the-circular-economy/>



We raden sterk aan om onderscheid te maken:

- tussen hernieuwbaar en niet-hernieuwbaar materiaal, waarbij (duurzaam geproduceerd) hernieuwbaar materiaal als circulair geldt;
- in kwaliteit van verkregen materiaal of verwerkroute van verwerking, na einde levensduur: onderscheid downcycling als niet-circulair of werk met een (nader uit te werken) kwaliteitsfactor waarbij kwaliteitsverlies als niet-circulair wordt aangemerkt.

Dit wordt per materiaaltipe berekend. Samennemen van de indicatoren voor materiaalgebruik en vrijkomend materiaal is voor een SLA-PIN voor Rijkswaterstaat jaarlijks niet mogelijk, omdat het om verschillende hoeveelheden gaat (toegepast en vrijkomend).

Voor niet-duurzame aspecten bij productie van materialen en bouwwerkzaamheden, zoals behoud van biodiversiteit, gebruik van toxische stoffen en (gevolgen van) stoffen in bouwmaterialen raden we aan met randvoorwaarden te werken bij aanbesteding. Prestatie-indicator voor RWS kan voor dit soort aspecten zijn: het aandeel per materiaal dat onder deze randvoorwaarden is geleverd.

Vervolgonderzoek is nodig naar hoe de mate van circulariteit per materiaal kan worden vertaald naar één circulariteitscore voor Rijkswaterstaat als geheel (methodiek).

Verdere uitwerking is nodig van:

- Welke materiaaltypen onderscheidt Rijkswaterstaat bij het bepalen van de mate van circulariteit? Bijvoorbeeld ook grondverzet en zand? Of wordt alleen op technische materialen de nadruk gelegd?
- Uitdrukking geven aan kwaliteitsverlies (downcycling) bij de indicator voor vrijkomend materiaal. Per materiaaltipe moet bepaald worden waar de grens ligt: wat beschouwen we als circulair en wat niet?
- Eventueel: verdere uitwerking van randvoorwaarden voor bovengenoemde duurzame aspecten.
- Materiaalverliezen bij productie meenemen in de mate van circulariteit.

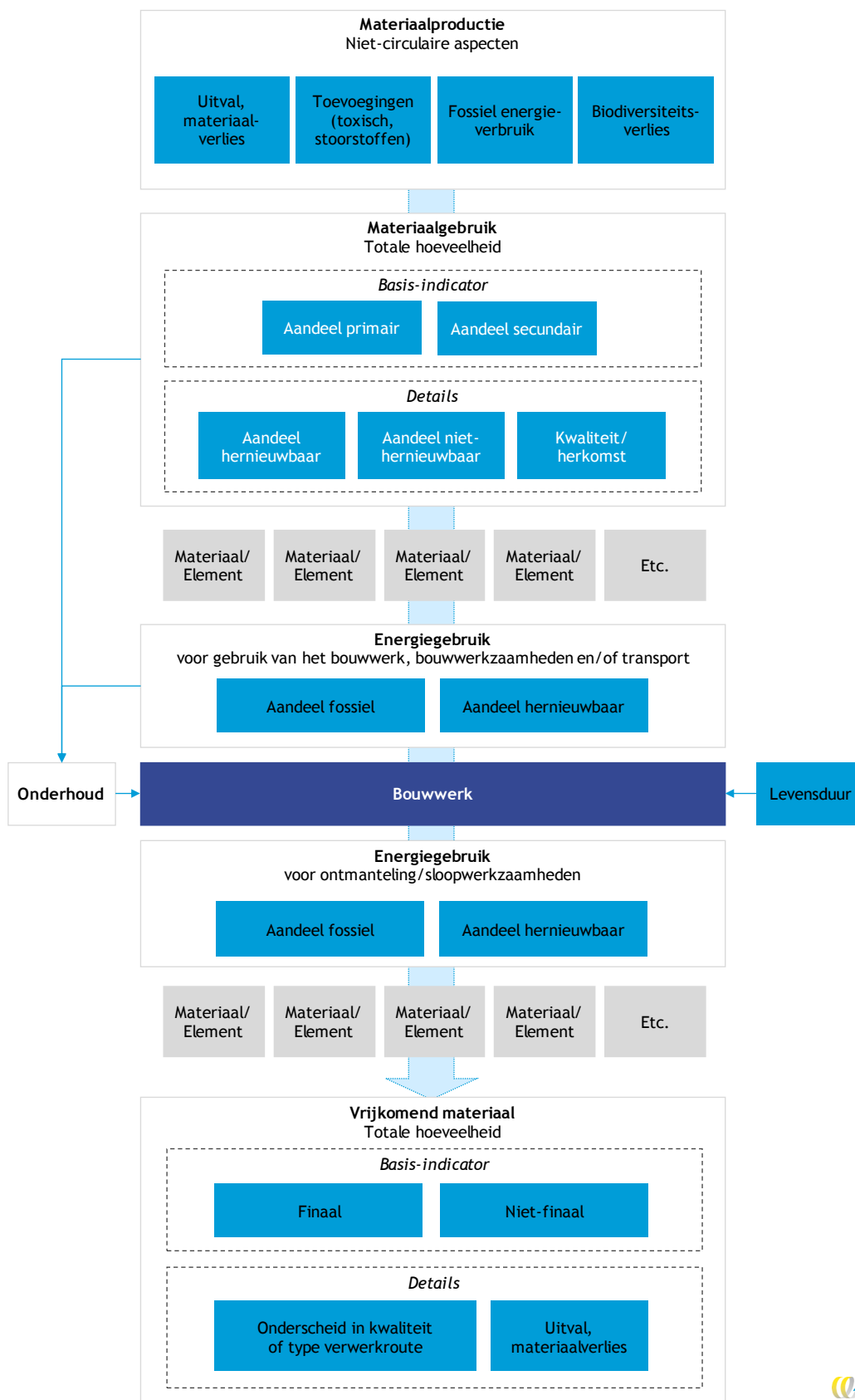
Dit kan verder worden verkend als Rijkswaterstaat daadwerkelijk aan de slag gaat met circulaire indicatoren.

Samenvatting van bevindingen en overwegingen

Nu volgt een samenvatting van de uitwerking in het rapport, waar het advies op is gebaseerd. Deze samenvatting bevat nadrukkelijk ook overwegingen en voor- en nadelen, om duidelijk te maken wat de mogelijkheden voor Rijkswaterstaat zijn.

Figuur 1 toont een overzicht van relevante onderwerpen aangaande circulair bouwen. De witte blokken zijn de mogelijke onderwerpen voor deelindicatoren; de blauwe blokken representeren de benodigde informatie daarvoor. Jaarlijks materiaalgebruik wordt bepaald door alle bouw-, renovatie- en sloopprojecten (uitgevoerd in opdracht) van Rijkswaterstaat. De informatie over materiaalgebruik en verwerking van vrijkomend materiaal zal afkomstig zijn uit projecten van Rijkswaterstaat (bottom-up). Er is zodoende ook een sterke link met informatie die in een materialenpaspoort wordt of zal gaan worden bijgehouden.

Figuur 1 - Overzicht mogelijke (deel)indicatoren (wit) en informatie voor het bepalen ervan (blauw)



Input en output aan materiaal staan centraal

De basis wordt gevormd door twee deelindicatoren:

1. Materiaalgebruik, de verhouding primair/secundair materiaal (% secundair = circulair).
2. Vrijkomend materiaal, het aandeel (hoogwaardig) verwerkt materiaal.

Hiervoor is in ieder geval de volgende informatie nodig, per materiaalsoort:

- de hoeveelheid materiaal (toegepast en vrijkomend);
- de herkomst van toegepast materiaal: het gehalte primair of secundair;
- de verwerkroutes na sloop.

Deze indicatoren worden eerst bepaald voor ieder type materiaal³, voor een specifiek project van RWS. Eenvoudigweg optellen tot één circulariteitsscore levert een vertekend beeld op. Clustering, weging of prioritering zou kunnen op basis van de waarde of de milieupact van het (primaire) materiaal.

Wel/niet onderscheid maken hernieuwbaar

Hernieuwbaar materiaal onderscheiden is nuttig om de verschuiving naar een biobased economy in beeld te krijgen. Hernieuwbaar materiaal gelijk stellen aan ‘circulair’ kan, maar dan pleiten wij er wel voor om alleen het aandeel duurzaam geteeld/verbouwd hernieuwbaar materiaal en het aandeel secundair⁴ hernieuwbaar als circulair te beschouwen. Dit vergt een behoorlijke informatievraag en -verwerking.

Kwaliteit van secundair materiaal

Zowel bij toepassing van materiaal (input) als bij vrijkomend materiaal (output) geldt dat er onderscheid kan worden gemaakt in de kwaliteit ervan. In de bouw wordt bijna al het vrijkomende materiaal gerecycled, zij het meestal niet in zijn oorspronkelijke vorm. Zonder onderscheid naar type verwerkroute of kwaliteit van het (verkrege) secundair materiaal zal Rijkswaterstaat al erg goed scoren op circulariteit. Dat is een argument om wel onderscheid te maken.

Fossiele energie

Ten behoeve van doelstellingen voor (uitfaseren van) fossiel energiegebruik kan een (circulaire) indicator worden opgenomen die het aandeel fossiel energieverbruik⁵ aangeeft. De focus zou ten minste moeten liggen op eigen energieverbruik bij gebruik van de bouwwerken (verlichting, installaties) en energieverbruik voor bouwrijp maken en bouwwerkzaamheden. De bouw kan zich moeilijk circulair noemen als dit nog grotendeels met fossiele energie gebeurt. Maar ook bij transport en productie van bouwmaterialen wordt fossiele energie gebruikt en kunnen onderdeel vormen van een indicator voor energieverbruik.

³ Asfalt, beton, staal, andere metalen, hout, etc. en mogelijk ook voor herwinbare grondstoffen zoals zand en grond(verzet). Rijkswaterstaat kan een selectie maken voor welke materiaaltypen een circulariteitsscore van toepassing is.

⁴ Denk aan spaanplaat of materialen geproduceerd uit biomassa-reststromen.

⁵ MJ primair energieverbruik: het aandeel hernieuwbaar is circulair.



Zo'n indicator kan aanvullend werken op de ambitie om in 2030 energieneutraal⁶ te zijn. Het gaat om een losse indicator, naast de indicatoren voor materialen, want energie wordt uitgedrukt in MJ (primair). Kg gas en olie optellen bij kg materiaal is nietszeggend.

Onduurzame, niet-circulaire aspecten bij materiaalproductie

Bij productie en recycling vinden **materiaalverliezen** plaats. Vooral bij mijnbouw (winning van erts voor metalen) is de hoeveelheid afval vaak groot. Theoretisch kan materiaalverlies worden meegenomen. Er is simpelweg meer materiaal dat onder de noemer niet-circulair valt. Datavoorziening kan echter lastig zijn, want verlies bij productie ligt vaak buiten het zicht van RWS en aannemers.

Randvoorwaarden kunnen gesteld worden aan niet-circulaire aspecten zoals **biodiversiteitsverlies**, **afname van bodemkwaliteit** en **toepassing van toxische stoffen**. Zodra duidelijke randvoorwaarden voor circulariteit (ja/nee) zijn gesteld, kan dit worden inbegrepen in de indicator voor circulair materiaalgebruik. Het aandeel niet-duurzaam telt dan mee als niet-circulair. Het verzwaart wel de informatievraag. Een andere mogelijkheid is om dit soort aspecten met eisen in de aanbesteding te ondervangen. Een indicator voor Rijkswaterstaat jaarlijks kan dan zijn: het aandeel projecten waarin aan de randvoorwaarden werd voldaan.

Wanneer meten/beoordelen

Bij bepalen van circulariteit voor RWS als geheel (SLA-PIN) kan men uitgaan van gemeten daadwerkelijk toegepast en vrijgekomen materiaal en energieverbruik.

Beoordeling van projecten bij aanbesteding

Twee aanvullende noties op bovenstaande bevindingen:

De kwaliteit van vrijkomend materiaal kan uiteraard niet gemeten worden bij de beoordeling van nieuwe bouwprojecten. Wel kan indicatief beoordeeld worden in welke mate het ontworpen bouwwerk geschikt is voor hergebruik en (hoogwaardige) recycling. Een goed plan van aanpak moet de indicatieve berekening voor mate van circulariteit ondersteunen.

Het is een optie om de Material Circularity Indicator (MCI) van de Ellen MacArthur Foundation toe te passen. Hierbij wordt één circulariteitscore berekend voor materiaalgebruik en vrijkomend materiaal tezamen. Voor beoordeling en vergelijking van ontwerpen is dit handig. We raden dan wel aan om ook onderliggende gegevens zichtbaar te houden, zodat duidelijk blijft wat de invloed is van (circulair) materiaalgebruik en (circulaire) verwerking bij einde levensduur. Het is mogelijk de MCI aan te passen met inbegrip van hernieuwbaar materiaal (niet-duurzaam valt onder niet-circulair) en laagwaardige recycling (als niet-circulair), maar hiervoor moet Rijkswaterstaat randvoorwaarden stellen zodat aannemers kunnen bepalen wat wel/niet circulair is.

Omgang met diversiteit aan materiaaltypen

Bouwmaterialen zijn divers van aard. Een enkele circulaire indicator op het niveau van Rijkswaterstaat impliceert dat de circulariteitscores van de verschillende materialen worden samengevoegd. Clustering, weging of prioritering zou kunnen op basis van de waarde of de milieu-impact van het (primaire) materiaal. Dit vereist hoe dan ook

⁶ Evenveel duurzame energie opwekken als verbruikt wordt.



omrekening van m³ naar kg voor sommige materialen/bouwelementen. Hoe weging of clustering precies in zijn werk kan gaan is niet dieper onderzocht binnen dit project. Rijkswaterstaat kan overwegen om onderscheid te maken tussen technische materialen⁷ en herwinbaar⁸ materiaal, en alleen circulaire indicatoren te hanteren voor de technische materialen.

Ontwikkelingen en roadmap

Als Rijkswaterstaat een keuze heeft gemaakt over de circulaire indicatoren en mate van detail, kunnen pilots worden uitgevoerd (toegepast op nieuwe projecten). Bevindingen uit de pilots zullen richting geven aan de verdere ontwikkeling van LCA-software, het materialenpaspoort, BIM en software voor resultaatberekening bij Rijkswaterstaat. En daarmee aan verdere volwassenwording van de circulaire indicatoren.

LCA-software en LCA-databases met milieukundige achtergrondinformatie, zoals de Nationale Milieudatabase, kunnen in de toekomst een rol gaan spelen bij automatisering van de berekeningen van de circulariteitsindicatoren. Dit vergt aanpassingen aan zowel de resultaatberekening als aan de manier waarop levenscyclusinformatie (LCI) van materialen momenteel wordt ingevoerd.

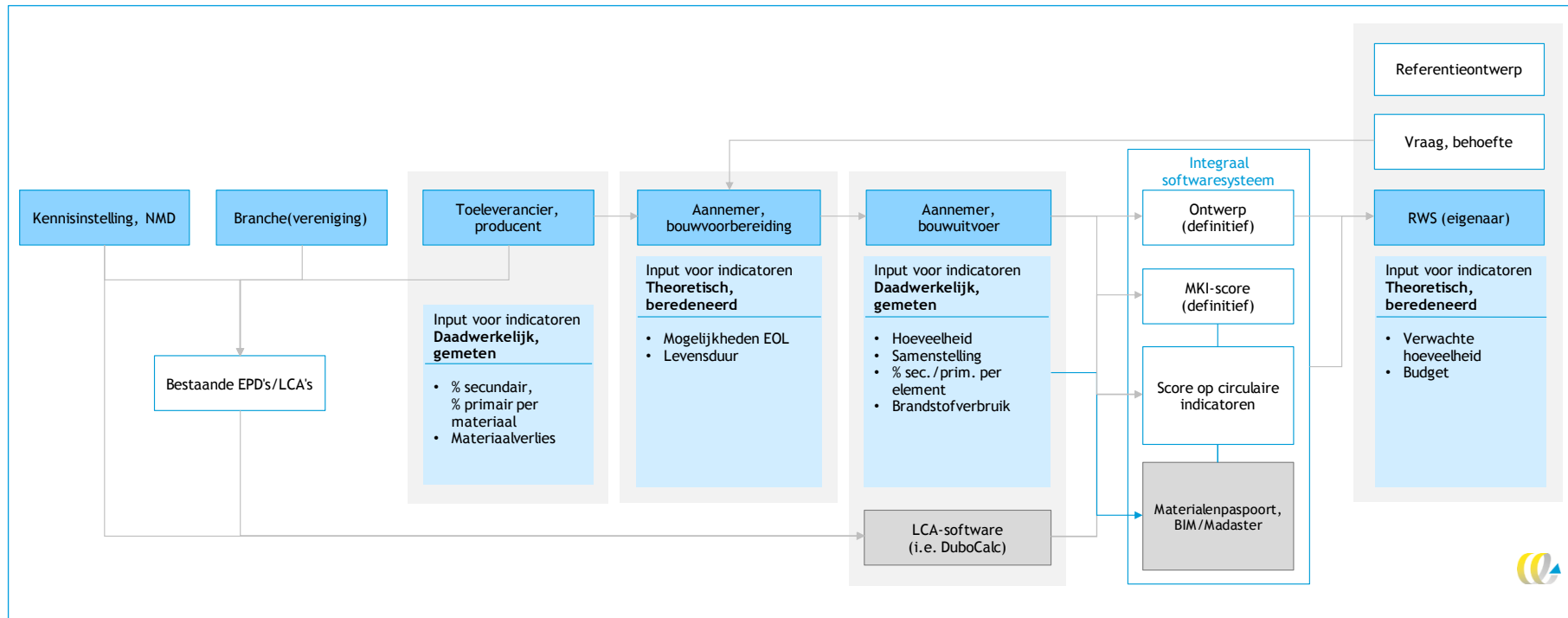
Ook bij Rijkswaterstaat is verdergaande automatisering nodig, met name voor het bepalen van de jaarlijkse mate van circulariteit van materiaalgebruik en vrijkomend materiaal.

Figuur 2 toont de samenhang in informatievoorziening voor het berekenen van de circulaire indicatoren voor *jaarlijks materiaalgebruik* bij Rijkswaterstaat, na toekomstige ontwikkelingen op beide bovengenoemde fronten. Een soortgelijke roadmap is ook opgesteld voor informatievoorziening van vrijkomend materiaal en voor informatievoorziening ten behoeve van beoordeling van projecten. Pilots voor circulariteitsberekeningen kunnen zoals genoemd sturing geven aan de ontwikkelingen.

⁷ Technische materialen zijn geproduceerd uit ruwe grondstoffen door de mens, met toepassing van (geavanceerde) productietechnieken. Technische materialen zijn bijvoorbeeld: metalen, asfalt, beton, metselwerk, bakstenen, hout.

⁸ Herwinbare materialen worden afgegraven en kunnen daarna oneindig in hun oorspronkelijke vorm worden hergebruikt. Hieronder vallen bijvoorbeeld zand, grond, grind en breuksteen.

Figuur 2 - Samenhang informatievoorziening materiaalgebruik RWS-totaal, mogelijkheden nabije toekomst



1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

Rijkswaterstaat (RWS) wil in 2030 volledig circulair werken⁹. Daarbij wordt ingezet op het sluiten van grondstofketens, hoogwaardig hergebruik van materialen en inzet van biobased materialen. Het Rijk heeft in het Programma Nederland Circulair vastgelegd om in 2030 50% minder grondstoffen te gebruiken en om in 2050 volledig circulair te zijn.

Om de voortgang richting ‘volledige circulariteit’ te kunnen bepalen heeft RWS behoefte aan **prestatie-indicatoren** die de mate van circulariteit uitdrukken, in het kader van de Service Level Agreement (SLA). RWS stelt in dit project één evident aspect van circulariteit centraal: het sluiten van materiaalkringlopen. In een circulaire economie wordt in de grondstofbehoefte voorzien door secundair materiaal en hernieuwbaar materiaal (zie Figuur 3), waarvan de winning op duurzame manier geschiedt.

Het doel van dit rapport is:

Een verkenning en beoordeling van gebruik in de praktijk van mogelijke prestatie-indicatoren voor circulariteit van materialen, voor Rijkswaterstaat.

Dit rapport volgt op werk van TNO uit 2017, waarin geadviseerd werd om aan te sluiten bij bestaande LCA-methodiek en uit te gaan van LCA-resultaten als indicatoren. In voorliggend onderzoek kijken we naar wat levenscyclusinformatie (LCI) kan bieden voor het berekenen van de mate van circulariteit. Ook wordt uitdrukkelijk gekeken naar praktische uitvoerbaarheid en dataverzameling. Voorliggend onderzoek is met name bedoeld om ook daar meer grip op te krijgen.

Voor deze verkenning en beoordeling gaan we in detail in op allerlei mogelijke deel-indicatoren, op basis van informatie van materiaalgebruik in RWS-projecten. RWS kan met deze informatie een selectie of combinatie maken van deze deelindicatoren, om in de praktijk te gaan gebruiken.

