

Leidraad

# **Meten van circulariteit**

Werkafspraken voor een circulaire bouw

Versie 2.0 – 2 juli 2020

Platform CB'23

© Platform CB'23

Deze leidraad is zorgvuldig opgesteld. Desondanks kunnen fouten en onvolledigheden niet worden uitgesloten. Platform CB'23, de betrokken organisaties en de leden van de actieteams aanvaarden dan ook geen aansprakelijkheid die verband houdt met dit document. Ook niet voor directe of indirecte schade ontstaan door toepassing van dit document.

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

## Voorwoord

Deze leidraad bevat een aanzet voor een kernmeetmethode voor circulariteit in de bouw. Zo'n methode meet de mate van circulariteit, bijvoorbeeld van een bouwproduct, een gebouw of een brug. Met de kernmeetmethode wil Platform CB'23 de transitie naar een circulaire bouwconomie stimuleren.

De leidraad is van belang voor iedereen die zich met circulair bouwen bezighoudt. De kernmeetmethode kan in de gehele bouw worden toegepast: zowel in de B&U-sector (burgerlijke en utiliteitsbouw: gebouwen) als in de GWW-sector (grond-, weg- en waterbouw: infrastructuur). Daarnaast kunnen allerlei partijen die betrokken zijn bij de bouw – waaronder opdrachtgevers en opdrachtnemers – de kernmeetmethode gebruiken. Ook voor mensen die (nationaal of internationaal) met vergelijkbare meetmethoden of aan circulair beleid werken, is de leidraad interessant.

De leidraad is geschreven voor lezers met een verschillend niveau van kennis van circulariteit. Wel wordt een basiskennis van de bouw verondersteld. Specifieke termen uit de circulaire bouw zijn de eerste keer in **oranje en vet** weergegeven. De betekenis van deze termen is op te zoeken in het *Lexicon circulaire bouw* (Platform CB'23, 2020a).

Deze leidraad 2.0 is een geactualiseerde versie van leidraad 1.0, die vorig jaar is gepubliceerd. In de inleiding staat welke onderdelen nieuw zijn.

De kernmeetmethode blijft in ontwikkeling. De huidige methode kan worden gebruikt om inzicht te krijgen in en beslissingen te sturen op onderdelen van circulariteit, maar is nog niet geschikt om een volledig circulaire afweging te maken.

### **Platform CB'23**

Platform CB'23 (Circulair Bouwen 2023) zet zich in voor afspraken over circulariteit in de bouw. Binnen het platform gaan mensen van betrokken partijen (onder meer marktpartijen, beleidsmakers en wetenschappers) in gesprek om tot gedragen afspraken te komen. Dat doen zij in verschillende actieteams. Dit document is opgesteld door het actieteam Meten van circulariteit. Ook het actieteam Paspoorten voor de bouw heeft een leidraad gepubliceerd.