Prestatie-indicatoren kennen twee voornaamste toepassingen binnen RWS:

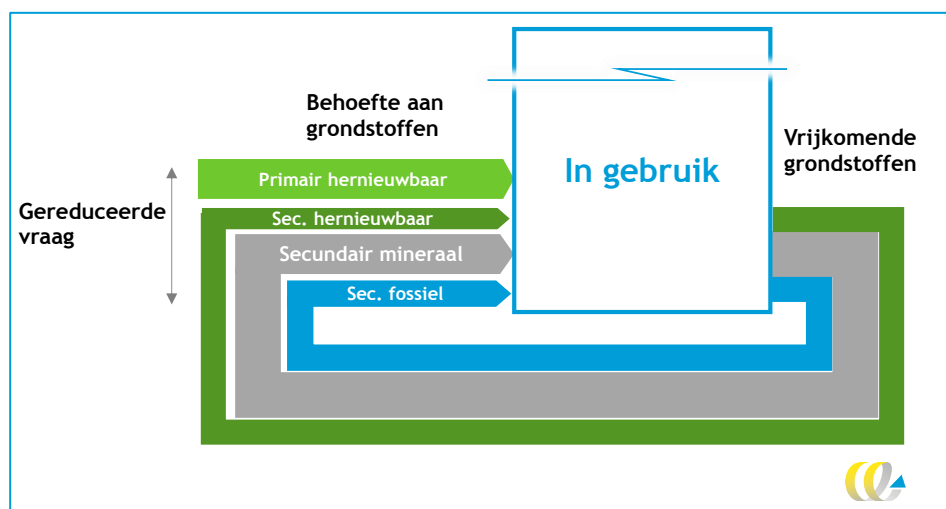
- Een SLA-prestatie-indicator ten behoeve van doelen voor circulair materiaalgebruik door RWS jaarlijks, en afrekening daarop mogelijk maken.
- Beoordeling van projecten in de aanbestedingsfase. Dit als toevoeging op eisen en wensen ten aanzien van grondstofgebruik, zoals milieuberekeningen en een circulair businessmodel.

Dit rapport is dus gericht op circulariteit van materiaalgebruik en vrijkomend materiaal bij (projecten van) Rijkswaterstaat. Als in het rapport de term ‘circulariteit’ gebruikt wordt, dan bedoelen we dus specifiek de circulariteit van het materiaalgebruik.

⁹ <https://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/innovatie-en-duurzame-leefomgeving/duurzame-leefomgeving/circulaire-economie/index.aspx>



Figuur 3 - Grondstofgebruik in een circulaire economie



NB: Hoeveelheden niet op schaal.

1.2 Aanpak

Bij de verkenning nemen we **deelindicatoren** als startpunt. Denk aan diverse mogelijke indicatoren voor materiaalherkomst, materiaalwinning, toepassing van materiaal en vrijkomen van materiaal. We vellen geen oordeel: het is aan RWS om met de kennis in dit rapport een keuze te maken voor toepassing in de praktijk. Wel geven we af en toe advies en eindigen we met een roadmap voor informatieverzameling en praktische toepassing.

Het is uitdrukkelijk de wens van RWS om prestatie-indicatoren te verkennen die direct inzicht geven in het sluiten van materiaalkringlopen. De *milieu-impact* van projecten van Rijkswaterstaat wordt al gemeten met de milieukostenindicator. Verlaging van de milieu-impact kan een gevolg zijn van het sluiten van kringlopen. Een (relatief) lage milieu-impact zal een randvoorwaarde blijven in projecten van RWS. In Paragraaf 2.1 wordt kort ingegaan op de samenhang en verschillen tussen milieu-indicatoren, circulaire prestatie-indicatoren en levenscyclusanalyse.

In dit project gaan we daarom uit van basiskennmerken van materiaalgebruik. Denk aan dematerialisatie, de herkomst van het bouw materiaal – primair, hergebruikt, secundair (gerecycled), hernieuwbaar – en aan type verwerking van bouw materiaal/constructie-elementen bij einde levensduur. Ook gaan we in op verbruik van fossiele brandstoffen voor bouwwerkzaamheden, aangezien fossiele brandstoffen ook ruwe grondstoffen zijn.

De R-strategieën¹⁰ zijn, in deze context, handvatten om te komen tot dematerialisatie en het sluiten van grondstofkringlopen. Zij zijn zelf geen indicatoren.

¹⁰ (Reike, et al., 2018): R0 Refuse; R1 Reduce; R2 Reuse; R3 Repair; R4 Refurbish; R5 Remanufacture; R6 Repurpose; R7 Recycle; R8 Recover; R9 Remine.

We gaan in op zowel theoretische als de praktische geschiktheid van dit soort begrippen voor het uitdrukken van ‘circulariteit’:

- We stellen ons de (onderzoeks)vragen: wat drukt een (deel)indicator uit, in welke mate is de indicator (on)volledig, wat zijn randvoorwaarden voor daadwerkelijke circulariteit?
- Praktisch gezien stellen we ons de (onderzoeks)vragen: wat zijn implicaties voor dataverzameling, data-analyse en monitoring? Wat is er nu mogelijk en wat verwachten we voor de nabije toekomst?

1.3 Leeswijzer

Circulaire prestatie-indicatoren voor materiaalgebruik, op basis van levenscyclusinformatie, worden ‘bottom-up’ verkend. Start is de indicator voor toepassing van materiaal¹¹ in Hoofdstuk 4. De opzet en intentie van het rapport is als volgt:

Achtergronden, startinformatie	Hoofdstuk 1	Inleiding
	Hoofdstuk 2	Uitgangspunten en afbakening
	Hoofdstuk 3	Databeschikbaarheid
Deelindicator materiaalgebruik	Hoofdstuk 4	Indicator voor input aan materiaal
Verdiepend bij input aan materiaal	Hoofdstuk 5	Hernieuwbaar en niet-hernieuwbaar materiaal
Deelindicator vrijkomend materiaal	Hoofdstuk 6	Indicator voor vrijkomend materiaal, zowel nu als in de toekomst
Aanvullende deelindicatoren en aspecten, die idealiter ook meegenomen worden in de beoordeling van de mate van circulariteit	Hoofdstuk 7	Verbruik van (fossiele) energie (bij gebruik, tijdens bouw en bij materiaalproductie)
	Hoofdstuk 8	Materiaalverliezen bij productie en recycling, samengestelde elementen, toxiciteit, biodiversiteitsverlies
	Hoofdstuk 9	Referentie en levensduur
Combinatie van deelindicatoren tot volwaardige beoordeling van circulariteit	Hoofdstuk 10	Combinatie van deelindicatoren
Synthese	Hoofdstuk 11	Vorstel: roadmap en conclusies

¹¹ Ook wel: materiaalgebruik of input van materiaal.



2 Uitgangspunten en afbakening

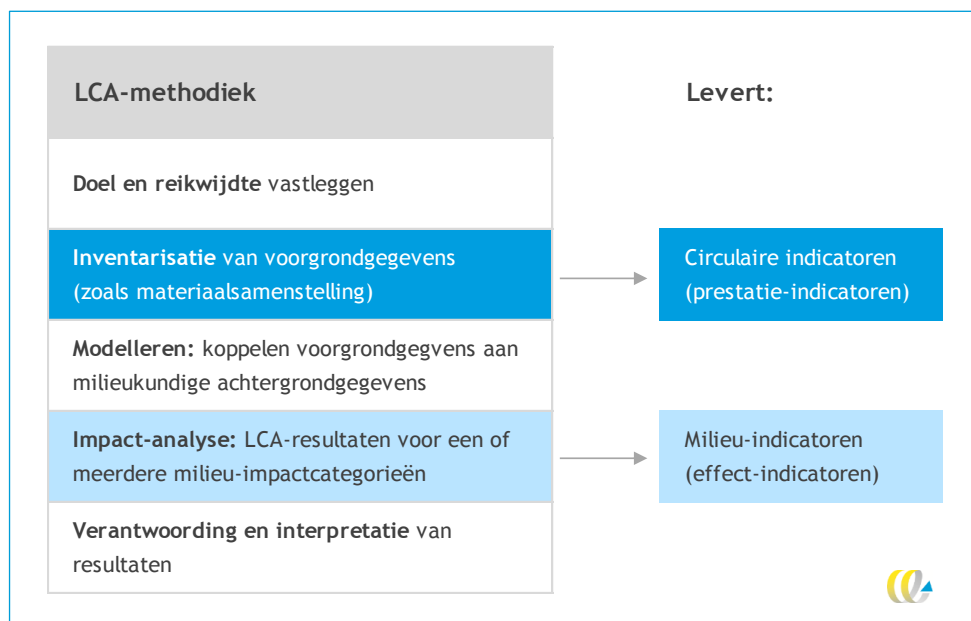
2.1 Afbakening circulaire indicator (van materialen)

Om circulair materiaalgebruik te realiseren zet Rijkswaterstaat in op het sluiten van grondstofketens, behoud van grondstoffen, hoogwaardig hergebruik van materialen en bouwelementen en inzet van biobased materialen. Een circulaire prestatie-indicator geeft aan in welke mate dit soort aspecten wordt gerealiseerd. Voor het bepalen van de circulaire indicator kan worden uitgegaan van meetbare, te monitoren gegevens die direct gelinkt zijn aan een principe van de circulaire economie.

Dit onderzoek richt zich expliciet *niet* op procesindicatoren – bijvoorbeeld het aantal circulaire bouwprojecten – of op eigenschappen van het bouwwerk, zoals modulariteit, die bijdragen aan prestatie-indicatoren voor grondstofbehoud.

Om prestatie-indicatoren te monitoren is informatie nodig van de opbouw van het bouwwerk, de samenstelling van de materialen in het bouwwerk, mogelijkheden voor hoogwaardig hergebruik van bouwelementen na afdanking, etc. Het proces van levenscyclusanalyse, zoals dat nu gevolgd wordt voor berekening van de MKI-score (of klimaatimpact) van bouwwerken, is hierbij behulpzaam. De data-inventarisatie in het LCA-proces levert informatie op voor de circulaire indicatoren.

Figuur 4 - LCA-methodiek: inventarisatie van voorgrondgegevens levert informatie voor circulaire indicatoren



In dit rapport maken we dus duidelijk onderscheid tussen een circulaire indicator en een milieu-indicator. Een milieu-indicator, zoals de MKI, is een resultaat berekend met een milieu-impactanalyse methode die aangeeft wat de milieu-impact is door de hele keten heen. Circulaire indicatoren in kaart brengen van een bouwproduct kan prima bestaan naast het berekenen van de milieu-impact van dat (al dan niet) circulaire bouwproduct.

Sterker nog, de data-inventarisatie levert in beginsel de basis voor beiden. De twee (meet) instrumenten bestaan dus naast elkaar en zijn geen vervanging van elkaar. Een goede set aan circulaire indicatoren zouden ervoor moeten zorgen dat een (bouw) product met een hoge prestatie t.a.v. circulariteit ook een goede milieuprestatie heeft. Mogelijk zijn daarbij wel randvoorwaarden of specifieke indicatoren nodig voor aspecten als duurzame productie van hernieuwbare grondstoffen en restrictie van toxische stoffen in productie, toepassing en recycling van het materiaal (zie ook Hoofdstuk 9).

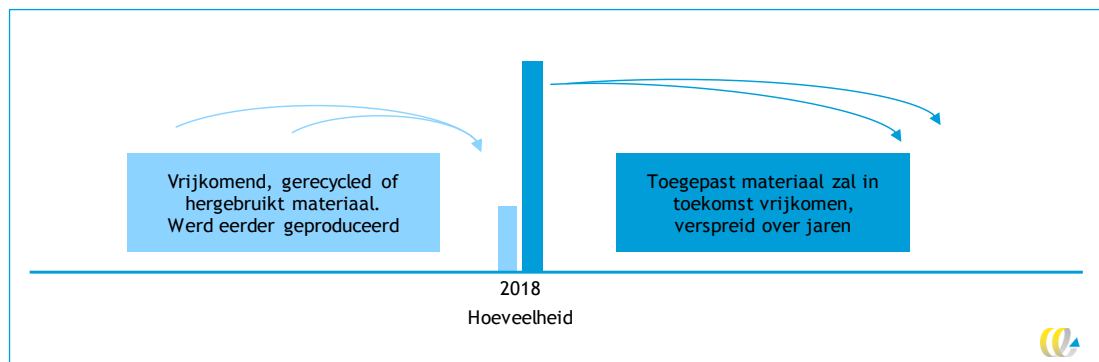
2.2 Afbakening: input (materiaaltoepassing) en output (materiaalverwerking) van RWS

We verkennen circulaire indicatoren voor toegepaste materialen (input) voor projecten van RWS en voor materialen die vrijkomen bij projecten van RWS. RWS heeft aangegeven per jaar de mate van circulariteit te bepalen van materialen. Merk op (zie ook Figuur 5):

- het materiaal dat wordt toegepast in een jaar komt pas jaren later vrij;
- het materiaal dat vrijkomt in een jaar werd veel eerder gebouwd.

Dit is een belangrijke notie bij de beoordeling van vrijkomend secundair materiaal (input) en bij de beoordeling van wat er theoretisch nog met het bouwwerk kan (output).

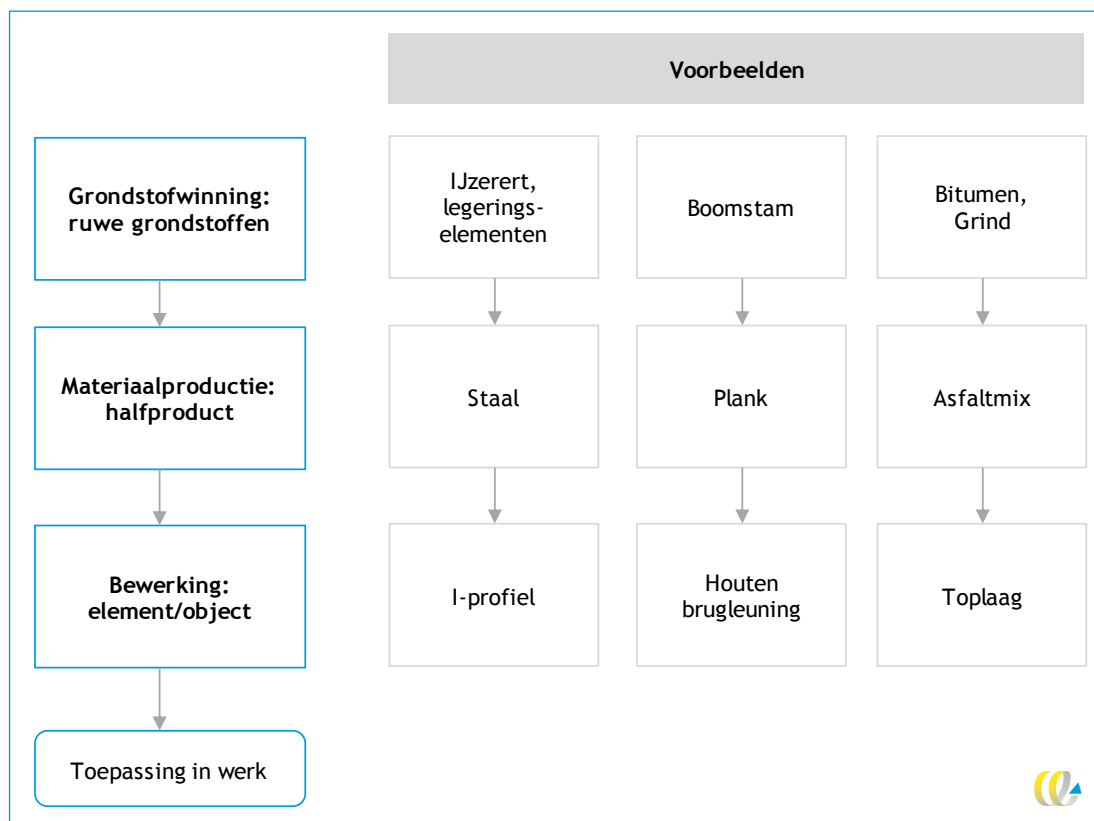
Figuur 5 - Vrijkomend en toegepast materiaal in een jaar komt niet uit hetzelfde bouwwerk



2.3 Afbakening niveau 'materialen'

Voor het gemak gebruiken we de term 'materiaal' als verzamelbegrip. We bedoelen met 'materiaal' typen bouwmaterialen, zoals staal, beton, asfalt, zand, etc. Maar meer precies kan het gaan om een bouwelement gemaakt uit dat materiaal, of juist om een ruwe grondstof. Daar waar het nodig is zullen we in het rapport preciezer zijn en het hebben over grondstof, halfproduct (het daadwerkelijke materiaal) en bouwelement of object.

Figuur 6 - Terminologie gerelateerd aan materiaalgebruik en voorbeelden



2.4 Afbakening sector, geografisch

De afbakening is: bouwmaterialen toegepast in en vrijkomend bij projecten voor Rijkswaterstaat in Nederland. Deze afbakening heeft wel tot gevolg dat andere landen en sectoren, waarmee uitwisseling plaatsvindt, buiten beeld blijven.

Stel RWS wordt 100% circulair, dan is het goed mogelijk dat bij andere sectoren en op grotere schaal, de mate van circulariteit afneemt. Er is immers wereldwijd een beperkte hoeveelheid hernieuwbaar materiaal en secundair materiaal beschikbaar. Als de bouw een hoge vraag heeft aan secundair en/of hernieuwbaar materiaal, dan is er minder beschikbaar voor gebruik in andere sectoren, en andersom. Als vraag naar materiaal van een sector groter is dan de hoeveelheid (bruikbaar) afval dat uit die sector ontstaat, dan is volledige circulariteit alleen mogelijk als er materiaal gebruikt kan worden uit andere sectoren die krimpen. Maar in de praktijk groeien vrijwel alle sectoren nog qua materiaalgebruik.

De nominale beschikbaarheid van secundair materiaal, aangevuld met duurzaam geproduceerd hernieuwbaar materiaal¹², bepaalt de maximaal mogelijke circulariteit van materiaalgebruik wereldwijd.

¹² Hernieuwbaar materiaal heeft tijd en vruchtbaar land nodig om te kunnen ontwikkelen.

3 Databeschikbaarheid

Om indicatoren praktisch te kunnen beoordelen kijken we in dit hoofdstuk eerst naar welke data er van projecten eigenlijk beschikbaar is op dit moment. Deze databeschikbaarheid bepaalt de huidige praktische mogelijkheden. Ook zien we zo wat er nog niet mogelijk is, dus waar verdere ontwikkeling in databeschikbaarheid noodzakelijk is. Hiaten en mogelijke ontwikkelingen bespreken we door het rapport heen en komen samen in de roadmap, Hoofdstuk 11.

3.1 Informatie beschikbaar per project

Per project wordt informatie bijgehouden. Data wordt niet verzameld op een hoger aggregatieniveau dan het individuele project. Er bestaat (nog) geen ICT-systeem dat de data van individuele projecten automatisch inleest en aggregereert. Ook zijn er nog geen afspraken met aannemers en producenten over uniforme dataformats (welke data en welk detailniveau).

Rijkswaterstaat heeft voorbeelden aangeleverd van hoe bij bouwprojecten informatie over materiaalgebruik wordt bijgehouden. De cases zijn:

- de Blankenburgverbinding;
- A27/A1 knooppunt Eemnes;
- renovatie sluis Eefde;
- renovatie wegdek N57, A58 en N59.

Van de bouwprojecten is bij RWS beschikbaar, in Excel en/of PDF:

- De hoeveelheden materiaal per type materiaal. Soms is dit gegeven als totaal, soms per bouwelement (zoals sluisdeur, wegvak).
- Het DuboCalc-verslag met de MKI-score van het gehele project.

Hetzelfde type informatie is beschikbaar van het referentieproject (ontworpen door RWS).

De hoeveelheden en de DuboCalc-resultaten zijn bepaald ten tijde van inschrijving, op basis van het ontwerp door de aannemer. Het zijn dus theoretische hoeveelheden, niet daadwerkelijk toegepaste hoeveelheden.

In het geval van de Blankenburgverbinding wordt ook de MKI van het materiaalverbruik bepaald van het uiteindelijke ontwerp en van het daadwerkelijk gebruikte materiaal bij oplevering. Deze gegevens zijn nog niet beschikbaar, want de voorbereiding van de bouw is nog in gang (december 2018). Over de renovatie van de wegdekken N57, A58 en N59 is ook opgegeven hoeveel asfalt is weggefreed.

Daarnaast heeft Rijkswaterstaat een inschatting opgegeven van de totale hoeveelheid toegepast materiaal door Rijkswaterstaat in een specifiek jaar (2011) en de klimaatimpact van dit materiaalgebruik.

3.2 Wat kan er wel/niet met de beschikbare data

Met de bovengenoemde gegevens, in de vorm waarin ze nu beschikbaar zijn voor RWS is het mogelijk om de totale hoeveelheid per materiaaltipe te bepalen. Het is daarvoor nodig om zelf de optelling te maken naar type materiaal. Voor enkele projecten is dit nog wel met de hand te doen, maar niet voor alle RWS-projecten jaarlijks; daarvoor is software onontbeerlijk. Het totaal aan materiaal is niet direct te bepalen omdat sommige materialen worden uitgedrukt in gewicht (ton) en andere in volume (m³). Voor omrekening en optelling is het soortelijk gewicht per materiaaltipe nodig.

Het aandeel secundair materiaal is niet aangegeven in de bestudeerde projectopgaven. Soms is er wel een inschatting te maken, zoals bij asfalt. Dit moet dan handmatig gebeuren, met opzoeken van extra informatie over typische samenstelling van de specifieke typen asfalt zoals ZOAB. Bij staal- en betontypen is geen aandeel secundair aangegeven en ook niet mogelijk om op te zoeken omdat informatie over de specifieke samenstelling ontbreekt.

De bouwprojecten leveren geen concrete gegevens over wat er nog met de bouwelementen en materialen kan na afdanking. De verwerkingsroute van het gefreesde asfalt in het renovatieproject is niet opgegeven. Men kan aannemen dat het wordt gerecycled in de asfaltcentrale en opnieuw wordt ingezet als wegdek, maar het staat niet zwart-op-wit. Demontage en eindverwerking zit besloten in de MKI-score op basis van generieke end-of-life-gegevens (zie ook Paragraaf 3.4). De MKI-score op zich levert echter niet genoeg informatie voor inzicht in daadwerkelijk materiaalbehoud na afdanking.

De beperkingen van wat er met beschikbare informatie kan, komen vooral door de vorm waarin de gegevens nu beschikbaar zijn. Aannemers monitoren hun materiaalgebruik, hebben contact met leveranciers en gebruiken specifieke samenstellingen (beton, asfalt) in bouwprojecten en (zouden moeten) weten wat er met vrijkomend materiaal gebeurt. Zodoende hebben zij veel bruikbare informatie beschikbaar. Het is alleen de vraag hoe dit kan worden ontsloten. De huidige manier van gegevens opvragen bij Rijkswaterstaat is in ieder geval ontoereikend om snel inzicht te verkrijgen in details van het materiaalgebruik en vrijkomend materiaal.

3.3 Data vastleggen voor jaarlijkse monitoring: op welk moment?

In deze paragraaf staat de vraag centraal *wanneer* informatie wordt verzameld en aangeleverd over materiaaltoepassing en vrijkomen van materiaal.

Bij het beoordelen van projecten in de aanbestedingsfase kan Rijkswaterstaat uiteraard alleen gebruik maken van de informatie op basis van het ontwerp. Maar het aangrijpingspunt voor jaarlijkse monitoring is minder eenduidig. In theorie zijn de mogelijkheden:

1. Ten tijde van inschrijving.
2. Bij start van de werkzaamheden.
3. Na oplevering/afroning van de bouw- of sloopwerkzaamheden.

Ten tijde van inschrijving (1) is de enige mogelijkheid voor beoordeling van projecten in de aanbestedingsfase.



Voor de jaarlijkse beoordeling van materiaalgebruik en vrijkomend materiaal is het meest precies om uit te gaan van daadwerkelijk gemeten materiaal. Dit is pas beschikbaar na oplevering of afronding (3). Een materialenpaspoort, opgesteld op basis van het definitieve ontwerp (2) kan ook een geschikte bron van informatie zijn.

Momenteel wordt niet exact gemonitord hoeveel materiaal vrijkomt. Een aannemer zal toch een inschatting maken van de werkzaamheden op basis van formaat/volume van het bouwwerk. Voor vrijkomend materiaal en de beoogde verwerkroutes kan voor nu daarom wellicht worden gewerkt met inschattingen van de aannemer ten tijde van inschrijving (1). Idealiter monitort de aannemer tijdens de sloop de daadwerkelijk vrijkomende materiaalstromen en verwerkroutes en rapporteert dit na afronding (3).

Langlopende bouwprojecten: wanneer ‘inboeken’?

Bouwprojecten duren vaak langer dan één jaar. Een materiaalboekhouding op projectbasis lijkt voor RWS logischer dan op jaarbasis. Anders zal RWS elk jaar van de lopende bouwprojecten moeten opvragen wat het daadwerkelijk gebruikte en vrijkomende materiaal was (plus de gewenste circulaire indicatoren). Bij een boekhouding op jaarbasis lijken er twee logische momenten van ‘inboeken’ van de gegevens door RWS: ten tijde van het definitieve ontwerp, ofwel de start van de bouw (2) of ten tijde van afronding van het gehele project (3).

3.4 Beschikbaarheid van generieke informatie

In Paragraaf 2.1 werd benoemd dat ook voor circulaire indicatoren inzicht in de levenscyclus van bouwwerken van belang is. Circulaire indicatoren komen voort uit geïntegreerde gegevens over de materialen, desgewenst¹³ door de gehele keten heen.

In de nationale milieudatabase (NMD), materiaaldatabase Ecoinvent en in DuboCalc is generieke levenscyclusinformatie beschikbaar over de productie van bouwmaterialen, materieelgebruik voor het toepassen van materialen in het werk (zoals storten van betonmortel) en sloopwerkzaamheden, en transport.

Generiek, omdat het gaat om vooropgestelde data van bouwmaterialen, met een bepaalde samenstelling, en algemene/gemiddelde gegevens over transport, brandstof- en materieelgebruik bij bouw en sloop. Lang niet alle mogelijke asfaltsamenstellingen, staalsamenstellingen, betonsamenstelling, etc. zijn beschikbaar in de databases. Er zijn tools beschikbaar voor aannemers waarmee de samenstelling van asfalt of beton kan worden opgesteld op basis van het specifieke ontwerp. Maar deze specifieke modellering kan momenteel nog niet ‘ingeladen’ worden in software zoals DuboCalc.

De generieke gegevens leveren dus een inschatting op van het materiaalgebruik, brandstofverbruik, etc. CE Delft heeft bij aannemers gezien dat de praktijk soms heel anders is dan het generieke model, ook voor transportafstand en brandstofverbruik voor bouw en sloop.

Databases kunnen dus helpen om een inzicht te verkrijgen in de keten. Maar voor echte representatie van de werkelijkheid zijn details nodig van de aannemer en/of materiaalproducent.

¹³ Het moet nog worden bepaald welke exacte indicatoren voor RWS het meest bruikbaar zijn en in welke mate van detail. Sommige indicatoren zullen gebaseerd zijn op informatie uit eerdere (productie, toelevering van materialen) of latere levensfasen van bouwmaterialen (details over verwerking na afdanking).



Het type gegevens dat in de Nationale milieudatabase over materialen beschikbaar is, is weergegeven in Figuur 7. Het zijn milieuresultaten en enkele indicatoren in kg of MJ, zoals berekend over de gehele productieketen met de SBK Bepalingsmethode. Mogelijk kunnen dit soort proceskaarten in de toekomst worden uitgebreid met gegevens die nodig zijn voor circulaire indicatoren, zoals het aandeel secundair materiaal en afvalverwerking waarbij onderscheid wordt gemaakt naar diverse verwerkroutes.

Figuur 7 - Proceskaart van een bouw materiaal in de NMD

Outputs to technosphere: Products and co-products		Amount	Unit	Quantity
SBK straatbaksteen, PRODUCTIE met gaswasser, 2012, c2		1	kg	Mass
Inputs from nature		Sub-compartment	Amount	Unit
001. kg SB eq non fuel			9,94E-8	kg
002. kg SB eq fuel			0,00197452	kg
101. Energy, primary, renewable (MJ)			0,051282819	MJ
102. Energy, primary, non-renewable (MJ)			4,268497902	MJ
104. Water, fresh water use (m3)			0,092365217	m3
Emissions to air		Sub-compartment	Amount	Unit
004. kg CO2 eq			0,235046413	kg
005. kg CFC 11-eq			2,94E-8	kg
006. kg ethyl eq			4,97E-5	kg
007. kg SO2 eq			0,000301963	kg
008. kg PO4-- eq			5,31E-5	kg
009. kg 1,4 DB-eq. Human toxicity			0,04517445	kg
010. kg 1,4 DB-eq. Fresh water ecotoxicity			0,00058509	kg
012. kg 1,4 DB-eq. Marine water ecotoxicity			19,87938252	kg
014. kg 1,4 DB-eq. Terrestrial ecotoxicity			0,00065983	kg
Add				
Emissions to water		Sub-compartment	Amount	Unit
Add				
Emissions to soil		Sub-compartment	Amount	Unit
Add				
Final waste flows		Sub-compartment	Amount	Unit
106 Waste, hazardous (kg)			0,005236526	kg
105 Waste, non hazardous (kg)			0,132035556	kg

4 Indicator voor input aan materiaal

Het behoud van grondstoffen – kernprincipe in een circulaire economie – impliceert dat er geen niet-hernieuwbaar primair materiaal meer gebruikt mag worden in een circulaire economie. In dit hoofdstuk verkennen we de praktische en methodische geschiktheid van een (deel)indicator voor hoeveelheid en type toegepast materiaal (input).

Dit hoofdstuk gaat dus niet in op vrijkomend materiaal en de verwerking daarvan (bouw- en sloopafval). De praktische en methodische geschiktheid daarvan komt in Hoofdstuk 6 aan bod. Voor een compleet beeld van circulariteit zijn beide nodig (ten minste)!

In Paragraaf 4.1 bespreken we de theorie: wat een (deel)indicator voor materiaal-input uitdrukt. In Paragraaf 4.2 volgt de praktische beoordeling van de indicator. Daar wordt ook ingegaan op de praktische consequenties van de databehoeftes voor het berekenen van de indicator.

In drie andere hoofdstukken diepen we de indicator voor materiaalinput verder uit.

- Hoofdstuk 5: onderscheid maken tussen hernieuwbare en niet-hernieuwbare materialen ja/nee/hoe?
- Hoofdstuk 6: voor secundair materiaal: hoe kunnen we omgaan met verschil in kwaliteit, kwaliteitsverlies, waardebehoud?
- Hoofdstuk 8: materiaalverlies en andere niet-circulaire aspecten in de productieketen.

4.1 Input aan materiaal: hoeveelheid, aandeel primair, aandeel secundair

Een kwantitatieve circulaire indicator voor input aan materiaal moet inzicht geven in:

- de totale toegepaste hoeveelheid materiaal;
- de verhouding tussen primair en secundair materiaal;
- optioneel: aandeel hernieuwbaar materiaal – dit wordt in dit hoofdstuk nog buiten beschouwing gelaten: zie hiervoor Hoofdstuk 5.

Immers, toepassing van secundair materiaal leidt tot grondstoffenbehoud (minder toepassing van primaire grondstoffen):

- Primair: het bouw materiaal of bouwelement is geproduceerd uit nieuw gewonnen, *virgin* grondstoffen.
- Secundair: niet-primair. Het bouw materiaal of bouwelement is geproduceerd uit herwonnen grondstoffen: gerecyclede materialen of hergebruikte elementen.

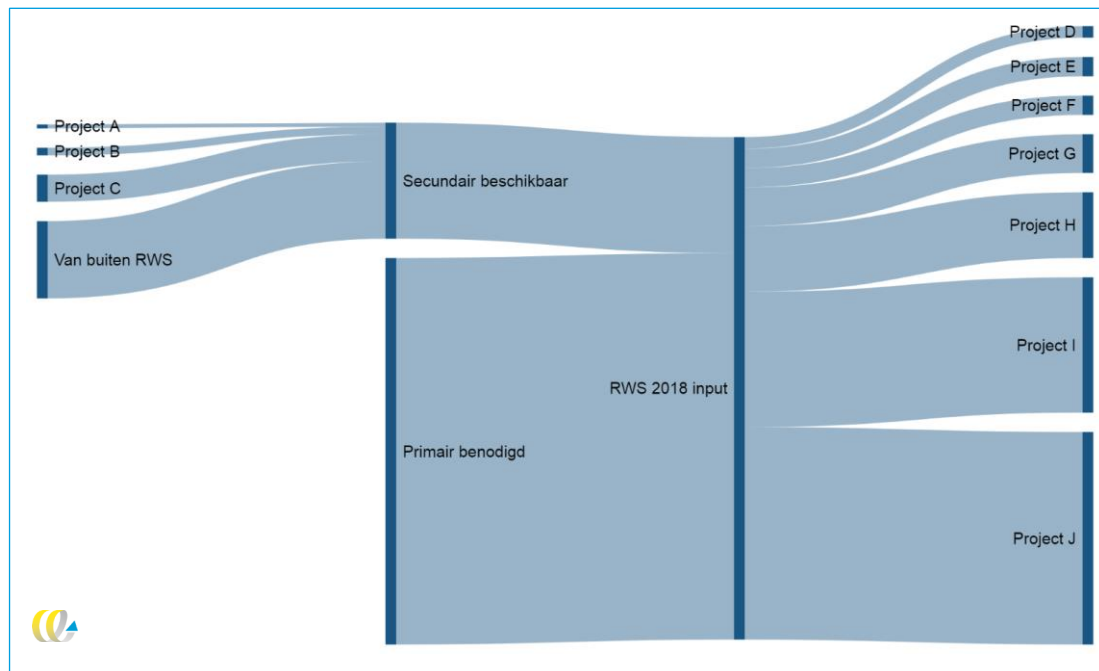
Bij een deelindicator voor input aan materiaal plaatsen we direct vier opmerkingen:

1. Een deelindicator voor *input* (toepassing) van materiaal zegt nog niets over of de grondstofketen adequaat is gesloten aan de *output*-kant. Met andere woorden: werd het verkregen secundaire materiaal wel op een zo circulaire, hoogwaardig mogelijke manier ingezet, of vond er downcycling plaats? Bijvoorbeeld: het secundair grind (menggranulaat) is meestal afkomstig van betonnen elementen of metselwerk (downcycling). Wij zijn echter van mening dat beoordeling van hoogwaardigheid het best kan plaatsvinden als het materiaal vrijkomt (zie daarvoor Hoofdstuk 6). Want daarop hebben RWS, de ontwerpers en de aannemers invloed.



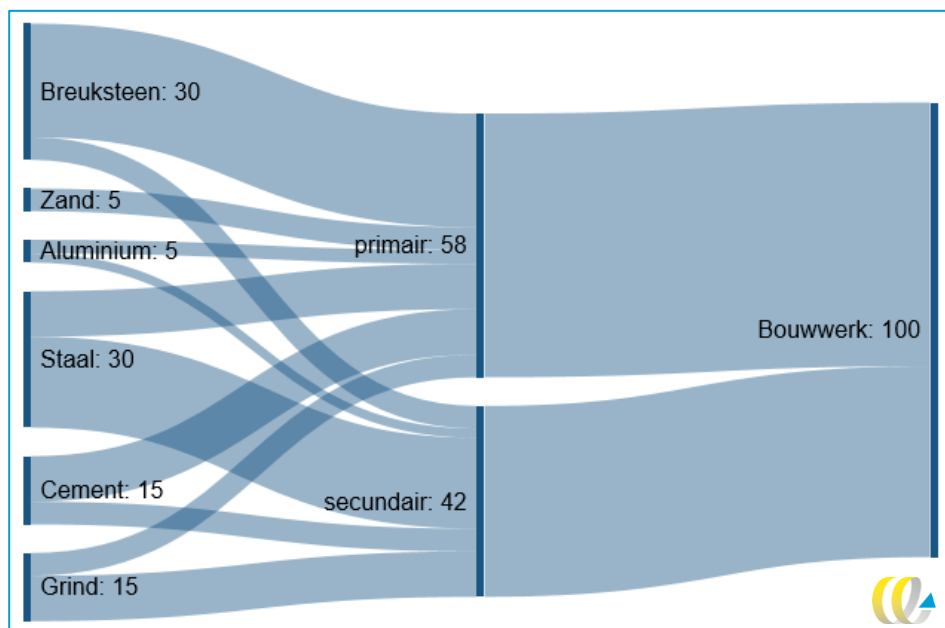
2. Merk op dat secundaire materialen vaak niet afkomstig zijn van gesloopte RWS-bouwwerken.
3. De vraag naar materiaal is hoger dan het aanbod. Het is dus niet haalbaar om 100% secundair materiaal te gebruiken. Ook geldt dat de materialenvraag nu anders is dan de materialen die nu vrijkomen. Het blijft dus in een groeiende economie ook heel belangrijk om de primaire materiaalstroom te verduurzamen.
4. Zolang primair materiaal gebruikt wordt, blijft het van belang om daarvoor de meest duurzame variant te kiezen. Verduurzaming van primaire grondstofwinning blijft even belangrijk als het werken aan het sluiten van grondstofketens.

Figuur 8 - Illustratie: primair en secundair materiaal voor projecten RWS in een bepaald jaar



Figuur 9 geeft een mogelijke verdeling weer tussen primair/secundair materiaal voor een specifiek project. Materialen kunnen samengesteld zijn en kunnen ook ten dele bestaan uit secundair materiaal. De totale verhouding primair/secundair in een bouwwerk komt dus voort uit de afzonderlijke aandelen primair/secundair per materiaal. Dit wordt nader besproken in Paragraaf 4.2.3.

Figuur 9 - Illustratie: Inzicht in primair en secundair materiaal voor een bepaald project



4.1.1 Indicator: hoeveelheid primair materiaal

De nationale ambitie omtrent circulariteit is: ‘50% minder gebruik van primaire grondstoffen (mineraal, fossiel en metalen)’¹⁴ (I&M, EZ, September 2016). Ook wordt gesteld: ‘De bouw neemt naar schatting 50% van het grondstoffenverbruik (...) voor zijn rekening’. De hoeveelheid primaire grondstoffen is een indicator die hierbij past.

Om de totale hoeveelheid primaire grondstoffen te bepalen, is het nodig om te weten, voor ieder materiaaltype:

- de totale toegepaste hoeveelheid van het materiaal of bouwelement;
- de verhouding tussen primair en secundair in het materiaal of bouwelement.

Bijvoorbeeld: in beton wordt vaak een deel gerecycled materiaal toegepast (menggranulaat, hoogovencement). Slechts de hoeveelheid beton monitoren volstaat dan niet om de hoeveelheid primair materiaal in beton vast te stellen.

Om te toetsen in hoeverre het doel van de nationale overheid bereikt is, of de bijdrage van RWS daaraan, is de ‘hoeveelheid primair materiaal’ een adequate indicator. Als het jarenlang wordt gemonitord kan het inzicht bieden in de trend van dematerialisatie. Met een koppeling aan uitgaven (€) kan jaarlijks de grondstofintensiteit bepaald worden.

Want anders impliceert de overheidsdoelstelling: ‘een jaar waarin niet werd gebouwd – en waarin dus geen materialen werden gebruikt – is volledig circulair’.

Nadelen aan de indicator ‘hoeveelheid primair materiaal’ zijn:

- het legt geen relatie met de hoeveelheid secundair materiaal die is toegepast;
- het is niet mogelijk om verschillende jaren eerlijk te vergelijken op de mate van circulariteit.

¹⁴ Er is niet gedefinieerd ten opzichte van welk referentiejaar dit is. En dus ook niet wat het bijbehorende bouwvolume is of het in dat jaar besteed bedrag aan bouw-/renovatieprojecten.

Het *aandeel* primaire materialen, of het *aandeel* secundaire materialen maakt wel een eerlijke jaarlijkse vergelijking mogelijk. Dit wordt benoemd in de volgende paragraaf.

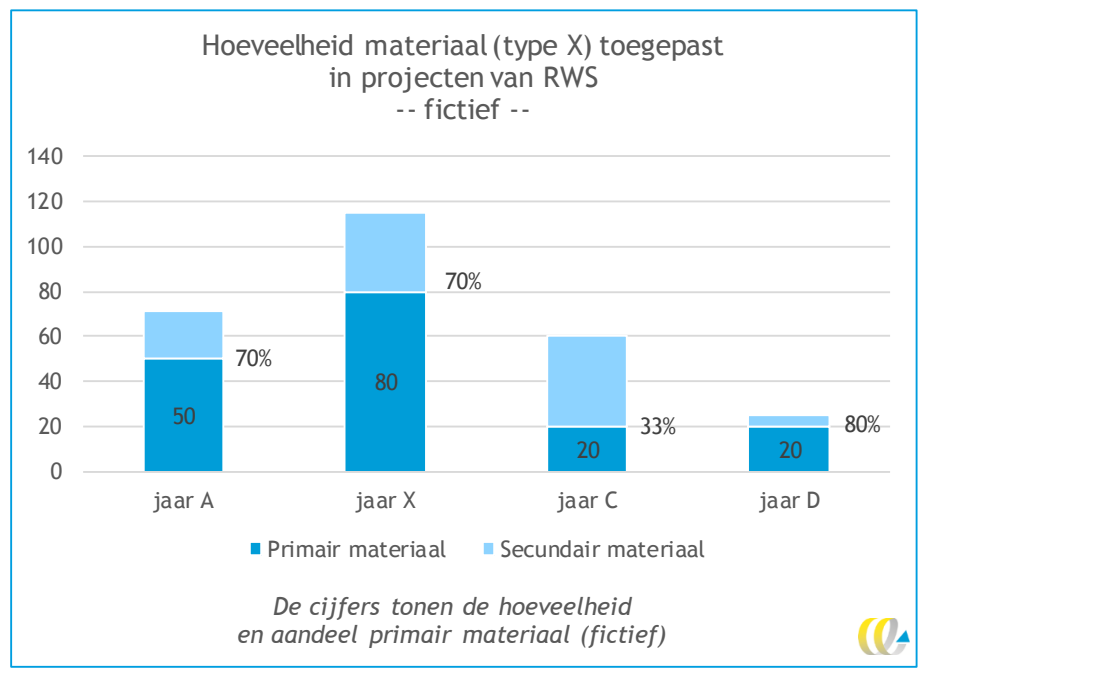
Box 1 - Illustratie van de mismatch tussen *hoeveelheid* primair materiaal en circulariteit

In Figuur 10 is – geheel fictief – materiaalgebruik weergegeven voor projecten van Rijkswaterstaat in vier jaren (A t/m D).

In jaar A is minder primair materiaal gebruikt dan in jaar B (50 vs. 80). Jaar A zou dus ‘circulairder’ zijn volgens de indicator. Maar er is ook minder secundair materiaal gebruikt. De verhouding primair/secundair is hetzelfde in beide jaren (70%). In jaar B werd er gewoon meer gebouwd dan in jaar A.

In jaar C is meer gebouwd dan in jaar D. Toch is het in jaar C gelukt om relatief weinig primair materiaal te gebruiken, door slim te ontwerpen en veel secundair materiaal te gebruiken. Volgens de indicator ‘hoeveelheid primair’ zouden jaar C en D even goed scoren. Het aandeel primair is echter veel hoger in jaar D dan in jaar C.