# Inhoud

<b>Voorwoord</b> .....	<b>3</b>
<b>Samenvatting</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Inleiding</b> .....	<b>11</b>
1.1 Transitie naar een circulaire bouwconomie .....	11
1.2 Platform CB'23 ondersteunt de transitie met werkafspraken.....	11
1.3 Eenduidige werkafspraken over het meten van circulariteit.....	12
1.4 Leeswijzer.....	12
<b>2 Doel en toepassingsgebied</b> .....	<b>15</b>
2.1 Doel: Aanzet geven voor indicatoren en hun bepalingsmethode .....	15
2.1.1 Doel leidraad 1.0: Breedgedragen denkkader en eerste indicatoren formuleren .....	15
2.1.2 Doel leidraad 2.0: Ontbrekende onderdelen uitwerken.....	15
2.1.3 Langetermijndoel: Volwaardige kernmeetmethode ontwikkelen.....	15
2.2 Toepassingsgebied: breed toepasbaar .....	15
2.2.1 Focus op het meetproces .....	15
2.2.2 De gehele bouwsector .....	16
2.2.3 Elke circulaire strategie.....	16
2.2.4 Ieder schaalniveau .....	17
2.2.5 Ieder moment in het bouwproces.....	17
2.2.6 Vijf contexten.....	17
<b>3 Denkkader</b> .....	<b>19</b>
3.1 Drie doelen circulair bouwen.....	19
3.2 Beschermingsprincipes.....	20
3.3 Impactindicatoren.....	20
3.4 Gehele levenscyclus (deel)object.....	21
3.5 Verwachte en gerealiseerde circulariteit.....	22
3.6 Materiaalbalans .....	23
3.7 Kernmeetmethode in schema .....	24
<b>4 Indicatoren en rapportages</b> .....	<b>25</b>
4.1 Onderdelen van de kernmeetmethode.....	25
4.2 Indicatoren .....	25
4.2.1 Indicator 1: inputmateriaal, dimensie 1 .....	25
4.2.2 Indicator 1: inputmateriaal, dimensie 2 .....	27
4.2.3 Indicatoren 2 en 3: outputmateriaal .....	28
4.2.4 Indicator 4: invloed op milieu.....	29
4.2.5 Indicatoren 5 t/m 7: waardebehoud.....	30
4.2.6 Indicatoren in schema .....	32
4.3 Rapportage over het adaptief vermogen .....	33
4.4 Rapportage met verantwoording en verdere uitsplitsing .....	33
<b>5 Bepalingswijze indicatoren</b> .....	<b>34</b>
5.1 Algemene bepalingsafspraken .....	34
5.2 Afspraken over data.....	34
5.2.1 Data-inventarisatie .....	34
5.2.2 Detailniveau data.....	36
5.2.3 Van data naar resultaten.....	38
5.3 Bepalingsmethode en rekenregels voor de indicatoren.....	38
5.3.1 Rekenregels voor primair/secundair inputmateriaal (indicatoren 1.1 en 1.2).....	38

5.3.2	Rekenregels voor primair materiaal dat hernieuwbaar/niet-hernieuwbaar is (indicatoren 1.1.1 en 1.1.2)	39
5.3.3	Rekenregels voor primair materiaal dat hernieuwbaar is en duurzaam is geproduceerd/niet-duurzaam is geproduceerd (indicatoren 1.1.2a en 1.1.2b)	40
5.3.4	Rekenregels voor inputmateriaal uit recycling/hergebruik (indicatoren 1.2.1 en 1.2.2)	42
5.3.5	Rekenregels voor fysieke schaarste (indicator 1.3)	43
5.3.6	Rekenregels voor socio-economische schaarste (indicatoren 1.4.1 en 1.4.2)	44
5.3.7	Rekenregels voor beschikbaar outputmateriaal voor de volgende cyclus (indicatoren 2, 2.1 en 2.2)	47
5.3.8	Rekenregels voor verloren outputmateriaal (indicatoren 3, 3.1 en 3.2)	49
5.3.9	Rekenregels voor milieu (indicatoren 4 en 4.1 t/m 4.1.9)	50
5.3.10	Algemene kaders waarde-indicatoren	51
5.3.11	Rekenregels voor technisch-functionele waarde (indicatoren 5.1, 6.1 en 7.1)	53
5.3.12	Rekenregels voor economische waarde (indicatoren 5.2, 6.2 en 7.2)	56
<b>6</b>	<b>Handvatten voor de rapportage over het adaptief vermogen</b>	<b>60</b>
6.1	Status handvatten adaptief vermogen in de kernmeetmethode	60
6.1.1	Huidige status	60
6.1.2	Toekomstige status	61
6.2	Algemene handvatten adaptief vermogen	61
6.2.1	Typen adaptief vermogen	61
6.2.2	Adaptief vermogen in verschillende fasen	63
6.2.3	Adaptief vermogen als investering	65
6.3	Adaptief vermogen en toekomstscenario's	65
6.3.1	De rol van toekomstscenario's	65
6.3.2	Toekomstscenario's formuleren	66
6.3.3	Toekomstscenario's afwegen	67
6.4	Passend adaptief vermogen	68
6.4.1	Bouwwerklagen	69
6.4.2	Tabellen met aspecten van adaptief vermogen	71
6.5	Borging adaptief vermogen	81
<b>7</b>	<b>Aandachtspunten en afspraken voor gebruik</b>	<b>82</b>
7.1	Beperkingen methode	82
7.1.1	Zekere en onzekere data	82
7.1.2	Waarde	82
7.1.3	Levensduur	82
7.1.4	Sociale rechtvaardigheid	82
7.1.5	Afwegingen	82
7.1.6	Tools	83
7.2	Workflow	83
7.3	Presentatie resultaten	84
7.4	Aanvullende informatie	87
<b>8</b>	<b>Verantwoording</b>	<b>88</b>
8.1	Meerwaarde kernmeetmethode vroeg in de transitie	88
8.2	Toepassingsgebied en denkkader	88
8.3	Indicatoren en hun bepalingwijze	89
8.3.1	Indicatoren voor beschermen materiaalvoorraden	89
8.3.2	Indicatoren voor beschermen milieu	90
8.3.3	Indicatoren voor beschermen waarde	90
8.4	Rapportage over het adaptief vermogen	92
<b>9</b>	<b>Relaties met andere meetmethoden en initiatieven</b>	<b>93</b>
9.1	Milieugerichte LCA-methoden	93
9.2	Material Circularity Indicator (MCI)	93
9.3	Level(s) framework	94
9.4	R-principes	95