Figuur 10 - Fictief voorbeeld van de mismatch tussen hoeveelheid primair en mate van circulariteit



4.1.2 Indicator: aandeel primair of aandeel secundair

Het ‘aandeel primair’ als indicator geeft aan: hoe lager het aandeel primair materiaal, hoe meer circulair (aan de voorkant). 0% primair is maximaal circulair.

Het ‘aandeel secundair’ als indicator geeft aan: hoe hoger het aandeel secundaire materialen, hoe meer circulair (aan de voorkant). 100% secundair is maximaal circulair.

Er geldt: Aandeel primair = 1 - aandeel secundair.



Een *aandeel* als indicator houdt rekening met al het materiaalgebruik, niet alleen met het primaire materiaalgebruik (zoals in Paragraaf 4.1.1). Beiden gelden als deelindicator: 100% secundair of 0% primair garandeert nog geen circulair product. Het oordeelt immers nog niet over de herkomst en kwaliteit van het secundaire materiaal, de mogelijkheden na afdanking en fossiele emissies bij productie van het secundaire materiaal.

Vaak bestaat een bouw materiaal ten dele uit secundair materiaal. Enkele voorbeelden:

- Staal: het aandeel secundair wordt bepaald op basis van het aanbod (vrijkomend staal uit allerlei producten) en de minimaal benodigde eigenschappen van het (half)product.
- Wegen: gestript asfalt wordt verwerkt in asfaltcentrales en gemengd met primaire grondstoffen voor asfalt. Menggranulaat wordt ingezet als wegfundering.
- Beton: zowel het cement als het toeslagmateriaal kan ten dele bestaan uit gerecyclede grondstoffen.

Binnen een bouwproject kunnen meerdere varianten van het bouw materiaal worden toegepast, met ieder een ander aandeel secundair materiaal.

4.2 Praktische toepassing: dataverzameling

Deze paragraaf gaat in op de benodigde data voor het bepalen de verhouding tussen primair en secundair materiaalgebruik.

4.2.1 Gegevens per materiaalcategorie, per bouwelement

Allereerst is het nodig om het aandeel primair en secundair materiaal te onderscheiden per materiaalcategorie. Zie ook Figuur 11. Hiervoor is het nodig om te weten:

- totale hoeveelheid (gewicht aan) materiaal per type grondstof;
- de verhouding primair/secundair per materiaal of bouwelement.


Hergebruik van bestaande constructies en elementen, zoals bestaande funderingen of hergebruik van bekleding, moet hierin ook worden inbegrepen (in Paragraaf 4.2.5 gaan we hier nader op in).

De totale hoeveelheid per materiaal is nodig om resultaten van individuele bouwprojecten bij elkaar op te kunnen tellen tot een score per materiaaltipe op het niveau van RWS als geheel, jaarlijks. Optioneel: de totale hoeveelheid maakt het ook mogelijk om de diverse grondstoffen op te tellen of (desgewenst) te wegen naar één eindscore voor aandeel secundair materiaal voor RWS. Een weegfactor heeft dan als functie om onderscheid te maken tussen materiaalcategorieën. Zo kan worden voorkomen dat (bijvoorbeeld) herwonnen zand een onevenredig grote bijdrage levert aan het eindresultaat.

Figuur 11 - Voorbeeld: databehoeftte voor berekening secundair aandeel RWS per jaar

Aandeel secundair per materiaalttype, jaarlijks gebruikt in RWS-projecten			
Materiaalcategorie	Gewicht (ton)	Aandeel secundair	Weegfactor (optioneel)
Asfalt			
Beton			
Staal, onbehandeld			
Staal, behandeld			
Hout, onbehandeld			
Hout, behandeld			
Steenachtig			
Grondverzet			
...			
...			

Optioneel	
Gemiddeld aandeel secundair materiaal in RWS-projecten, jaar	x %



NB: De figuur is niet bedoeld als mogelijk format voor een datasysteem. Het is bedoeld om te laten zien welke gegevens benodigd zijn voor berekening en aanlevering.

Het zal nodig zijn om afspraken te maken over de lijst, of de lijst te standaardiseren:

- Welke materialen en materiaalvarianten komen op de lijst? RWS kan bijvoorbeeld aansluiten bij de lijst 'prioritaire materiaalstromen'.
- Wordt er bijvoorbeeld onderscheid gemaakt naar typen staal (RVS, legeringen)?
- Moet zand in de lijst worden opgenomen?
- Is het belangrijk dat voor end-of-life-mogelijkheden dezelfde lijst wordt aangehouden, of mag deze anders zijn? (Zie ook Hoofdstuk 7.)
- Hoe wordt er omgegaan met nieuwe/innovatieve materialen waar nog geen categorie voor bestaat?

4.2.2 Herkomst brongegevens

Met de huidige beschikbare gegevens in DuboCalc is het aandeel primair/secundair van materialen helaas niet te bepalen. Dit komt omdat in DuboCalc en de Nationale Milieudatabase alleen LCA-resultaten worden weergegeven. De achtergronden bij de LCA, zoals materiaalverliezen en aandeel secundair materiaal, zijn niet meer zichtbaar voor de gebruiker en zij worden niet openbaar gerapporteerd. Momenteel zien wij twee opties voor de informatiebron.

Optie 1: Informatie via aannemers, per project voor RWS

De brongegevens zullen afkomstig zijn uit de diverse bouw- en renovatieprojecten in opdracht van RWS. Dat betekent dat zij bovenstaande gegevens moeten aanleveren, die clustering tot de materiaalcategorieën mogelijk maakt. Aannemers zullen dus in hun materiaalboekhouding elk bouwelement moeten typeren naar materiaalcategorie. Mogelijk zou DuboCalc of andere LCA-software geschikt gemaakt kunnen worden hiervoor. Een materialenpaspoort of een BIM-systeem (Madaster) zou in dit soort informatie-verstrekking en -verwerking kunnen voorzien.

Figuur 12 - Samenstelling bouwwerk - clustering tot materiaalcategorieën

Detailgegevens samenstelling bouwwerk door aannemer					
Onderdeel binnen werk	Element	Materiaal, type, variant	Materiaalcategorie (voor aggregatie)	Gewicht (ton)	Percentage secundair default
Viaduct	Heipalen	Betonproduct type X, CEM I	Beton	20	0%
		Betonstaal	Staal, onbehandeld	4	60%
	Wegdek	Asfalt toplaag ZOAB	Asfalt	6	0%
	Wegfundering	Menggranulaat	Asfalt, fundering	35	100%
Dijk	Beschoeiing	Breuksteen	Steenachtig	30	0%
	Damwanden	Constructiestaal - damwand	Staal, onbehandeld	8	90%
Gebouw op dijk	Fundering	Hergebruikte betonnen constructie	Beton	12	100%
		Hout, herkomst X, behandeld	Hout, behandeld	0,5	0%
...					
...					

Optie 2: RWS volgt landelijk gemiddelde

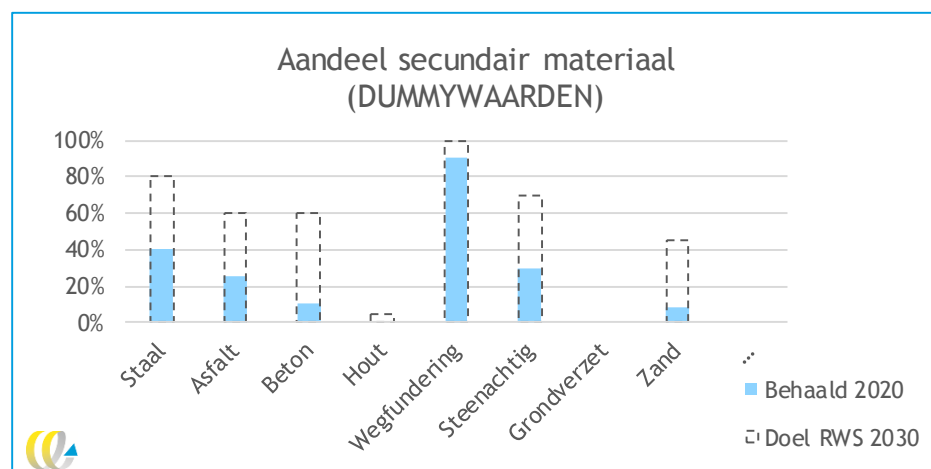
Grote Nederlandse producenten leveren hun bouwmaterialen aan de grote (Nederlandse en buitenlandse) aannemers, die ze inzetten in projecten voor RWS en andere projecten. Het zou mogelijk gemaakt kunnen worden dat brancheverenigingen gemiddelden bijhouden voor hun materiaal. Dit gebeurt op dit moment nog niet, of in ieder geval niet bij alle brancheverenigingen.

Nadeel hiervan is dat buiten beeld blijft hoeveel materiaal en bouwelementen werd *hergebruikt*.

4.2.3 Optelling/weging tot één uitkomst?

Het is mogelijk dat RWS zichzelf doelen stelt voor aandeel secundair per materiaaltype. Dat kan er zo uitzien:

Figuur 13 - Mogelijke rapportagevorm van aandeel secundair materiaal



Voordelen van separate doelen per materiaaltipe zijn:

- Het niet nodig een totale score voor ‘aandeel secundair’ te bepalen.
- Het is transparant.

Nadelen van separate doelen per materiaaltipe zijn:

- Er moeten meerdere doelen gesteld worden.
- RWS kan niet stellen: wat betreft materiaalgebruik zijn wij nu x% circulair. Zo’n statement kan alleen per type materiaal.

Gezien de nadelen is het dus denkbaar dat RWS juist wel (ook) één overkoepelend ‘aandeel secundair’ wil rapporteren. Dat heeft echter nog wat extra voeten in de aarde. Want:

- Alle hoeveelheden moeten in kilogrammen worden uitgedrukt. Nu wordt vaak m^3 gehanteerd als eenheid (beton, steenachtig materiaal, asfaltlagen, zand); omrekening is dan nodig. Die informatie is goed beschikbaar, maar het vergt een extra handeling en functie in software die de gegevens bijhoudt en omrekent naar een prestatie-indicator.
- Hoe om te gaan met verschillen tussen grondstoffen? Als voor alle materialen tezamen de circulariteitsscore wordt berekend wordt het eindresultaat gedomineerd door het materiaal dat het meest wordt gebruikt. Circulariteitsscores optellen van zand, staal, grondverzet, cement en (stel) zeldzame metalen zegt niet zoveel en leidt tot informatieverlies. Als een eenpuntsscore gewenst is, dan pleiten we voor weging van de materiaalcategorieën. Een weegfactor heeft de functie om onderscheid te maken tussen materiaalcategorieën. Bijvoorbeeld op basis van waarde (€) of relatieve milieu-impact van het materiaal.

Het is een optie om niet voor *alle* materialen te berekenen wat het aandeel primair/ secundair is. RWS kan een onderscheid maken tussen herwinbare en technische materialen. Hiervoor kan RWS een verschillende aanpak qua circulariteit aanhouden. In Paragraaf 4.3 geven we een advies hierover.

De totale hoeveelheid *per materiaaltipe* zal hoe dan ook moeten worden gerapporteerd, in de bijpassende eenheid: kg of m^3 . Het is belangrijk om in te zien hoeveel er jaarlijks werd gebruikt van elk materiaal, vanwege verschuiving van a-biotisch naar biotisch materiaal en ook omdat het aandeel secundair (of aandeel primair) op zichzelf niets zegt over de hoeveelheid materiaal.

4.2.4 Wie of wat bepaalt de verhouding secundair/primair?

Voor de indicator ‘aandeel secundair’ zijn eenduidige regels nodig voor wat nu precies secundair is. Daarbij maakt het uit wanneer het aandeel secundair wordt bepaald.

Hier zijn drie mogelijkheden voor:

1. Ten tijde van het ontwerp bij inschrijving (theoretisch).
2. Op basis van het definitieve ontwerp (van plan).
3. Op basis van daadwerkelijk gebruikte hoeveelheid materiaal (praktijk, gemeten).

Het meest accuraat zou zijn om het daadwerkelijk toegepast materiaal in de bouwprojecten te hanteren. Lastig daarbij is dat bouwprojecten vaak langer dan één jaar lopen. Wat dat betreft is het makkelijkst om uit te gaan van het definitieve ontwerp, vlak voor de start van de bouw (2), of bij oplevering (3).

Bij inschrijving (1) wordt nu vaak een DuboCalc-berekening gevraagd, waarbij het materiaalgebruik wordt gemodelleerd. Zie ook Paragraaf 4.2: modellering (met DuboCalc of andere LCA-software) biedt in de toekomst¹⁵ kansen om het *theoretisch* aandeel secundair door te rekenen, op basis van defaultwaarden van secundair materiaal. Er zal dan echter wel een technische oplossing moeten komen voor het optellen naar type materiaal.

Het theoretische aandeel secundair is het minst accuraat omdat:

- De aannemer maakt een inschatting van het type materiaal en de hoeveelheid.
- Men is afhankelijk van de beschikbare profielen van (samengestelde) materialen in DuboCalc. Momenteel is slechts een beperkt aantal default-samenstellingen beschikbaar voor staal, beton en asfalt. Voor het bepalen van de exacte samenstellingen bestaan tools (CUR Groen beton-tool; Ecochain-tool voor asfalt), maar de profielen in DuboCalc kunnen niet door de gebruiker gewijzigd worden.
- Het ontwerp verandert na inschrijving meestal nog.

Aannemers weten doorgaans, via hun leveranciers, wat het aandeel secundair materiaal is in de materialen die zij inkopen, zoals stalen producten, betonsamenstelling en asfalt-samenstelling. De aannemers kunnen het in ieder geval opvragen bij hun leverancier.

Ten tijde van het definitieve ontwerp (2) staat doorgaans al beter vast welke exacte materialen zullen worden ingekocht. Dit is een mogelijk moment voor het ‘inboeken’ van het aandeel secundair aan RWS, voor de jaarlijkse statistieken. In sommige RWS-projecten wordt momenteel gevraagd om een DuboCalc/MKI-berekening van het daadwerkelijke ontwerp, maar niet in alle. Als dit de norm wordt dan kan wellicht in de toekomst LCA-software worden gebruikt om het aandeel secundair te berekenen, mits de achterliggende database voldoende variatie biedt aan materiaalsamenstellingen (zie tweede punt van opsomming, boven). Als er geen LCA-berekening wordt gevraagd van het definitieve ontwerp, dan zou de aannemer gegevens moeten aanleveren via een materialenpaspoort of BIM-systeem.

Laatste moment van ‘inboeken’ van de statistieken is ten tijde van oplevering (3). Dit levert het meest accurate beeld op. Het gebruik van LCA-software bij oplevering komt vrijwel niet voor, momenteel, dus zou men gebruik moeten maken van een andere berekenings- en aanlevermethode.

¹⁵ De milieuprofielen van de materialen bevatten (nog) geen karakterisatiefactoren voor het aandeel secundair materiaal. Ook rapporteert de SBK Bepalingsmethode (analysemethode) het aandeel secundair (nog) niet.



Ook als LCA-software wordt gebruikt door de aannemer, zal RWS een datamanagement-systeem nodig hebben voor:

- invoer van het gemiddeld aandeel secundair per materiaalcategorie;
- optellen van de entries per materiaalcategorie tot een totaal-aandeel op RWS-niveau (jaarlijks).

Als er geen LCA-software wordt gebruikt, zal er een aanvullende regel moeten komen voor het bepalen van het aandeel secundair per materiaalcategorie. Namelijk: men moet het gewogen gemiddelde aandeel bepalen op basis van het gewicht van ieder bouwelement, niet het gemiddelde (zonder gewicht in beschouwing te nemen).

4.2.5 Bestaande constructies meerekenen

Hergebruik van bestaande constructies of bouwelementen is een essentieel onderdeel van een circulaire economie. Hoe weet men echter het gewicht van hergebruikte elementen als dit verankerd zit aan de bodem (zoals funderingen, of constructie-elementen)? In de toekomst is dit mogelijk te achterhalen uit het materiaalpaspoort van het oorspronkelijke bouwwerk. Momenteel vormt dit nog een uitdaging. Wellicht kan een inschatting worden gemaakt op basis van volume en soortelijk gewicht.

Hergebruikte onderdelen dienen hoe dan ook in de berekeningen van ‘aandeel secundair’ te worden meegenomen. Want zo niet, dan ontstaat er een vertekend beeld: een te lage circulariteitscore voor secundair materiaal. Om dit mee te kunnen nemen in LCA-software, zoals DuboCalc, zou een itemkaart moeten worden gecreëerd voor hergebruikt materiaal¹⁶.

4.3 Conclusie

Het bepalen van de verhouding primair/secundair materiaal is de meest basale circulaire indicator. Het vormt de basis van inzicht in materiaalbehoud in bouwwerken. Daarmee is het een must om de volgende informatie te verzamelen, per type materiaal:

- de hoeveelheid toegepast materiaal;
- aandeel primair en aandeel secundair daarvan.

We adviseren om geen verder onderscheid te maken in herkomst of kwaliteit van secundair materiaal. Het kan downcycled materiaal zijn, maar de gebruiker van het secundaire materiaal is daar niet verantwoordelijk voor. Het beoordelen van de kwaliteit van recycling is iets dat beter kan gebeuren bij het daadwerkelijke vrijkomen (zie Hoofdstuk 6).

Het aandeel primair/secundair is op zichzelf geen sluitende indicator voor circulariteit, want het zegt nog niets over de mogelijkheden van het materiaal na afdanking, het maakt nog geen onderscheid tussen hernieuwbaar en niet-hernieuwbaar materiaal en geeft geen inzicht in niet-circulaire aspecten bij productie en toepassing van de materialen.

Momenteel zijn er nog wat hordes te nemen, wil RWS de verhouding primair/secundair materiaal structureel monitoren. Ook voor deze basale indicator is de informatievraag aanzienlijk: brongegevens zullen vooral van aannemers en toeleveranciers beschikbaar moeten komen. Een grondstoffenpaspoort kan hierbij goed aansluiten, maar dit is op projectniveau. Bij RWS is een datamanagementsysteem nodig dat gegevens per project kan clusteren en omrekenen naar indicatoren voor het jaarlijks materiaalgebruik.

¹⁶ Dat is dan een lege proceskaart, zonder milieu-ingrepen, maar met een indicatie van 100% hergebruikt materiaal.

Daarnaast zijn beslissingen nodig over:

- Welke materialen en welke varianten binnen materiaalsoorten worden onderscheiden?
- Wie bepaalt het percentage secundair?
- Op welk moment wordt gemeten/berekend?

Advies over prioritering: omgaan met herwinbare en technische grondstoffen

In de GWW wordt veel zand, grond en breuksteen gebruikt. Dit zijn herwinbare grondstoffen en zij worden veelal hergebruikt in de bouw (afgegraven en elders heringezet). Qua volume en gewicht vormen deze grondstoffen de bulk van de gebruikte materialen. Daartegenover staan technische materialen – materialen die door de mens zijn geproduceerd of geteeld en bewerkt tot bouw materiaal. Als we het hebben over een circulaire economie denken we in eerste instantie aan technische materialen. Immers, technische materialen kan men verliezen door stort of verbranding en de kwaliteit en waarde kan enorm afnemen bij slecht doordachte toepassing en management bij EOL.

Het levert een vertekend beeld op als de hoeveelheid herwinbare materialen en technische materialen bij elkaar worden opgeteld, en zeker als de verhouding primair/secundair ongewogen wordt berekend. Grondstofbehoud is bij herwinbare materialen minder relevant dan bij technische materialen; ze zijn immers herwinbaar.

Een oplossing voor RWS kan zijn:

- Maak onderscheid tussen technische materialen en herwinbare materialen.
 - Bereken indicatoren voor grondstofbehoud alleen voor de technische materialen.
 - Laat herwinbare materialen – zand, grond(verzet) en steenachtig – buiten beschouwing bij het bepalen van de mate van circulariteit van *materiaalgebruik*.
 - Stuur bij herwinbare materialen op twee aspecten:
 - Brandstofgebruik voor winning en toepassing (aandeel fossiel/hernieuwbaar; Hoofdstuk 7).
 - Stel randvoorwaarden voor behoud van kwaliteit. Bijvoorbeeld: het humusgehalte in grond mag niet afnemen, mag veen niet degraderen en mag breuksteen niet verder verkleind worden. Deze randvoorwaarden kunnen gesteld worden door Rijkswaterstaat in de aanbesteding.
- Dit kunnen trouwens circulaire indicatoren zijn specifiek voor herwinbare materialen!
- De technische materialen kunnen geprioriteerd worden op basis van milieu-impact, schaarse of waarde. Dit soort prioriteitsfactoren kunnen gebruikt worden:
 1. Als weegfactoren voor optelling tot één circulariteitsscore voor een bouwwerk.
 2. Bij het bepalen van rangvolgorde voor belangrijkheid van circulaire doelstellingen door Rijkswaterstaat.



5 Hernieuwbaar, niet-hernieuwbaar

Dit hoofdstuk bespreekt argumenten voor en tegen het maken van onderscheid tussen hernieuwbaar en niet-hernieuwbaar materiaal in een indicator voor materiaalgebruik. En: als er besloten wordt onderscheid te maken, wat zijn dan mogelijkheden en heikele punten.

5.1 Onderscheid maken tussen hernieuwbaar en niet-hernieuwbaar?

5.1.1 Introductie hernieuwbaar

In een circulaire economie wordt onderscheid gemaakt tussen de technische en de biologische kringloop. Grondstoffen die a-biotisch van aard zijn en niet-biologisch afbreekbaar zijn, zoals mineralen en fossiele grondstoffen, bevinden zich in de technische kringloop. De bouw gebruikt momenteel voornamelijk a-biotische grondstoffen (technische kringloop). Eén van de routes naar circulariteit die Rijkswaterstaat noemt is meer gebruik maken van hernieuwbaar materiaal. Hernieuwbaar materiaal kan immers worden verbouwd (bosbouw, landbouw) en is dus niet eindig.

Hernieuwbaar staat niet per definitie gelijk aan biologisch afbreekbaar. Denk aan biobased kunststoffen die exact dezelfde eigenschappen hebben als de kunststoffen die uit fossiele koolstof zijn geproduceerd; beide zijn niet-afbreekbaar.

Voor *alle* materialen, dus zowel in een technische als de biologische kringloop, geldt dat het belangrijk is dat ze na afdanking worden behouden en zo hoogwaardig mogelijk worden hergebruikt of gerecycled.

5.1.2 Argumenten voor en tegen circulariteit van hernieuwbaar materiaal

Als RWS de mate van circulariteit van het grondstofverbruik wil beoordelen (in een project of voor RWS jaarlijks) is het belangrijk om na te denken wat de status is van hernieuwbaar materiaal. Voor twee essentiële vragen geven we voor- en tegenargumenten:

1. Is hernieuwbaar per definitie circulair?

- Ja, want: de grondstof kan opnieuw worden verbouwd.
- Nee, want: de beschikbaarheid en vruchtbaarheid van land is eindig en bij teelt en productie zijn vaak niet-hernieuwbare grondstoffen gemoeid.

2. Is het noodzakelijk om in een circulaire indicator onderscheid te maken tussen hernieuwbare en niet-hernieuwbare grondstoffen?

- Ja, want: in een circulaire economie worden geen eindige grondstofvoorraden meer uitgeput. Hernieuwbare grondstoffen zijn niet eindig, ze hebben een gesloten biologische cyclus (intrinsiek circulair) – ook al bevinden zij zich in een lineair systeem – en dragen daarom bij aan een circulaire economie. Als er geen onderscheid wordt gemaakt tussen hernieuwbaar en niet-hernieuwbaar heb je een incompleet beeld van de mate van circulariteit. Wel zijn randvoorwaarden nodig voor duurzame teelt.
- Nee, dit is niet noodzakelijk want ook hernieuwbare grondstoffen worden gewonnen en zijn dus een virgin grondstof. Ook zij kunnen zich in een lineair systeem



bevinden. Te veel onttrekking van hernieuwbare grondstoffen uit de natuur past niet in een systeem gericht op optimale grondstofefficiëntie.

5.2 Theoretische opties voor een indicator, rekening houdend met hernieuwbaar materiaal

In de theoretische opties voor een indicator gaan we in op indicatoren waarin hernieuwbaar wel, niet of niet expliciet wordt meegenomen. Als startpunt beschouwen we twee basisscenario's:

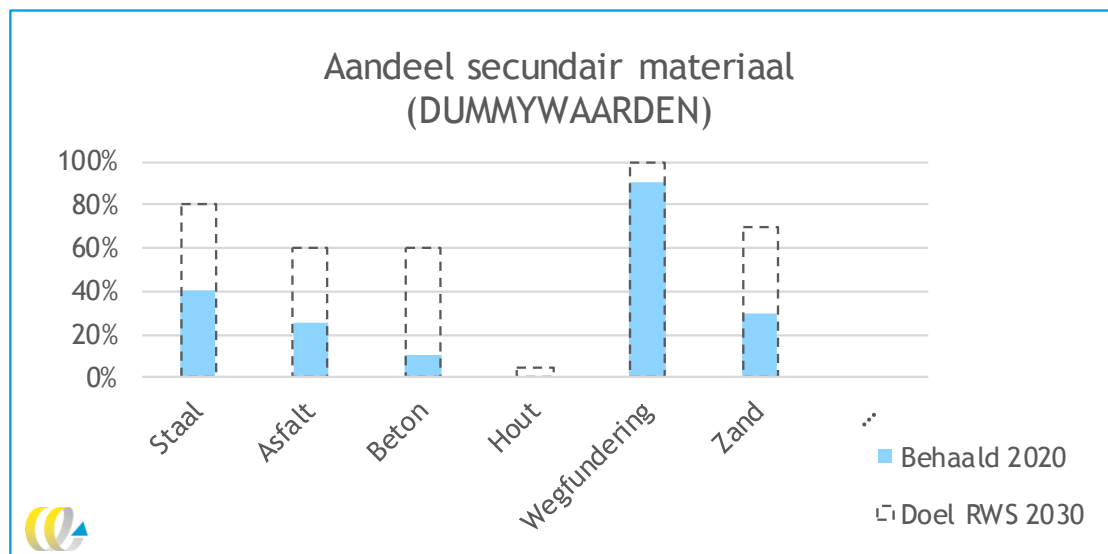
1. Rijkswaterstaat richt zich alleen op circulaire doelen per materiaaltipe.
2. Rijkswaterstaat neemt ook een doel op voor het aandeel hernieuwbaar materiaal op het totale materiaalgebruik.

5.2.1 Circulaire doelen per materiaaltipe

Voor materiaaltoepassing betekent Optie 1 (hierboven) dat alleen het aandeel secundair materiaal wordt beloond. Dus ook voor hout telt alleen het aandeel secundair hout. Dit is een makkelijke optie, omdat er geen mate van circulariteit wordt bepaald voor het totale materiaalgebruik. Het gebruik van hernieuwbaar materiaal wordt zo echter niet beloond en dus ook niet een verschuiving naar een biobased economie.

Noot: Al het hout moet uiteraard van duurzaam beheerde bossen afkomstig zijn (100% FSC/PEFC). Dit zou een eis moeten zijn voor houtgebruik binnen RWS, niet een doelstelling.

Figuur 14 - Alleen aandeel secundair voor alle materiaaltypen afzonderlijk



5.2.2 Hernieuwbaar materiaal in circulaire indicator totale hoeveelheid materiaal

Rijkswaterstaat geeft aan meer en meer hernieuwbaar materiaal te gebruiken.

Gezien dit is het logisch om een doel op te nemen voor het aandeel hernieuwbaar materiaal op het totale materiaalgebruik. Voor de volledigheid beschouwen we drie mogelijke opties:

1. Hernieuwbaar krijgt geen aparte status, het wordt niet gezien als intrinsiek circulair. Slechts het aandeel secundair hernieuwbaar telt mee in het aandeel secundair.
2. Hernieuwbaar – zowel primair als secundair hernieuwbaar – telt mee als circulair (primaire herkomst onder randvoorwaarden).
3. Hernieuwbaar wordt gezien als circulair maar wordt weggelaten uit de totale score voor circulariteit van materialen. De doelstelling voor ‘aandeel secundair’ telt alleen voor a-biotische grondstoffen.

Zo'n totaalindicator voor hernieuwbaar versus niet-hernieuwbaar materiaal kan naast een indicator (en doelstelling) voor secundair hernieuwbaar materiaal (Paragraaf 5.2.1) bestaan. Hierna wordt met een voorbeeld geïllustreerd hoe dit zou kunnen werken en wat keerzijden zijn van elke aanpak.

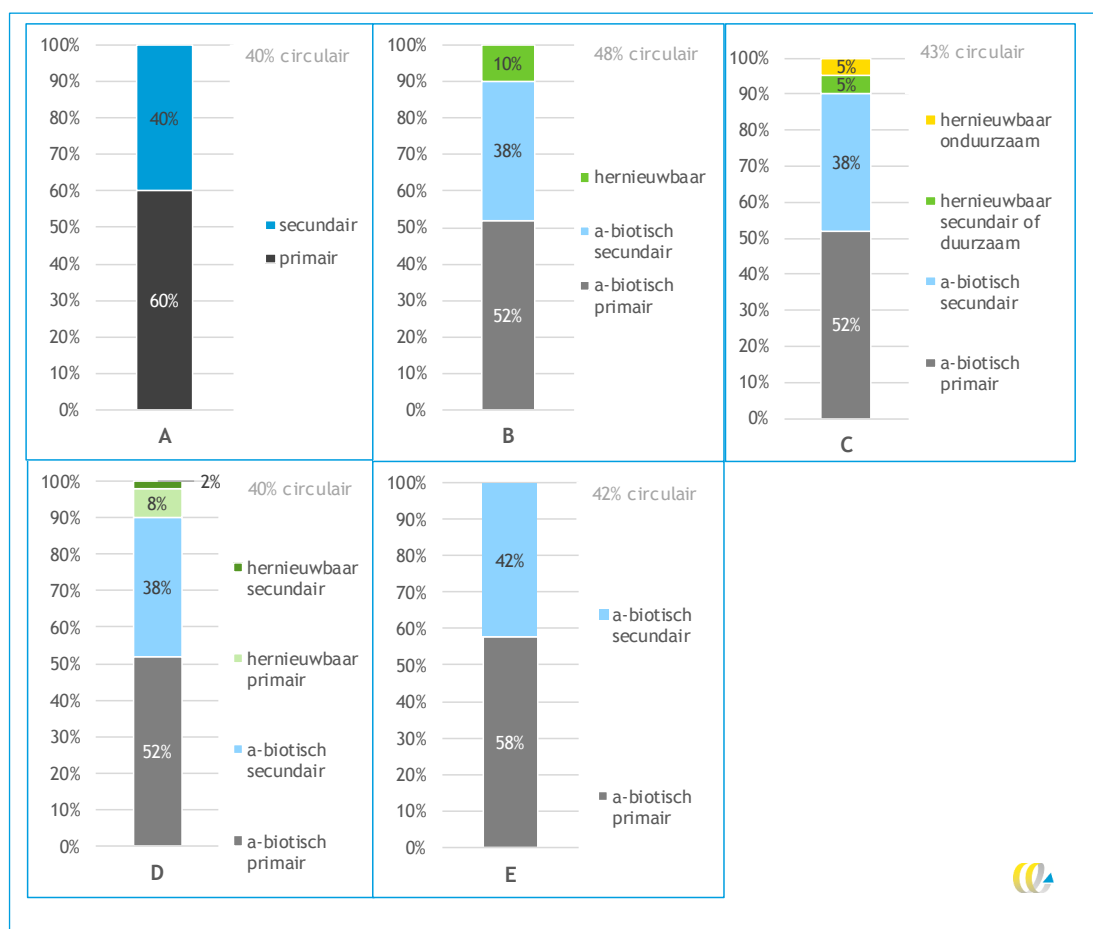
Voorbeeld

Bij RWS-totaal, of in een bouwwerk, wordt jaarlijks toegepast 60% primair materiaal (alle typen materiaal ongewogen opgeteld) en 40% secundair materiaal. 8% van al het materiaal is primair hernieuwbaar materiaal; 2% van al het materiaal is secundair hernieuwbaar materiaal. De circulariteitsscore verschilt per optie (zie ook Figuur 15):

- **Optie A:** Hernieuwbaar wordt niet gezien als circulair. Deze optie maakt geen onderscheid tussen hernieuwbaar en niet-hernieuwbaar. Wel wordt onderscheid gemaakt tussen primair en secundair. Dit sluit aan bij de aanpak in 1 – hernieuwbaar wordt niet aan zich beloond. Dit is ook de aanpak van de Material Circularity Index van Ellen McArthur Foundation (althans voor materiaalgebruik, niet voor end-of-life).
- **Optie B:** Hernieuwbaar wordt wel gezien als circulair en opgenomen in de indicator. De circulaire indicator is hier het aandeel secundair + hernieuwbaar (48% circulair). Deze aanpak beloont de biobased economie. Wel is het nodig om randvoorwaarden aan het hernieuwbare materiaal te stellen, zoals duurzame productie. Zoals 100% FSC/PEFC-hout (eventueel met een aparte behandeling van langzaam groeiend hardhout). De criteria voor andere hernieuwbare grondstoffen moeten nader bepaald worden. Criteria zouden moeten aansluiten bij bestaande keurmerken, zodat het te controleren is en erop te sturen is.
- **Optie C:** Zoals B, maar hierbij is het aandeel hernieuwbaar verder uitgesplitst, namelijk tussen duurzaam geproduceerd en niet-duurzaam geproduceerd. Het niet-duurzame deel mag niet als circulair worden aangemerkt.
- **Optie D:** Zoals B, maar dan met verdere uitsplitsing naar primair en secundair hernieuwbaar materiaal. Het deel primair wordt niet beschouwd als circulair; alleen het aandeel secundair wordt als circulair aangemerkt.
- **Optie E:** Houdt het aandeel hernieuwbaar (10%) volledig uit de statistieken. Deze optie houdt in het midden of hernieuwbaar materiaal circulair is of niet. Alleen de hoeveelheid a-biotisch doet ertoe.



Figuur 15 - Varianten één circulariteitscore voor toegepast materiaal, incl. of excl. hernieuwbaar materiaal



5.3 Praktische toepassing

Een verdere uitsplitsing naar materiaaltipe betekent een uitgebreidere datavraag aan aannemers en toeleveranciers. Het aandeel hernieuwbaar zal moeten worden aangemerkt, per materiaaltipe en, als er onderscheid in wordt gemaakt, zal men moeten bijhouden welk aandeel van duurzame oorsprong is.

Aandeel hernieuwbaar

Bouwmateriaal of bouwelementen bevatten soms een gehalte hernieuwbaar materiaal. Denk aan composieten, aan deels biobased asfalt of aan grond (dat voor een groot deel uit humus bestaat). Een consequentie voor het apart bijhouden van hernieuwbaar materiaal is dus dat het aandeel hernieuwbaar moet worden bepaald *per materiaaltipe*. Dit is echter wel bekend bij producenten, brancheverenigingen en/of aannemers.



Randvoorwaarde: duurzame oorsprong

Er zijn randvoorwaarden aan duurzame oorsprong, zoals geen afname van biodiversiteit en geen afname van de koolstof in de bodem en bodemvruchtbaarheid. Ook kan als randvoorwaarde worden gesteld dat de levensduur van het bouwwerk minstens even lang moet zijn als de groeitijd van de biomassa. Voor hout bieden certificaten uitkomst om biodiversiteitsverlies en uitputting van de bodem te voorkomen.

Hernieuwbare fractie in herwinbaar materiaal (grond)

Zoals ook besproken in Paragraaf 4.3 stellen we voor dat RWS randvoorwaarden hanteert om kwaliteitsafname tegen te gaan. Bijvoorbeeld: het humusgehalte (*soil organic matter*) mag niet afnemen door verandering van gebruik van grond.

5.4 Advies

Ons advies is:

- neem hernieuwbaar materiaal mee in de totale hoeveelheid (met andere woorden: laat het niet integraal weg);
- maak het aandeel hernieuwbaar apart zichtbaar;
- schaar niet-duurzaam hernieuwbaar materiaal onder niet-circulair.

We realiseren ons dat dit een relatief zware informatievraag en -verwerking met zich meebrengt. Echter, het type materiaalgebruik moet hoe dan ook in kaart worden gebracht – in een materialenpaspoort, voor de LCA – en RWS zal ook randvoorwaarden willen stellen aan duurzaamheid van hernieuwbaar materiaal in aanbestedingen. Door nu te kiezen voor een hoge mate van detail en transparantie, kunnen informatie(verwerking)systemen die nog moeten (door)ontwikkeld worden hierop worden ingericht.



6 Vrijkomend materiaal (nu en in de toekomst)

6.1 Inleiding

Dit hoofdstuk is gericht op het beoordelen van vrijkomend materiaal. We kunnen drie dimensies onderscheiden, zie Tabel 1, verschillend doorwerken in monitoring in de praktijk. Deze drie bespreken we in afzonderlijke paragrafen.

Tabel 1 - Drie dimensies bij beoordeling vrijkomend materiaal bij RWS

Dimensie	Wanneer komt het vrij?	Monitoring RWS-totaal	Beoordeling projecten
Totale hoeveelheid gesloopt materiaal en hoe dit wordt verwerkt	Nu	X	
De herkomst en kwaliteit van ingezet secundair materiaal (input)	Nu	X	X
Theoretische hoeveelheid en kwaliteit van materialen/elementen na afdanking van het bouwwerken ('wat kan er nog mee')	Toekomst		X

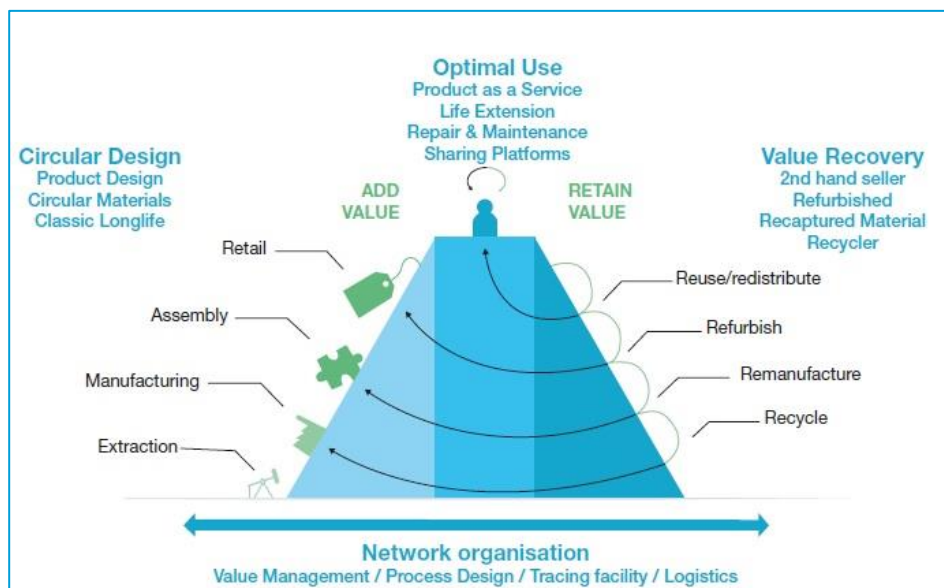
Grondstofbehoud staat in alle drie de dimensies centraal. In een circulaire economie wordt materiaal niet gestort of verbrand, maar ook behoud van kwaliteit is van belang. Zijn de elementen te hergebruiken (voorkeur), zijn de materialen te recyclen met behoud van de oorspronkelijke materiaaleigenschappen (ook een vereiste voor circulariteit op de lange termijn)? In dit hoofdstuk verkennen we daarom ook het onderscheid maken naar kwaliteit.

Hoogwaardig grondstofbehoud geldt zowel voor a-biotische als voor hernieuwbare materialen. Want door ook hernieuwbare materialen te behouden (cascadering) kan het vruchtbaar land optimaal worden benut.

In dit hoofdstuk gaan we niet in op energie- en hulpstofverbruik bij recycling. Dit wordt benoemd in Hoofdstuk 7.



Figuur 16 - De waardeheuvel: visualisatie van waardebehoud



Bron: Circle Economy.

6.2 Vrijkomend materiaal bij huidige afdanking

6.2.1 Theoretische verkenning van indicatormogelijkheden

Jaarlijks komt er materiaal vrij bij afdanking (sloop) van bouwwerken en bij renovatie-projecten. In deze paragraaf verkennen we een prestatie-indicator voor vrijkomend materiaal bij RWS-projecten. Zo'n indicator drukt mate van circulariteit uit, op basis van wat er met dat materiaal gebeurt.

We zien drie opties:

1. Rijkswaterstaat hanteert alleen een indicator (en doelstelling) voor het aandeel niet-finaal¹⁷ materiaal.
2. Rijkswaterstaat maakt kwalitatief onderscheid op basis van type verwerkroute.
3. Rijkswaterstaat maakt kwalitatief onderscheid op basis van de kwaliteit van het eindproduct.

Demonteerbaarheid of adaptief vermogen van een bouwwerk zien we als een eigenschap die leidt tot een prestatie – behoud van grondstoffen – niet als een prestatie-indicator an sich. Het heeft invloed op de toekomstige beschikbaarheid van hoeveelheid materiaal, dat kan worden hergebruikt of gerecycled. Het draagt bij aan de indicator voor mate van grondstofbehoud bij end-of-life.

Optie 1: Aandeel niet-finaal = circulair

De meest basale circulaire indicator voor vrijkomende materialen na afdanking zou zijn: het aandeel dat wordt gerecycled + wordt hergebruikt. Hoe hoger dat aandeel, hoe

¹⁷ Finaal = verbrand of gestort; niet-finaal = recycling of hergebruik.

circulairder. Dit zegt echter niets over de kwaliteit van het materiaal of over waardebehoud. Ook wordt vrijwel al het vrijkomende materiaal in de GWW al gerecycled, maar vaak laagwaardig. Dit zijn argumenten voor RWS om niet voor deze Optie 1 te kiezen. De aannemer (renovatie of sloop) zal per element moeten bijhouden wat het gewicht is en hoe het element is verwerkt en dit doorgeven aan RWS. Classificatie van hoe het verwerkt is, is minimaal de hoeveelheid materiaal naar finale verwerking en naar niet-finale verwerking. Het kan ook iets gedetailleerder (zie Tabel 2): op basis van enkele typische afvalstromen en met inbegrip van het verlies aan materiaal bij verwerking. RWS bundelt vervolgens de informatie uit elk project.

Tabel 2 - Fictief voorbeeld: Link tussen bouwelement, type afvalstroom en verwerkroute

Type constructie-element	Hoeveelheid (ton)	Typering afvalstroom ¹⁸	Verwerkroute	% materiaalverlies bij recycleprocessen	Behouden
Wegdek	40	Asfalt	Frezen, recycling in asfaltcentrale	2%	39
Reling	2	Staal	Recycling	1%	2,0
Fundering, kade X	70	Beton	Behoud, hergebruik	0%	70
Fundering kade Y	60	Beton	Puin, recycling tot menggranulaat	3%	58
	10	Staal	Betonstaal, recycling	2%	9,8
Houten beschoeiing	5	Hout	Verbranding	100%	0
Totaal	187				179
Gewogen gemiddelde circulair					96%

Praktisch: Wie bepaalt het percentage uitval? Wellicht kan een gemiddelde *recycling loss rate*¹⁹ worden bepaald voor verwerking van diverse fracties binnen bouw- en sloopafval. Als een aannemer het preciezer weet, onderbouwd door de partij die het daadwerkelijk verwerkt, dan kan de aannemer het percentage verlies aanpassen.