9.5	Nationale initiatieven.....	95
9.6	Internationale normalisatie-initiatieven.....	96
<b>10</b>	<b>Resultaten, vervolgstappen en aanbevelingen .....</b>	<b>97</b>
10.1	Resultaten.....	97
10.1.1	Verdere uitwerking indicatoren en rapportage over het adaptief vermogen .....	97
10.1.2	Nieuwe actieteamleden .....	97
10.1.3	Eerste stappen met testen.....	97
10.1.4	Afspraken over gebruik en toepassing.....	98
10.2	Vervolgstappen in leidraad 3.0 .....	98
10.2.1	Terminologie .....	98
10.2.2	Mate van onzekerheid bij verwachte circulariteit .....	99
10.2.3	Toekomstscenario's .....	99
10.2.4	Hoog- en laagwaardig hergebruik en recycling.....	100
10.2.5	Verdere uitwerking adaptief vermogen.....	100
10.2.6	Samengevoegde totaalscore .....	100
10.2.7	Bruikbaarheid voor aanbestedingen .....	100
10.2.8	Afstemming met nationale en internationale initiatieven .....	101
10.2.9	Overige onderwerpen .....	101
10.3	Aanbevelingen voor andere partijen.....	101
10.3.1	Organisaties in de bouwsector.....	101
10.3.2	Toolbouwers.....	102
10.3.3	Universiteiten.....	102
	<b>Totstandkoming .....</b>	<b>103</b>
	<b>Literatuur .....</b>	<b>105</b>
	<b>Bijlage A Afspraken voor transitie naar circulaire bouw.....</b>	<b>108</b>
	<b>Bijlage B Bestaande methoden voor de ontwikkeling van technisch-functionele waarde-indicatoren.....</b>	<b>110</b>
	<b>Bijlage C Voorbeeld van de berekening van economische waarde .....</b>	<b>111</b>
	<b>Bijlage D Schaal van Schmidt.....</b>	<b>112</b>
	<b>Bijlage E Gebruikersverhalen denkkader .....</b>	<b>114</b>
	<b>Bijlage F Gebruikersverhalen schaarste .....</b>	<b>120</b>
	<b>Bijlage G Relatie tussen indicatoren van de kernmeetmethode en de parameters van de MCI-berekening .....</b>	<b>122</b>
	<b>Bijlage H Leden actieteam 2018-2019 .....</b>	<b>124</b>
	<b>Bijlage I Leden actieteam 2019-2020 .....</b>	<b>125</b>

## Samenvatting

*Leidraad Meten van circulariteit in de bouw* is de eerste stap naar een breedgedragen en geharmoniseerde kernmeetmethode voor circulariteit. De eerste versie van de leidraad is in juli 2019 gepubliceerd. Deze tweede versie voegt een aantal onderdelen toe die nog ontbraken in de kernmeetmethode. De leidraad is gepubliceerd door Platform CB'23.

### Er is behoefte aan een nieuwe methode voor het meten van circulariteit

Onderzocht is of er behoefte is aan een kernmeetmethode naast bestaande methoden als de *Bepalingsmethode milieuprestatie gebouwen en gww-werken* (SBK-bepalingsmethode). Dat is gedaan in 'gebruikersgesprekken' met partijen in de (circulaire) bouw. Uit die gebruikersgesprekken bleek dat een nieuwe meetmethode wenselijk is.

Partijen is onder meer gevraagd waarom ze circulair zijn gaan bouwen en op basis van welke informatie ze beslissingen over circulariteit willen nemen. Het grootste deel van de informatiebehoefte voor circulair bouwen blijkt voort te komen uit **drie kerndoelen voor circulair bouwen**:

- beschermen van materiaalvoorraden;
- beschermen van het milieu;
- beschermen van bestaande waarde.

Bestaande meetmethoden geven vooralsnog geen informatie over al deze doelen tezamen.

### De kernmeetmethode harmoniseert bestaande meetmethoden

De kernmeetmethode bouwt zo veel mogelijk voort op bestaande meetmethoden voor duurzaamheid en circulariteit. Deze methoden zijn nu geharmoniseerd, waardoor een breedgedragen kernmeetmethode is ontstaan.

De kernmeetmethode heeft een vaste verzameling indicatoren. Resultaten op die indicatoren worden altijd op dezelfde manier berekend. De kernmeetmethode leidt tot resultaten op alle indicatoren, maar ze worden vooralsnog niet 'gewogen'. Dat betekent dat ze niet worden samengevoegd tot een totaalscore. Er is ruimte om aanvullende indicatoren toe te voegen als een specifiek project daarom vraagt. De kernindicatoren kunnen worden ingebed in bestaande tools voor circulariteitsberekeningen.

### Toepassingsgebied en denkkader

De kernmeetmethode is breed toepasbaar. De methode is onder meer te gebruiken voor:

- zowel de **B&U-sector** (burgerlijke en utiliteitsbouw: gebouwen) als de **GWW-sector** (grond-, weg- en waterbouw: infrastructuur);
- **ieder schaalniveau** van een bouwwerk: op materialen, bouwproducten, groepen van bouwproducten zoals 'de gevel' of 'de installaties', en voor het gehele bouwwerk;
- **alle fasen** van de bouwcyclus.

Voor de indicatoren van de kernmeetmethode geldt het volgende denkkader:

- De kernmeetmethode meet de **impact** op de drie circulaire doelen. De kernmeetmethode waardeert de circulaire strategieën (zoals levensduurverlenging en efficiënt hergebruik) niet op zichzelf, maar bekijkt welke impact zij hebben. Met de kernmeetmethode kan de impact van verschillende circulaire strategieën worden vergeleken.
- De kernmeetmethode neemt de **gehele levenscyclus** van het bouwwerk (of ander object dat wordt gemeten) als uitgangspunt. In berekeningen neemt de methode alle (gerealiseerde en/of verwachte) input- en outputstromen in die levenscyclus mee.
- In de toekomst moet de kernmeetmethode **meerdere levenscycli** als uitgangspunt nemen. Hierdoor kan onder meer inzichtelijk worden gemaakt wat de impact is van circulaire strategieën die over meerdere levenscycli doorwerken.

Afspraken over het toepassingsgebied en het denkkader zijn geformuleerd op basis van gebruikersgesprekken en de denkkaders van bestaande, veelgebruikte meetmethoden.

### **Kernindicatoren voor het beschermen van bestaande materiaalvoorraden**

De kernindicatoren voor het beschermen van materiaalvoorraden komen voor een groot deel overeen met de materiaalbalans uit een milieugerichte levenscyclusanalyses (LCA's). De bepalingwijze van de indicatoren is soms wel aangepast. Daardoor zijn de indicatoren geschikt gemaakt voor het meten van circulariteit.

#### **1. Hoeveelheid gebruikt materiaal (input)**

- 1.1 Hoeveelheid primair materiaal (niet-hernieuwbaar, hernieuwbaar, duurzaam geproduceerd en hernieuwbaar, en niet-duurzaam geproduceerd en hernieuwbaar)
- 1.2 Hoeveelheid secundair materiaal (uit hergebruik en uit recycling)
- 1.3 Hoeveelheid fysiek schaars materiaal
- 1.4.1 Hoeveelheid socio-economisch schaarse grondstoffen
- 1.4.2 Hoeveelheid socio-economische niet-schaarse grondstoffen