Optie 2: Onderscheid maken in type verwerkroute

Het is dus goed denkbaar dat er ook doelen worden gesteld voor zo hoogwaardig hergebruik, dus niet slechts een doel voor 'aandeel niet-lineair'. Daarvoor is het wel nodig om onderscheid te maken in het type verwerkroute. Binnen hergebruik en recycling bestaat variatie:

- hergebruik: in zijn geheel (reuse), met opknaptbeurt (repair/refurbish) of in andere toepassing (remanufacture, repurpose);
- recycling: upcycling, tot dezelfde kwaliteit materiaal of downcycling (met daarbinnen weer diverse gradaties).

Ook kan er onderscheid gemaakt worden tussen gebruik binnen of buiten de bouw.

De Ellen MacArthur Foundation maakt geen onderscheid in type recycling of kwaliteit van het recyclaat (zie ook Paragraaf 10.1). Downcycling van materiaal volledig als circulair bestempelen lijkt ons echter te kort door de bocht. Omdat de bouw nu al veel materialen

¹⁸ Wellicht aansluiting mogelijk bij key waste streams (EU).

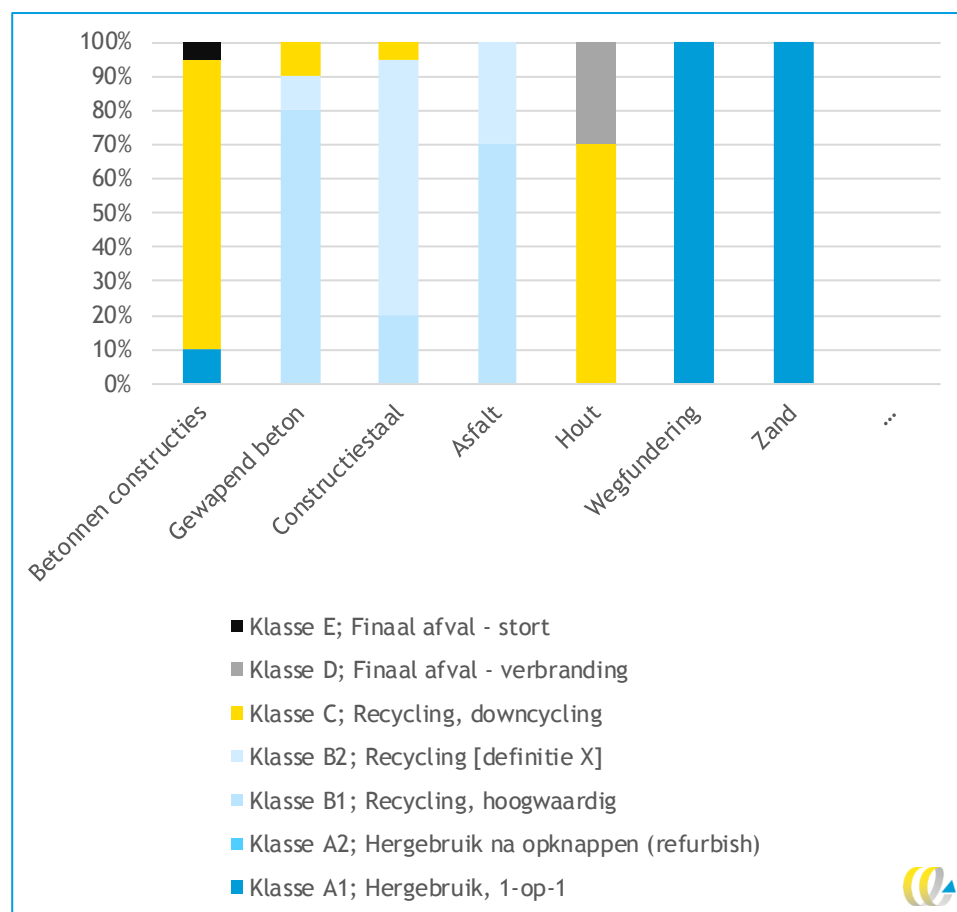
¹⁹ Term gehanteerd door de Europese Commissie bij wetgeving rondom het bepalen van landelijke recycling rates voor verpakkingsmaterialen.



recyclet, zij het in een andere toepassing, wordt nu al een goede score verkregen op circulariteit. Maar downcycling verlaagt de vraag naar technisch hoogwaardige materialen niet en bewerkstelligt zo geen circulaire economie (Figuur 3); het kan in een circulaire economie alleen bestaan als het oorspronkelijke materiaal/element kan worden vervangen door een biobased variant. Downcycling betekent eigenlijk dat het materiaal verdwijnt uit zijn oorspronkelijke vorm.

Dit zijn argumenten om downcycling niet mee te rekenen als circulair. Door verder onderscheid te maken is het mogelijk om downcycling niet als circulair te beschouwen. Ook wordt het dan mogelijk om een apart doel te stellen voor (maximaal) aandeel naar downcycling. Zie het (fictief) voorbeeld in Figuur 17. Als downcycling wel meetelt in de indicator voor vrijkomend materiaal, dan is in dit voorbeeld de score voor betonnen constructies 90% circulair. Zo niet, dan is de score 10% circulair.

Figuur 17 - Variatie kwalificatie verwerkroute



In het LAP3 wordt de term voorkeursrecycling geïntroduceerd, om op te kunnen sturen. Het idee is dat voorkeursroutes gedefinieerd worden voor alle typen afvalstromen (nu nog niet het geval). Als deze wel bepaald worden, dan zou alleen die voorkeursroute als circulair kunnen worden beschouwd. Echter, het kan altijd beter: wat nu de voorkeursroute is, is dat in de nabije toekomst wellicht niet meer (door voortschrijdend inzicht of vooruitgang van techniek).

Optie 3: Onderscheid maken op basis van kwaliteit eindproduct

Idealiter staat een circulaire indicator los van de stand van de techniek (in plaats van die te volgen). Ook lijkt het ons logischer om een indicator te baseren op materiaaleigenschappen, ofwel de kwaliteit van het eindresultaat.

Dit kan, bijvoorbeeld, door een factor toevoegen voor de mate waarin het materiaal van gelijke kwaliteit blijft, waardoor het recycklaat ingezet kan worden in gelijkaardige toepassing. Een bekend voorbeeld van buiten de bouw zijn papiervezels, die met elke recyclingbeurt korter worden, waardoor gemiddeld 6% van de vezels niet meer tot papier wordt gerecycled. Verlies van materiaal wordt in zo'n indicator automatisch meegenomen. De bepalingen omtrent LCA-berekeningen voor end-of-life (Module D van de SBK Bepalingsmethode) kunnen hier handvatten voor bieden.

Als een factor wordt toegevoegd voor kwaliteitsbehoud, scoort downcycling laag, of zelfs 0, qua circulariteit. Een nadeel is wel dat er geen duidelijke klassen meer zijn waaraan RWS doelstellingen zou kunnen koppelen.

Een andere kanttekening: verandering van structuur van het materiaal kan echter ook het vergroten van de mogelijkheden (upcycling) betekenen, wat niet onder downcycling zou moeten vallen.

Wellicht kan ook hier de waarde van het eindproduct (hergebruikt, of recycklaat) een rol spelen (het valt echter niet binnen dit onderzoek om de mogelijkheden te onderzoeken).

6.3 Kwaliteit van secundair materiaal (input)

Deze paragraaf bespreekt de mogelijke uitbreiding van de indicator 'aandeel secundair', uit Hoofdstuk 4, met indicatoren over kwaliteit of herkomst van het materiaal. Want als er voor vrijkomend materiaal onderscheid wordt gemaakt in verwerkroute of kwaliteit van het eindresultaat (Paragraaf 6.2), dan kan dat ook gelden voor *gebruik* van secundair materiaal.

Dus, naast dat het aandeel secundair wordt bijgehouden, kan Rijkswaterstaat ook een kwalitatieve beoordeling hanteren van het type secundaire materiaal dat wordt toegepast. Zoals:

- hergebruikt element;
- hoogwaardig gerecycled materiaal;
- downcycled materiaal.

Het aandeel downcycled secundair materiaal zou dan niet meer meetellen als 'circulair'. Dit maakt de dataverzameling en -verwerking voor materiaalgebruik echter complexer (zie ook Figuur 15).

Ook spelen de volgende kwesties:

- Het nu vrijkomend materiaal is afkomstig van veel eerder gebouwde bouwwerken, die niet zijn ontworpen voor optimaal hergebruikt of hoogwaardige recycling. Daarom wordt het nu vrijkomend materiaal grotendeels niet ingezet in de toepassing die het ooit had (downcycling)
- Vanwege veiligheidseisen kan hergebruik soms niet.
- Het nu vrijkomend materiaal kan vervuild zijn. Dat wil je niet in de keten houden.
- Metaallegeringen: bij recycling blijft er een behoefte bestaan aan primair metaal om de juiste kwaliteit metalen te behouden en aan de vraag te kunnen blijven voldoen.



In de toekomst kan dit voorkomen worden, door te ontwerpen voor hergebruik *en* hoogwaardige recycling.

6.4 Beoordeling mogelijkheid tot materiaalbehoud

Bij het beoordelen van bouwprojecten in de ontwerpfase is er de wens om te beoordelen wat er nog met materialen en bouwelementen kan, nadat ze (ooit) worden afgedankt. Dit zal echter altijd een theoretische bepaling blijven, want je kunt meten hoeveel materiaal er (ooit) daadwerkelijk zal vrijkomen voor hergebruik en recycling. Prestatie-indicatoren zijn hier dus niet van toepassing.

Wat wel mogelijk is, is beoordelen op kenmerken van het bouwwerk, die toekomstig materiaalbehoud bij end-of-life bewerkstelligen. Zoals modulariteit (herbruikbaarheid van elementen) en hoogwaardige recyclebaarheid van materialen. Een garantie biedt dit echter niet. Daarom zou een goed plan van aanpak omtrent materiaal terugname/terugwinning en waardebehoud een vereiste moeten zijn in een circulaire aanbesteding.

De waarde van materialen en waardebehoud worden niet nader onderzocht in dit rapport, maar waardebehoud is zeer relevant in een circulaire economie. Wordt er daadwerkelijk gebruik gemaakt van de restwaarde? Dit was een belangrijk punt in het rapport 'MKBA Circulaire Economie' van Rebel (2018). Dit pleit voor een 'waardeboekhouding', naast een materiaalboekhouding.

6.5 Praktische toepassing

Een verdere uitsplitsing van secundair materiaal en/of vrijkomend op basis van kwaliteit vraagt heel wat administratie bij RWS. Ook vraagt het kennis bij de aannemer/verwerkers. Wij verwachten dat ze informatie wel kunnen aanleveren, want:

- aannemers weten met welke verwerkers zij samenwerken en hoeveel materiaal zij hebben aangeleverd ter verwerking;
- verwerkers kunnen aangeven welke eindproducten zij produceren en van welke kwaliteit.

Voor de administratie van Rijkswaterstaat lijkt het meest eenvoudig om een kwaliteitsfactor toe te passen voor mate van grondstofbehoud. Er hoeft dan geen lijst opgesteld te worden van *typen* verwerkroute (of type herkomst, bij inzet van secundair materiaal).

Rijkswaterstaat zal verder moeten nadenken over welke typen materialen worden onderscheiden. Het lijkt logisch om voor primaire/secundaire grondstoffen en voor vrijkomende materialen dezelfde lijst te hanteren. Dat betekent dus per type bouw materiaal; niet per bouwelement.

Voor vrijkomend materiaal geldt, net als bij de indicator voor materiaalgebruik: als een totale doelstelling voor het aandeel circulair voor vrijkomend materiaal gewenst is, dan moeten de hoeveelheden kunnen worden opgeteld. Dit vereist omrekening van m³ naar kg voor sommige materialen/bouwelementen.

Het meest accurate meetmoment voor registratie van de hoeveelheden vrijkomend materiaal en verwerkroute is tijdens uitvoer, met rapportage na afronding van het renovatie- of slooproject. Dit sluit ook aan bij de registratie van de afvalstromen.



7 Energie, brandstoffen

In de bouw wordt veelvuldig gemaakt van fossiele energie: brandstoffen voor het aandrijven van materieel, vervoersmiddelen. Elektriciteit is grotendeels op basis van gas en steenkool. Primaire en secundaire grondstoffen zijn vaak opgewerkt met behulp van fossiele brandstoffen en elektriciteit.

Kan men de bouw of een bouwwerk circulair noemen als er fossiele energie wordt gebruikt om de bouw te realiseren en om de bouwmaterialen te produceren? Fossiele brandstoffen zijn feedstock – ruwe grondstof die wordt ingezet als brandstof (in bouw materieel of transportmiddelen, ten behoeve van productie van bouwmaterialen en elektriciteitsvoorziening). Het gebruik van fossiele brandstoffen is bij uitstek een voorbeeld van een niet-gesloten kringloop.

We kunnen drie scopes van brandstofverbruik onderscheiden:

Scope 1	Fossiel brandstofverbruik door bouw- en sloopwerkzaamheden, baggerwerkzaamheden, kustsuppletie en werkzaamheden voor bouwrijp maken. Ingekochte fossiele energie voor gebruik (verlichting, aansturing (bruggen), ventilatie (tunnels)).
Scope 2	Transport van bouwmaterialen.
Scope 3	Fossiel energieverbruik bij productie van bouwmaterialen en verwerking tot recyclaten.

Rijkswaterstaat heeft de ambitie om in 2030 energieneutraal²⁰ te zijn. De Rijksoverheid wil 95% minder CO₂-uitstoot in 2050. Daartoe monitort Rijkswaterstaat al het fossiele energiegebruik voor gebruik van de eigen infrastructuur (Scope 1). Bij aanbestedingen is er vaak aandacht voor energieverbruik bij bouwwerkzaamheden (Scope 1). In de MKI-berekeningen wordt ook energieverbruik van bouwwerkzaamheden, transport en materiaalproductie inbegrepen (en uitgedrukt in een milieuresultaat).

Om deze redenen kan RWS besluiten om geen aparte indicator op te nemen voor fossiel energieverbruik. Echter, gezien de scopes kan een indicator voor de mate van circulariteit van brandstofverbruik interessant zijn voor Rijkswaterstaat. De scopes lijken namelijk niet allen vertegenwoordigd in de doelstellingen van RWS/het Rijk.

Voor de volledigheid van dit rapport verkennen we hieronder wel zo'n indicator: het aandeel hernieuwbaar brandstofverbruik als mate van circulariteit.

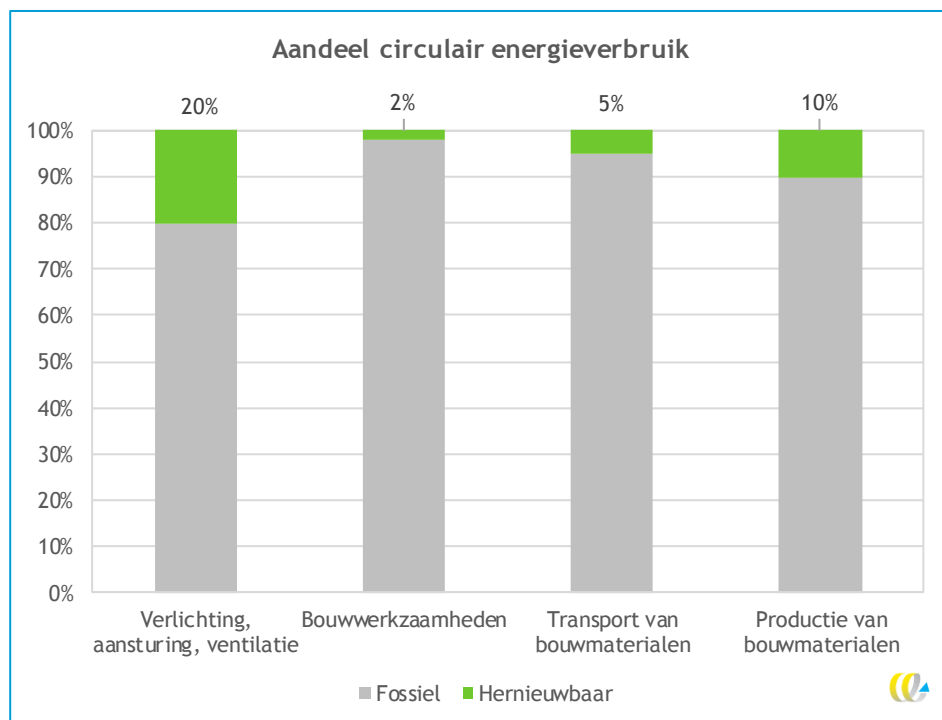
²⁰ Waarmee men bedoelt: evenveel duurzame energie opwekken als verbruikt wordt.



7.1 Indicator voor energieverbruik

De indicator 'mate van circulariteit' is het aandeel hernieuwbare energie op het totale energieverbruik.

Figuur 18 - Voorbeeld mate van circulariteit van energieverbruik



De verbrandingswaarde van ieder brandstoffen wordt uitgedrukt in MJ primaire energie. Dit geeft aan hoeveel energie de brandstof levert. Zo kunnen verschillende brandstoftypen worden opgeteld. Het aandeel MJ primaire hernieuwbare energie zou dan een indicator zijn voor circulariteit. Of andersom, bij een doel om fossiele energie terug te dringen: een zo laag mogelijk aandeel MJ primaire niet-hernieuwbare energie.

Wij raden niet aan om zo'n indicator voor energieverbruik te integreren met de indicator voor grondstofgebruik. Energie wordt uitgedrukt in MJ (primair); materiaalgebruik in kg. Kg gas en olie optellen bij kg materiaal is nietszeggend.

7.2 Praktische toepassing

In Tabel 3 gaan we in op de benodigde informatie en de beschikbaarheid in de praktijk en mogelijk toekomstige ontwikkelingen voor betere/eenvoudiger beschikbaarheid. Hoe verder terug in de keten, hoe verder weg van Rijkswaterstaat, hoe lastiger de informatie te verzamelen is. In alle gevallen dient het energieverbruik omgerekend te worden naar MJ.

Tabel 3 - Benodigde informatie en beschikbaarheid in de praktijk

Energieverbruik voor:	Benodigde informatie
Verlichting, aansturing, ventilatie	Elektriciteitsverbruik en brandstofverbruik (diesel), met indicatie van het aandeel hernieuwbaar. Bron van informatie is de jaarlijkse energierekening van RWS (gemeten) of een indicatie op basis van opgesteld vermogen en energiebehoefte per unit (in de aanbestedingsfase van project).
Bouw- en sloopwerkzaamheden	Dieserverbruik en evt. ander brandstofverbruik (aardgas, waterstof, elektrisch – vooral in toekomst relevant), met indicatie van het aandeel hernieuwbaar brandstof. Bron van informatie: jaarlijkse opgave van aannemers (gemeten) of een indicatie van materieelinzet en hun brandstofbehoefte (aannemers, LCA-berekening, in aanbestedingsfase).
Transport van bouwmaterialen	Dieserverbruik en evt. ander brandstofverbruik (aardgas, waterstof, elektrisch – vooral in toekomst relevant), met indicatie van het aandeel hernieuwbaar brandstof. Dit kan ofwel afkomstig zijn van opgaven van toeleveranciers, of een indicatie berekend door de aannemer op basis van transportafstand, transportmiddel en type brandstof.
Productie van bouwmaterialen	<p>Elektriciteitsverbruik en brandstofverbruik (diesel), met indicatie van het aandeel hernieuwbaar. Dit is de meest complexe informatiebehoefte. Informatie zal beschikbaar moeten komen via <i>life cycle information</i> (LCI) van bouwmaterialen. Liefst zo specifiek mogelijk, op basis van LCA en eigen verbruik van de leverancier van het materiaal.</p> <p>In de toekomst is er wellicht een mogelijkheid om het energieverbruik te bepalen (indicatief) aan de hand van een LCA-impactanalyse methode: de analyse methode ‘cumulative energy demand’ (CED) berekent in levenscyclusanalyses de primaire energie (in MJ). Dus precies wat hierboven genoemd is. Echter, deze methode neemt ook de calorische waarde van de grondstoffen zelf mee (de opgeslagen energetische waarde, ofwel verbrandingswaarde). Bijvoorbeeld de verbrandingswaarde van bitumen. Om alleen het toegevoegde brandstofverbruik te bepalen zou er onderscheid moeten worden gemaakt in de LCI en in de analysemethoden tussen de CED afkomstig brandstoffen en calorische waarde van materiaal zelf.</p> <p>De CED is momenteel ook nog niet beschikbaar als analyse methode in DuboCalc, wel in andere LCA-software zoals SimaPro.</p>

Aandachtspunt: toerekening hernieuwbare elektriciteit

Alleen daadwerkelijk door Rijkswaterstaat of de aannemer *zelf opgewekte* elektriciteit mag 100% worden toegerekend als duurzaam (circulair). Als hernieuwbare elektriciteit wordt ingekocht, dan zal men moeten rekenen met het gemiddeld aandeel hernieuwbare elektriciteit in Nederland. Immers, duurzaam opgewekte elektriciteit in Nederland wordt vooral mogelijk gemaakt met de SDE+-regeling. Die SDE+ wordt vooral gefinancierd uit de bijdragen van huishoudens en het MKB: hun bijdrage per kWh is 50 tot 100 keer hoger dan de bijdrage van grootverbruikers zoals RWS en grote aannemers²¹.