#### **2. Hoeveelheid beschikbaar materiaal voor volgende cyclus (output)**

- 2.1 Hoeveelheid materiaal voor hergebruik
- 2.2 Hoeveelheid materiaal voor recycling

#### **3. Hoeveelheid verloren materiaal (output)**

- 3.1 Hoeveelheid materiaal naar energiewinning
- 3.2 Hoeveelheid materiaal naar stort

### **Kernindicatoren voor het beschermen van milieu**

Voor de indicatoren voor het beschermen van het milieu zijn de milieueffectcategorieën uit de SBK-bepalingmethode overgenomen. Deze categorieën zijn gebaseerd op de Europese levenscyclusanalysemethode (LCA-methode) voor de bouw, NEN-EN 15804.

#### **4. Invloed op milieu**

- 4.1 Klimaatverandering – totaal
- 4.2 Klimaatverandering – fossiel
- 4.3 Klimaatverandering – biogeen
- 4.4 Klimaatverandering – landgebruik en verandering in landgebruik
- 4.5 Ozonlaagaantasting
- 4.6 Verzuring
- 4.7 Vermesting zoetwater



- 4.8 Vermesting zeewater
- 4.9 Vermesting land
- 4.10 Smogvorming
- 4.11 Uitputting van abiotische grondstoffen – mineralen en metalen
- 4.12 Uitputting van abiotische grondstoffen – fossiele energiedragers
- 4.13 Watergebruik
- 4.14 Fijnstofemissie
- 4.15 Ioniserende straling
- 4.16 Ecotoxiciteit (zoetwater)
- 4.17 Humane toxiciteit, carcinogeen
- 4.18 Humane toxiciteit, non-carcinogeen
- 4.19 Landgebruik-gerelateerde impact/bodemkwaliteit

### **Kernindicatoren voor het beschermen van bestaande waarde**

Voor de indicatoren voor het beschermen van bestaande waarde zijn geen bestaande meetmethoden beschikbaar. Het actieteam heeft daarom een begin gemaakt met eigen indicatoren. Daarin wordt waarde onderverdeeld in technisch-functionele waarde en economische waarde.

#### **5. Hoeveelheid initiële waarde (input)**

- 5.1 Technisch-functionele waarde
- 5.2 Economische waarde

#### **6. Hoeveelheid beschikbare waarde voor volgende cyclus (output)**

- 6.1 Technisch-functionele waarde
- 6.2 Economische waarde

#### **7. Hoeveelheid verloren bestaande waarde (output)**

- 7.1 Technisch-functionele waarde
- 7.2 Economische waarde

### **Rapportage adaptief vermogen**

Naast de indicatoren is ook een rapportage over het adaptief vermogen onderdeel van de kernmeetmethode. Adaptief vermogen is de mate waarin een bouwwerk of product kan voldoen aan veranderende behoeften. De rapportage over het adaptief vermogen helpt om input- en outputstromen van materialen te berekenen tijdens de huidige levenscyclus (omdat het adaptief vermogen invloed heeft op onderhoud/vervanging) en in volgende levenscycli (omdat het adaptief vermogen invloed heeft op transformatie naar een andere functie/locatie).

### **Data**

Voor uniforme resultaten van de kernmeetmethode zijn uniforme data nodig. Deze vormen voor de kernmeetmethode nog een uitdaging.

Bij circulariteitsmetingen gaat de voorkeur uit naar data die specifiek zijn voor het te meten bouwwerk of object. Specifieke data zijn in vroege bouwfasen, zoals de ontwerpfase, vaak niet beschikbaar. In latere bouwfasen maakt het ontbreken van een goede data-infrastructuur het lastig om aan specifieke data te komen.

Het alternatief voor specifieke data zijn generieke data, die bijvoorbeeld betrekking hebben op een materiaal- of productsoort. Maar ook generieke data zijn niet altijd makkelijk te verkrijgen. Op dit moment ontbreken uitgebreide en vrij toegankelijke generieke datasets voor hernieuwbaarheid, secundaire materialen en scenario's over wat er aan het einde van de levenscyclus met een materiaal gebeurt.

In de leidraad doet het actieteam aanbevelingen die moeten zorgen dat data voor de kernmeetmethode makkelijker beschikbaar worden.