²¹ 1,8 à 2,8 eurocent per kWh voor kleinverbruikers en 0,03 eurocent per kWh voor grootverbruikers.

https://www.belastingdienst.nl/wps/wcm/connect/bldcontentnl/belastingdienst/zakelijk/overige_belastingen/belastingen_op_milieugrondslag/tarieven_milieubelastingen/tabellen_tarieven_milieubelastingen?projectid=6750bae7-383b-4c97-bc7a-802790bd1110



8 Uitval en andere niet-circulaire aspecten in de productieketen

In dit hoofdstuk bespreken we onderwerpen die in het verlengde liggen van materiaalgebruik:

- Materiaalverlies/uitval in de voorketen bij het bepalen van het aandeel secundair. Hoe ver de keten in? Waar begint circulariteit? Dit is een issue bij zowel productie van primaire als secundaire materialen.
- Circulariteit van samengestelde elementen.

Ook spelen er zaken, gerelateerd aan materiaalgebruik, die in een circulaire economie niet zouden mogen voorkomen:

- toxiciteit: toxische emissies en toxisch chemicaliëngebruik in productieketen;
- biodiversiteitsverlies;
- verschraving of uitputting van de bodem;
- niet-duurzaam waterverbruik.

8.1 Materiaalverliezen

Tijdens bouwwerkzaamheden zijn de materiaalverliezen meestal (zeer) gering. In GWW worden materialen vooral op maat toegepast. Asphalt en beton worden ter plekke gegoten of op maat geprefabriceerd en stalen constructie-elementen zijn vaak geëxtrudeerd of gewalst met weinig verliezen. Bij productie van zowel primaire als secundaire materialen kan het materiaalverlies echter aanzienlijk zijn. Denk bijvoorbeeld aan de grote hoeveelheden *tailings* bij mijnbouw (productie van metalen uit erts) of aan het maken van houten planken uit boomstammen. Ook downcycling kan gezien worden als materiaalverlies.

Voor secundaire materialen is al besproken hoe met materiaal- en/of kwaliteitsverlies om kan worden gegaan (Paragraaf 6.3). Materiaalverlies bij primaire productie is nog niet geadresseerd.

Het is theoretisch mogelijk om de hoeveelheid afval bij productie mee te nemen bij de beoordeling van materiaalirculariteit. De hoeveelheid finaal afval wordt dan opgeteld bij de totale massa aan materiaal voor het bouwproduct en valt onder het aandeel 'niet-circulair'. Wellicht komt uitsluitel, over wel of niet meenemen van materiaalverliezen, vanuit het Rijksbrede programma Circulaire Economie, waarin wordt aangegeven dat er nog een definitie moet komen voor primair materiaal voor metalen: op het niveau van ruwe grondstof (ijzererts, bauxiet) of op het niveau van halfproduct (staal, aluminium).

In de praktijk zullen aannemers misschien een inschatting kunnen maken van materiaalverliezen tijdens toepassing in de bouw.

Informatie over materiaalverliezen bij productie zal beschikbaar moeten komen via producenten en/of (Europese) brancheverenigingen. Met de huidige beschikbare gegevens in DuboCalc is materiaalverlies niet te bepalen. Dit komt omdat in DuboCalc en de Nationale Milieudatabase alleen LCA-resultaten worden weergegeven. De achtergronden bij de LCA, zoals materiaalverliezen en aandeel secundair materiaal, zijn niet meer zichtbaar voor de gebruiker en zij worden niet openbaar gerapporteerd. De milieuprofielen met



milieuresultaten in de Nationale Milieudatabase bevatten wel de hoeveelheid finaal afval, dus bieden een mogelijkheid om materiaalverliezen in de toekomst wel mee te nemen.

8.2 Samengestelde materialen/elementen

Beton en asfalt zijn samengestelde materialen. Ook composieten en metselwerk zijn samengesteld (minder relevant voor de GWW, maar wel voor de bouw). Als dit soort materialen of elementen beoordeeld moeten worden naar wat er nog mee kan bij het einde van de levensduur, dan zijn er twee stappen:

1. Is het element herbruikbaar?
2. Is recycling tot de afzonderlijke componenten mogelijk?

Bij samengestelde materialen zien we in de praktijk dat door de ontwerper van het element wordt ingezet op hergebruik van het element, maar dat (hoogwaardige) recycling van de materialen onderbelicht blijft. Maar de mogelijkheid tot hergebruik en recycling zijn beide belangrijk. Een herbruikbaar element moet ook recyclebaar zijn om grondstofbehoud op de lange termijn te garanderen.

Als recycling tot de afzonderlijke componenten niet meer mogelijk is, vindt vrijwel altijd downcycling plaats. Composieten zullen zelden kunnen worden gerecycled tot afzonderlijke componenten. Soms is herinzet in het composietproductieproces mogelijk. Of denk aan gerecycled mixed plastic, dat na gebruik wederom tot mixed plastic gerecycled kan worden. Slechte recyclebaarheid van samengestelde elementen is een extra reden om onderscheid te maken in de kwaliteit van het eindproduct in relatie tot het element (zie Paragraaf 6.3).

De constatering dat samengestelde elementen lastig hoogwaardig te recyclen zijn, is een belangrijke notie bij het beoordelen van de circulariteit van projecten. Technische ontwikkelingen in de toekomst bieden mogelijk oplossingen voor het vergroten van hoogwaardige recycling van samengestelde elementen.

8.3 Stoorstoffen, toxische stoffen

Toxische stoffen zijn milieukundig onwenselijk, maar worden soms toch gebruikt. Daarnaast kunnen toevoegingen of behandelingen een negatieve uitwerking hebben op de recyclebaarheid. Denk aan PAK's in bitumen, coatings, staallegeringen en verf of impregneermiddelen voor hout. Bij de beoordeling van circulariteit speelt dit soort stoffen op drie manieren een rol:

1. Bij nu vrijkomende stromen, afkomstig uit vroeger gebouwde bouwwerken: vervuilde vrijkomende materiaalstromen mogen niet gerecycled worden.
2. Bij beoordeling van materiaalgebruik in nieuwe bouwprojecten: het gebruik van toxische stoffen bij materiaalproductie en toepassing in het bouwwerk is onwenselijk.
3. Bij beoordeling van materiaalgebruik in nieuwe bouwprojecten: voor toekomstige hoogwaardige recycling is het noodzakelijk dat er geen stoorstoffen worden gebruikt.

Aan Punt 1 is niets te doen; het materiaal is immers afkomstig uit bestaande bouw.



Voor het gebruik van toxische stoffen (Punt 2) is een afzonderlijke (circulaire) eis of randvoorwaarde mogelijk: het bouwwerk en daarin gebruikte materialen mogen geen stoffen bevatten die op een lijst met verboden stoffen staan, bijvoorbeeld de lijst 'Banned list of chemicals'²² door Cradle to Cradle.

Het aantasten van recyclebaarheid (Punt 3) zou moeten doorwerken op de kwaliteit van het materiaal bij recycling na einde levensduur. Dus dit wordt zichtbaar als er een factor voor kwaliteitsbehoud wordt toegepast. Het wordt niet zichtbaar als de indicator stuurt op het type verwerkroute. Milieukundige indicatoren voor toxiciteit (menselijke gezondheid en ecosystemen) worden berekend op basis van bestaande, generieke milieuprofielen. Zij zeggen om die reden niets over het daadwerkelijk gebruik van chemicaliën en daadwerkelijke emissies van toxische stoffen.

8.4 Biodiversiteitsverlies en verschraling/uitputting van de bodem

Biodiversiteitsverlies en verschraling/uitputting van de bodem past niet in een circulaire economie, omdat de kwaliteit van het land afneemt. Voedingsstoffen, mineralen en/of vastgelegde koolstof in de biomassa en/of bodem neemt af (C verdwijnt als CO₂ in de atmosfeer). Er is dus geen circulair systeem. Dit kan op meerdere momenten voorkomen:

- bij grondverzet bij werkvoorbereidingen;
- bij productie van hernieuwbare grondstoffen.

In Hoofdstuk 5 werd al gesteld dat voor productie van hernieuwbare grondstoffen randvoorwaarden gesteld moeten worden. Randvoorwaarden voor duurzame productie zouden moeten omvatten:

- Duurzame productie/teelt voor hernieuwbaar materiaal. Dit is bijvoorbeeld aan te tonen met een keurmerk.
- De levensduur van het bouwproduct is minimaal even lang als de groeitijd van het hernieuwbaar materiaal.
- Voor grondverzet: koolstof en mineralen worden teruggebracht in de bodem. Het contract kan hiervoor een programma bevatten, bijvoorbeeld.

Er zijn twee opties voor het omgaan met randvoorwaarden:

1. In de prestatie-indicator voor materiaalgebruik: als duurzame productie niet aangetoond kan worden, dan valt het niet onder 'circulair' (zie Optie C in Figuur 15).
2. Het fungeert als check: voldoet het project hier wel of niet aan (vinkje).

De tweede optie lijkt praktisch beter uitvoerbaar, voor zowel beoordeling van projecten als voor beoordeling van jaarlijks toegepast materiaal voor Rijkswaterstaat als geheel.

8.5 Praktische toepassing

Het stellen van randvoorwaarden is in de praktijk eenvoudiger dan opnemen als prestatie-indicator. De randvoorwaarden kunnen in de aanbestedingsfase worden opgenomen als eis of als gunningscriterium. Een eenvoudig ja/nee (voldoet wel/voldoet niet) volstaat dan als beoordeling. Voor Rijkswaterstaat kan jaarlijks worden gerapporteerd in welk aandeel van de projecten werd voldaan aan de randvoorwaarden (indien überhaupt van toepassing).

²² <https://www.c2ccertified.org/resources/detail/cradle-to-cradle-certified-banned-list-of-chemicals>

Een stap verder is om te stellen dat het materiaal niet-circulair is als het niet aan de randvoorwaarden voldoet. Zo kan het worden meegenomen in de berekening van de mate van circulariteit voor materiaalgebruik en/of vrijkomend materiaal (aansluitend bij Hoofdstuk 4, 5 en 6).

Bij beoordeling van projecten in aanbesteding lijkt het ons nodig om sowieso met randvoorwaarden te werken. Immers, het materiaalgebruik is op dat moment nog theoretisch. De aannemer kan wel zeggen dat geen toxische stoffen zullen worden gebruikt, alleen FSC-hout wordt gebruikt, grondverzet verantwoord plaatsvindt, etc., maar alleen met een eis kan men hen daaraan houden.



9 Referentie en levensduur

Tot dusver is gesproken over indicatoren die aangrijpen op meetbare of berekenbare gegevens. In Paragraaf 4.2.5 werd benoemd dat ook hergebruikte constructies (zouden kunnen) worden inbegrepen in de bepaling van die aandelen. Wat nog niet zichtbaar wordt is het voorkomen van materiaalgebruik door efficiënter grondstofgebruik.

Aan bouw of renovatie ligt altijd een behoefte ten grondslag, de wens om een bepaalde functie te genereren. Bijvoorbeeld het vergroten van de capaciteit van een weg, een verbinding creëren tussen twee plaatsen of kantoorplekken realiseren. Momenteel hebben we te maken met de situatie waarbij de vraag naar grondstoffen hoger is dan beschikbare secundaire (technische) grondstoffen en hernieuwbare grondstoffen²³. Het is dus van belang om de gewenste functie te vervullen en tegelijkertijd zo efficiënt mogelijk om te gaan met grondstoffen. De Rijksoverheid heeft niet voor niets de doelstelling om 50% minder grondstoffen te gebruiken.

Het meten van grondstofefficiëntie kan op twee manieren:

1. Met een referentiebouwwerk, waarbij materiaalgebruik is uitgedrukt per functionele eenheid (zoals momenteel gebeurt bij beoordeling van de milieuprestatie (MKI)).
2. Door het koppelen van de functionele eenheid, de gebruikte hoeveelheid materiaal en/of de gecreëerde waarde (van de bouwelementen, het bouwwerk).

Voor Optie 1 is het dan nodig om die referenties op te stellen. Hoeveel materiaal wordt doorgaans gebruikt voor het vervullen van een bepaalde functie (zoals 1 m² wegdek aanleggen, of 1 m³ kantoorruimte creëren).

De rol van levensduur

Materiaalbehoud kan ook gerealiseerd worden door een lange(re) levensduur. Als een wegdek twee keer zo lang meegaat, scheelt dat grondstoffen. Levensduur is geen indicator an sich. De Ellen McArthur Foundation hanteert een ratio ten opzichte van een referentieproduct. Als kan worden aangetoond dat een bouwwerk langer meegaat dan het referentieproduct, kan die ratio als factor worden toegepast in de beoordeling van circulariteit van een bouwwerk.

Twee kanttekeningen bij levensduur:

- De grondstoffen zijn echter wel langer vastgelegd en dus niet beschikbaar voor recycling/hergebruik.
- Een korte levensduur is niet per sé slechter dan een lange levensduur: een korte eerste levensduur kan, mits er een sluitend plan ligt voor herbestemming van het materiaal, zodat het gegarandeerd een kwalitatief hoogwaardige tweede levensduur krijgt. In dit licht kan een factor voor levensduur contraproductief werken.

Goede kennis van levensduur in combinatie met recyclebaarheid is een belangrijk onderwerp voor RWS.

²³ Er is ook een grens aan duurzaam verbouwde/geteelde hernieuwbare grondstoffen: de capaciteit van de aarde is beperkt.



10 Combinatie van deelindicatoren

Tot dusver zijn indicatoren besproken voor de mate van circulariteit van materiaalgebruik en vrijkomend materiaal afzonderlijk. Ook voor energieverbruik is een indicator gedefinieerd. Verder zijn diverse opties besproken – randvoorwaarden voor duurzaamheid – die ingepast kunnen worden, om mee te nemen bij het beoordelen van de mate van circulariteit.

In dit hoofdstuk gaan we in op de mogelijkheden om indicatoren te combineren of naast elkaar te hanteren.

10.1 Material Circularity Indicator - Ellen MacArthur Foundation

De Ellen MacArthur Foundation heeft een circulariteitsindicator ontwikkeld voor producten, de Material Circularity Indicator (MCI). De MCI is een score van 0% tot 100%, waarbij 100% volledig circulair materiaalgebruik representeert en 0% volledig lineair.

Theoretisch

De MCI bevat een basisberekening voor de *linear flow index*: het aandeel materiaal dat zich in een lineair systeem bevindt. Dit gaat uit van:

- de massa van het product (per materiaal);
- het aandeel secundair materiaal (hergebruikt + gerecycled);
- het ontstaan van finaal afval na afdanking.

Optioneel kan de MCI-formule worden uitgebreid met:

- uitval (finaal afval) in de voorketen (%);
- levensduur: ratio ten opzichte van een (zelf nader te definiëren) referentieproduct;
- gebruiksintensiteit: ratio ten opzichte van een (zelf nader te definiëren) referentieproduct.

Deze aspecten/deelindicatoren komen overeen met eerdergenoemde deelindicatoren (secundair materiaal, finaal afval).

De MCI is ontwikkeld voor producten, van wieg tot graf. De basisformule is zo opgezet dat 100% alleen kan worden behaald als het product volledig bestaat uit secundair materiaal en ook volledig weer hergebruikt of gerecycled kan worden. De MCI is een middel om de (materiaal)circulariteit van een product te duiden en om verschillende producten te vergelijken, bijvoorbeeld bij aanbestedingen. Het is vooral nuttig als het ontwerp ondersteund wordt met circulair bedrijfsmodel en een actieplan voor vergroten en borgen van de circulariteit.

Wij zien echter wat nadelen aan het gebruik van de MCI, zoals ontwikkeld door de Ellen MacArthur Foundation:

- De MCI maakt geen verschil in kwaliteit van hergebruikt/gerecycled materiaal. Downcycling wordt ook gezien als circulair (zie Hoofdstuk 6).
- De MCI maakt geen onderscheid tussen hernieuwbaar en niet-hernieuwbaar materiaal. Ook hernieuwbaar materiaal dient dus ook van secundaire oorsprong te zijn wil het meetellen als circulair. Dit komt overeen met Optie 2a in Paragraaf 5.2.



Bij eventuele toepassing door Rijkswaterstaat plaatsen we de volgende kanttekeningen:

- Een gecombineerde indicator zoals de MCI is per definitie minder transparant dan meerdere deelindicatoren. Een MCI-score van 50% kan komen door volledig gebruik van secundair materiaal of door primair materiaal dat in theorie herbruikbaar/recyclebaar is. Het is de vraag of je de (theoretische) herbruikbaarheid/recyclebaarheid wel wil belonen. Zo ja, dan zijn randvoorwaarden nodig, zoals een bestand plan van aanpak voor inname/recycling (zie ook Hoofdstuk 8).
- De MCI is ontwikkeld voor producten van wieg tot graf. Het is de vraag of dit nauwkeurig genoeg is voor RWS als geheel. Immers, RWS past jaarlijks materialen toe en er komen jaarlijks materialen vrij. De MCI is alleen een indicator voor materiaaltoepassing (met beoordeling van verwerking na afdanking (end-of-life)). Het kan niet worden gebruikt voor afdanking/end-of-life alleen.
- De optionele uitbreiding voor levensduur en gebruiksintensiteit zijn niet geschikt voor gebruik van RWS als geheel (jaarlijkse berekening). Immers, er is niet één RWS-referentieproduct met één generieke levensduur.

Praktisch

Als eenmaal de parameters (percentages en bijbehorende massa's) bekend zijn dan is het berekenen van de MCI niet heel ingewikkeld. Zie het rekenvoorbeeld in Box 2. Het is handig om een rekenhulp (Excel²⁴, software) te gebruiken om de MCI te berekenen. In sommige LCA-softwarepakketten is het mogelijk om de MCI te berekenen. Dit is dan echter op basis van theoretische gegevens (life cycle inventory van bestaande materialen).

Met het rekenvoorbeeld is ook te zien dat de MCI uit te breiden valt met andere niet-circulaire aspecten. Er kunnen prima percentages worden toegevoegd voor:

- niet-duurzaam hernieuwbaar materiaalgebruik;
- niet-circulaire verwerkroutes (zoals downcycling).

De bijbehorende massa's vallen dan onder de linear flow index. De randvoorwaarden voor die niet-circulaire extra's moeten dan wel goed worden vastgesteld (door Rijkswaterstaat).

²⁴ Basale rekentool van EMAF kan gedownload worden via:

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/resources/apply/circularity-indicators>



Box 2 - Rekenvoorbeeld: MCI (fictief voorbeeld)

Tabel 4 - Parameters ter berekening van de MCI (fictief voorbeeld)

Symbol	Aspect:	Totaal
M , mass	Materiaalgebruik, nominaal in het werk	5.000
F_u, F_r	Aandeel secundair materiaal op totaal	10%
P_R	Percentage materiaalverlies bij productie (finaal afval)	5%
M'	Massa van materiaal incl. verliezen bij productie	5263
W'_o	Afval dat ontstaat bij materiaalproductie (voorketen)	263
C_r	Aandeel van het product naar recycling	20%
C_u	Aandeel naar hergebruik	5%
W_o	Finaal afval na afdanking	3.750
E_c	Efficiëntie van het recycleproces	80%
W_c	Finaal afval bij recyclingprocessen	200
L	Levensduur van het bouwwerk	40
L_{av}	Gemiddelde levensduur van soortgelijke bouwwerken	40
U	Gebruiksintensiteit bouwwerk	1
U_{av}	Gebruiksintensiteit gemiddeld van soortgelijke bouwwerken	1

Tabel 5 - Berekende parameters en MCI

Symbol	Aspect	Formule	Resultaat
V	Massa primair materiaal	$M * (1 - F_r - F_u)$	4.500
W	Waste: finaal afval door hele keten heen	$W'_o + W_o + W_c / 2$	3.850
LFI	Linear flow index: het aandeel materiaal dat zich in een lineair systeem bevindt	$(V + W) / (2M - W_c / 2)$	84%
X	Utility index: gebruiksratio	$L / L_{av} * U / U_{av}$	1
MCI_p	Material circularity index van het bouwwerk	$1 - LFI * 0,9 / X$	24%

10.2 Custom-made set aan indicatoren

Rijkswaterstaat kan ook indicatoren naast elkaar gebruiken. De individuele indicatoren vormen dan tezamen een beeld van de circulariteit.

Wij adviseren twee losse, naast elkaar bestaande indicatoren voor de mate van circulariteit voor 1) materiaalgebruik, en 2) vrijkomend materiaal. Voor materiaalgebruik is het aandeel primair/secundair de absolute basis; voor vrijkomend materiaal het aandeel finaal/niet-finaal afval. Wij adviseren wel verdere detaillering op twee fronten:

- onderscheid hernieuwbaar materiaal, en het aandeel niet-duurzaam hernieuwbaar valt onder niet-circulair;
- onderscheid downcycling als niet-circulair of werk met een (nader uit te werken) kwaliteitsfactor voor de hoogwaardigheid (=circulariteit) van recycling.

Het is te overwegen om naast de twee circulaire indicatoren voor materiaalgebruik een derde indicator te hanteren die de mate van circulariteit voor energieverbruik aangeeft: het aandeel hernieuwbare energie. De focus zou dan ten minste moeten liggen op eigen energieverbruik bij gebruik van de bouwwerken (verlichting, installaties) en energieverbruik voor bouwrijp maken en bouwwerkzaamheden. De bouw kan zich moeilijk circulair noemen als dit nog grotendeels met fossiele energie gebeurt.



Zo'n indicator kan aanvullend werken op de ambitie om in 2030 energieneutraal²⁵ te zijn. Het gaat om een losse indicator, naast de indicatoren voor materialen. Energie wordt immers uitgedrukt in MJ (primair); kg gas en olie optellen bij kg materiaal is nietszeggend.

Voor andere niet-duurzame aspecten raden we aan met randvoorwaarden te werken (bij aanbesteding).

²⁵ Evenveel duurzame energie opwekken als verbruikt wordt.



11 Ontwikkelingen en roadmap informatievoorziening

11.1 Ontwikkelingen

In deze paragraaf benoemen we enkele toekomstige ontwikkelingen die een positieve bijdrage kunnen gaan leveren aan informatievoorziening, om de mate van circulariteit te kunnen berekenen voor de diverse geïdentificeerde indicatoren voor materiaalgebruik.

11.1.1 LCA-databases en LCA-software ook geschikt voor circulaire indicatoren

Wellicht wordt het mogelijk om circulaire indicatoren te berekenen op basis van de levenscyclusinventarisatie van het bouwwerk, die toch al moet worden uitgevoerd bij het uitvragen van de MKI-score.

Hiervoor is nodig, of zal daaraan bijdragen:

1. Er komen meer proceskaarten beschikbaar die (puur) secundair materiaal representeren. Zoals nu de proceskaarten van BRBS van menggranulaat.
2. In proceskaarten van de NMD wordt informatie opgenomen van circulaire deel-indicatoren aangaande het gebruik en toepassing van materiaal. Denk aan een regel met informatie over het aandeel secundair materiaal. Deze informatie is complementair aan de informatie die al in de proceskaart staat (LCI- of LCA-resultaten). Zie Figuur 7, een proceskaart uit de NMD: onder 'inputs from nature' kunnen de inputs worden gecreëerd: 'primair materiaal' en 'secundair materiaal'.
3. De methoden voor het berekenen van de LCA-resultaten – de impactanalyse – worden uitgebreid met het doorrekenen van (deel)indicatoren. Deze methode gebruikt de bovengenoemde regels met informatie.
4. Dit geldt ook voor de(zelfde) proceskaarten die worden gebruikt in softwaretools als de Groen beton-tool en Ecochain-asfalttool, voor het bepalen van specifieke samenstellingen van materialen.
5. Daarnaast:
 - of: er moeten veel meer varianten van materialen worden opgesteld, om recht te doen aan de vele mogelijke aandelen secundair materiaal in staal, asfalt, beton, etc.;
 - of: in de LCA-software, zoals DuboCalc, kan men zelf de samenstelling primair/ secundair modelleren, met puur primaire en puur secundaire grondstoffen (dit kan nu nog niet).
6. Mogelijk kan er een koppeling of integratie worden bewerkstelligd tussen DuboCalc en software zoals de Groen beton-tool en Ecochain-asfalttool.

Deze ontwikkeling ligt in handen van softwareontwikkelaars (SimaPro - Pré Consultants; DuboCalc - RWS/RHDHV). Daarnaast zullen bestaande proceskaarten (NMD, Ecoinvent) of itemkaarten (DuboCalc) moeten worden aangepast/uitgebreid.

Dit betekent nogal wat ingrijpende veranderingen, die enkele jaren doorvoertijd zullen gelden. Consensus is nodig over welke informatie de proceskaarten zouden moeten bevatten en welke (deel)indicatoren worden 'uitgedraaid' bij de analyse. En daarnaast uiteraard besef van nut en noodzaak om de aanpassingen daadwerkelijk door te voeren.



11.1.2 Materialenpaspoort + software

Een materialenpaspoort levert informatie aangaande het bouwwerk, inclusief circulaire indicatoren en (mogelijk) de waarde. Het kan (onderdeel van) een integraal software-systeem worden, dat alle informatie ontsluit voor RWS. Zo'n systeem kan idealiter ook de berekening uitvoeren van RWS-totaal, per jaar, op basis van alle afzonderlijke bouwwerken. Daarvoor is het wel nodig dat ook (materiaalgebruik in) renovatieprojecten worden opgenomen.

Het systeem zorgt ten minste voor eenduidige en snelle ontsluiting van informatie ten behoeve van het beoordelen van bouwwerken en – op termijn – de mogelijkheden bij end-of-life van het bouwwerk (materiaal/elementhergebruik, hoeveelheid vrijkomende materialen, kwaliteit van materialen, etc.).

Een materialenpaspoort helpt niet bij de beoordeling van projecten ten tijde van aanbesteding, want wordt pas bij de bouwuitvoering zelf opgesteld.

11.1.3 Doorontwikkeling van de indicatoren zelf

Als Rijkswaterstaat een keuze heeft gemaakt welke indicatoren te (laten) berekenen en in welke mate van detail, zal Rijkswaterstaat daarmee moeten gaan experimenteren. Lukt de dataverzameling, de berekening? Welke informatieverwerking vergt de verkregen data?

Lessen uit pilots (daadwerkelijke projecten) zullen richting geven aan de verdere ontwikkeling van LCA-software, het materialenpaspoort, BIM en software voor resultaatberekening bij Rijkswaterstaat.

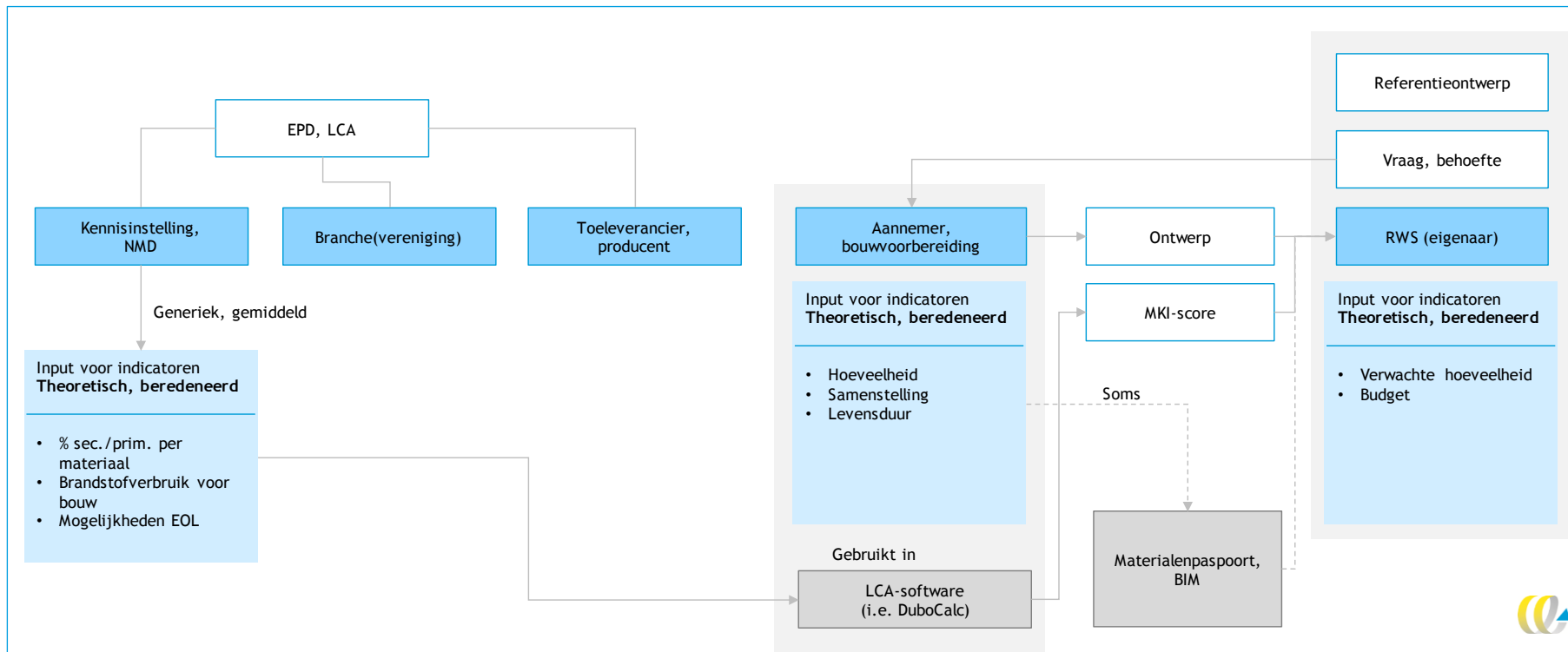
11.2 Roadmap voor bepalen mate van materiaalcirculairiteit bij beoordelen van projecten

Figuur 19 beeldt de huidige mogelijkheden uit voor databeschikbaarheid en informatievoorziening. Momenteel is informatie verspreid en niet altijd direct beschikbaar. Er zijn bijvoorbeeld aannames nodig om het gemiddeld aandeel secundair materiaal te bepalen in beton en asfalt. Het gemiddeld aandeel secundair materiaal in staal zou moeten worden beredeneerd uit milieuprofielen in de NMD en/of van brancheverenigingen.

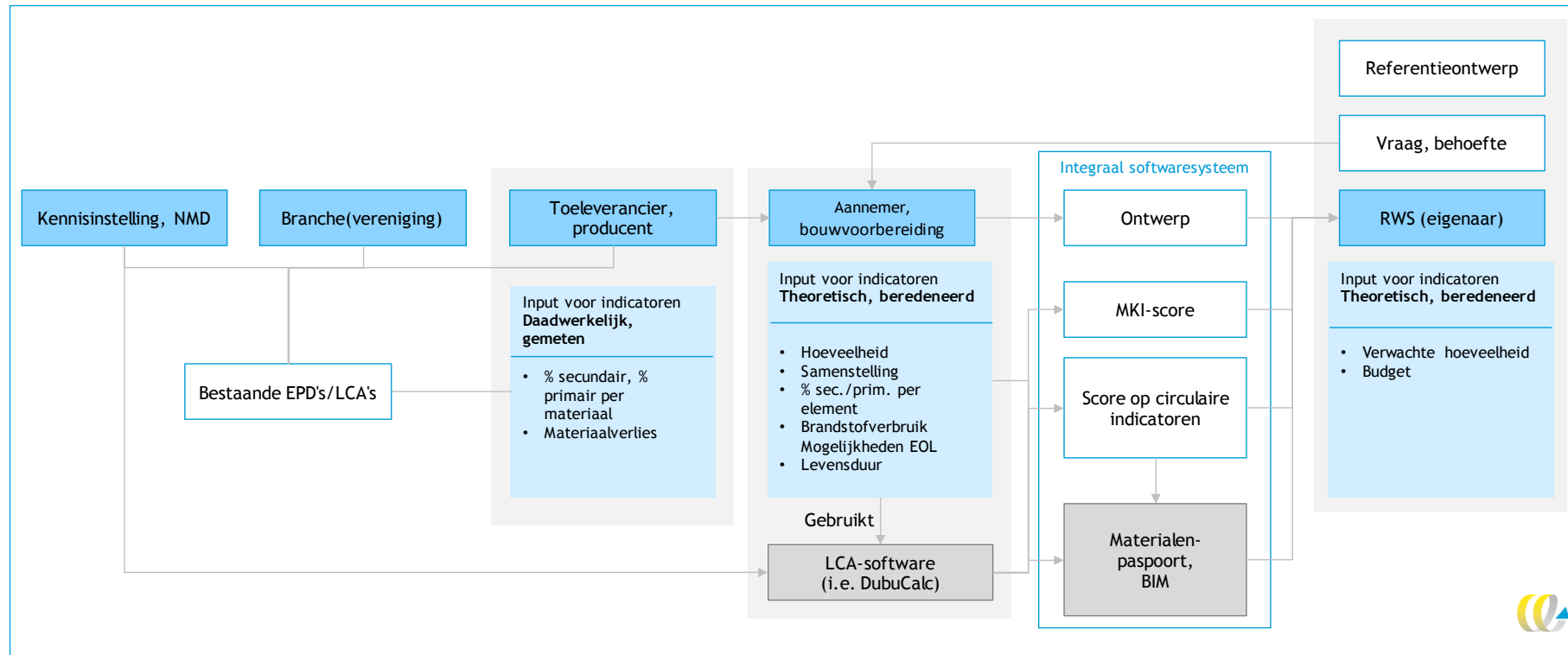
Te zien is dat momenteel alle data theoretisch is, ofwel beredeneerd, in plaats van gemeten of specifiek vastgelegd per project. Dit komt deels omdat in de ontwerpfase het materiaalgebruik nog niet definitief is en dus niet gemeten kan worden. Maar ook omdat er geen exacte gegevens direct beschikbaar zijn, voor de aannemer, van de verhouding secundair/primair materiaal in elementen of ingekochte materialen.

In de toekomst, bij doorvoering van de ontwikkelingen genoemd in Paragraaf 11.1, blijven de indicatoren voor RWS theoretisch. Het gaat immers om een nog te bouwen bouwwerk. Wel is de achterliggende informatie zekerder, eenvoudiger te ontsluiten en direct te gebruiken door aannemers (LCA-informatie) en RWS (resultaten).

Figuur 19 - Samenhang datavoorziening, huidige mogelijkheden



Figuur 20 - Samenhang datavoorziening, mogelijkheden nabije toekomst



11.3 Roadmap voor materiaalcirculairiteit voor Rijkswaterstaat als geheel

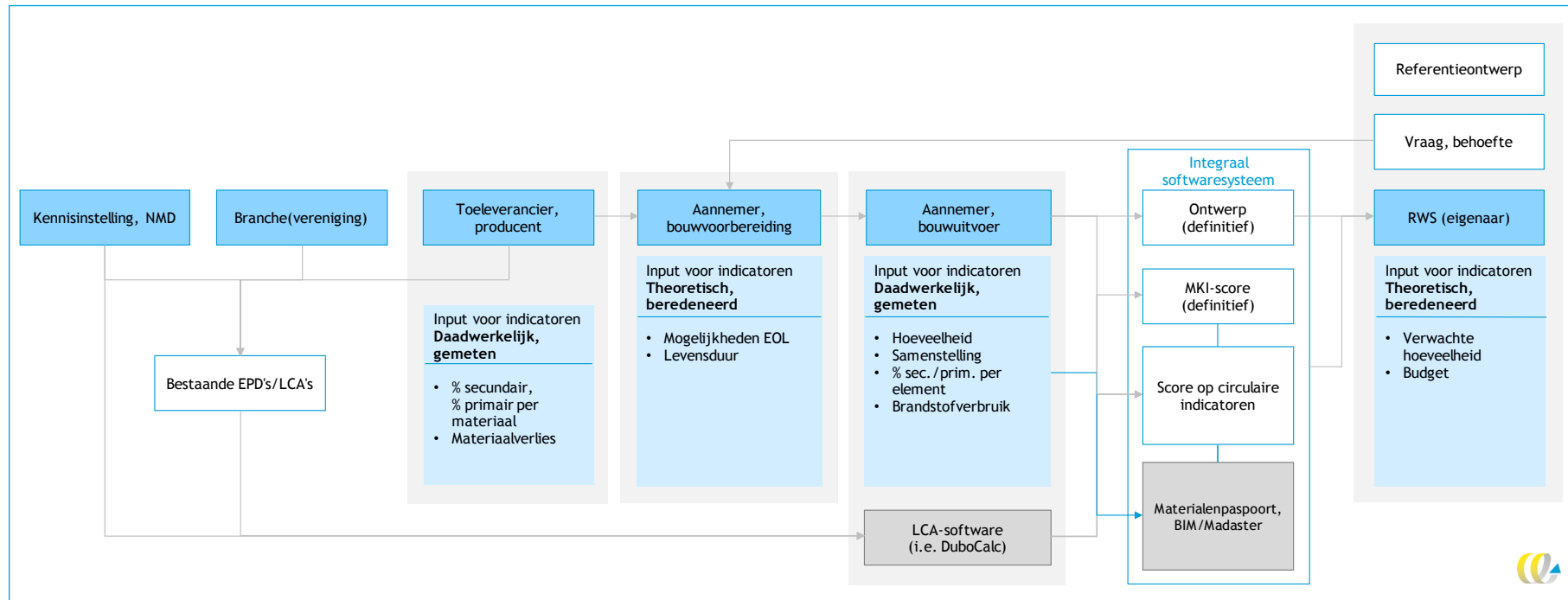
11.3.1 Materiaalgebruik: input

Op dit moment is het nog niet mogelijk om circulaire indicatoren voor Rijkswaterstaat als geheel te berekenen. Informatie wordt nog niet structureel bijgehouden. Men kan er wel mee starten; het structureel verzamelen van informatie is dan wel noodzakelijk. In Figuur 21 staat aangegeven welke informatie waar beschikbaar is. Te zien is dat het vooral gaat om theoretische, beredeneerde informatie, waar ook de aannemer van afhankelijk is (en niet direct ter beschikking heeft).

De toekomstige situatie, Figuur 22, gaat ervan uit dat informatie wel structureel wordt uitgevraagd, bijgehouden en verwerkt. De toeleverancier en aannemer werken samen om de exacte samenstelling van de bouwwerken vast te stellen. Met weinig extra inspanning (bovenop de informatieverzameling voor MKI-berekeningen) wordt het zo mogelijk om de jaarlijkse/doorlopende materiaalmonitoring van RWS uit te voeren.



Figuur 22 - Samenhang informatievoorziening materiaalgebruik RWS-totaal, mogelijkheden nabije toekomst



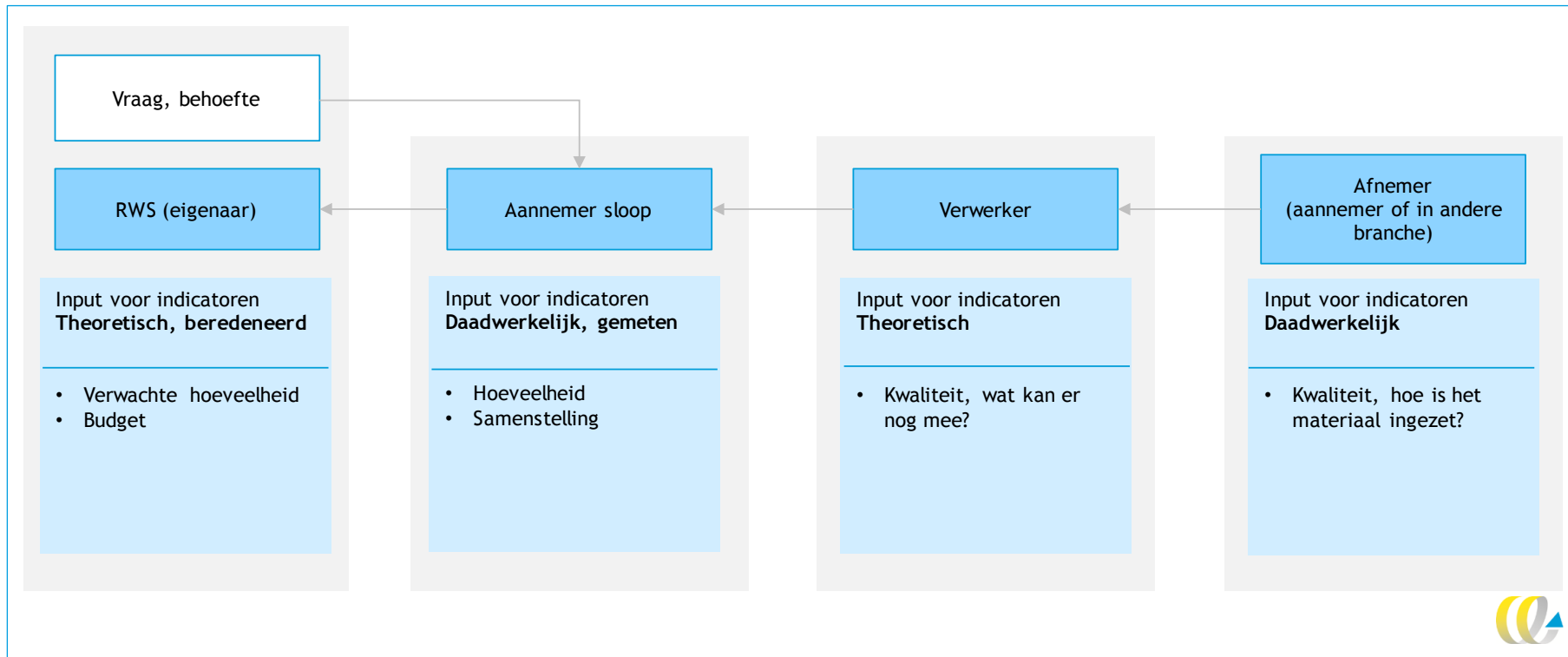
11.3.2 Vrijkomend materiaal, output

Volgende schema's zijn gericht op het monitoren van het jaarlijks vrijkomende materiaal, bij sloop- en renovatieprojecten. Idealiter geeft dit inzicht in wat er daadwerkelijk gebeurt met de vrijkomende materialen en hoeveel materiaal er hoogwaardig wordt hergebruikt/gerecycled. Dit kan men momenteel al realiseren. Aannemers (sloop) en verwerkers dienen informatie aan te leveren over wat er met het materiaal gebeurt. Een integraal software-systeem (zie ook Hoofdstuk 3) helpt om gegevens te clusteren voor jaarlijkse/doorlopende monitoring.

Een materialenpaspoort draagt op korte termijn niets bij. Op langere termijn wel: de hoeveelheden materiaal zijn dan goed bekend en het helpt aannemers en verwerkers om hergebruik of hoogwaardige recycling te realiseren.



Figuur 23 - Samenhang informatievoorziening vrijkomend materiaal RWS-totaal, huidige mogelijkheden



Figuur 24 - Samenhang informatievoorziening vrijkomend materiaal RWS-totaal, toekomst