# I Inleiding

## I.1 Transitie naar een circulaire bouweconomie

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

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

De bouwsector speelt een belangrijke rol in de transitie naar een circulaire economie.<sup>1</sup> De doelstellingen voor de Nederlandse bouwsector zijn uitgewerkt in de *Transitieagenda Circulaire Bouweconomie* en het bijbehorende Uitvoeringsprogramma (De Bouwagenda, 2018).

## I.2 Platform CB'23 ondersteunt de transitie met werkafspraken

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

Platform CB'23 zet zich in voor dergelijke afspraken. Platform CB'23 is opgezet door Rijkswaterstaat, het Rijksvastgoedbedrijf, De Bouwcampus en NEN (Koninklijk Nederlands Normalisatie Instituut). Binnen het platform gaan betrokkenen in de bouwcyclus (zoals opdrachtgevers, ontwerpers, leveranciers, bouwers, recyclers, beleidsmakers en wetenschappers) in gesprek om tot gedragen afspraken te komen.<sup>2</sup> De afspraken vanuit Platform CB'23 zijn (in principe) werkafspraken en geen formele standaarden. Wel worden ze gebruikt als input voor nationale en Europese meetmethoden en initiatieven (zie de paragrafen 9.5 en 9.6).

Platform CB'23 zet zich in voor afspraken op verschillende gebieden. Dat heeft geresulteerd in vier documenten:

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

Voor een succesvolle transitie zijn meer afspraken en acties nodig. Bijlage A van deze leidraad beschrijft de visie van Platform CB'23 op welke afspraken en acties op welk moment nodig zijn.

---

<sup>1</sup> Dit is niet alleen in Nederland zo. Ook op Europees niveau hebben bouwen en amovatie prioriteit in de transitie naar een circulaire economie.

<sup>2</sup> Vóór de literatuurlijst in deze leidraad staat meer informatie over de werkwijze van Platform CB'23.

### I.3 Eenduidige werkafspraken over het meten van circulariteit

De werkafspraken in deze leidraad gaan over het meten van **circulariteit**.<sup>3</sup> Circulariteit meten is belangrijk voor veel besluitvorming. Het kan bijvoorbeeld een rol spelen in aanbestedingen of bij het monitoren van circulariteitsprestaties in een regio.

In leidraad 1.0 (Platform CB'23, 2019b) heeft het actieteam Meten van circulariteit van Platform CB'23 (hierna: het actieteam) vastgesteld dat een kernmeetmethode voor circulariteit meerwaarde heeft naast meetmethoden voor **duurzaamheid**.<sup>4</sup> Uit gesprekken met stakeholders bleek dat er behoefte is aan een meetmethode voor circulariteit die informatie geeft over drie doelen<sup>5</sup>:

- beschermen van materiaalvoorraden;
- beschermen van het milieu;
- beschermen van bestaande waarde.

Bestaande meetmethoden geven voorsnog geen informatie over al deze doelen tezamen.

Een **geharmoniseerde** meetmethode voor circulariteit heeft meerwaarde, omdat die voor eenduidigheid zorgt.<sup>6</sup> Op dit moment bestaan er meerdere meetmethoden. Deze meetmethoden zijn niet vanzelfsprekend vergelijkbaar. Ook verschilt de databehoeft per meetmethode. Verschillende partijen (waaronder de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, Rijkswaterstaat en NEN) hebben onafhankelijk van elkaar vastgesteld dat meer eenduidigheid gewenst is.

De verschillen tussen de bestaande meetmethoden leiden onder andere tot het volgende:

- Leveranciers en opdrachtnemers moeten extra investeren, omdat ze per opdracht andersoortige data en resultaten moeten aanleveren.
- Claims over de (mate van) circulariteit zijn niet eenduidig en niet controleerbaar.
- Het vermogen te leren over circulaire ingrepen is beperkt. Dit geldt niet alleen voor organisaties, maar ook voor de bouwsector als geheel.

Platform CB'23 heeft daarom besloten een breedgedragen, geharmoniseerde kernmeetmethode voor circulariteit in de bouw te ontwikkelen die hierin eenheid en consistentie aanbrengt en waarin ook toekomstige inzichten over **circulair bouwen** kunnen worden meegenomen.

### I.4 Leeswijzer

Deze paragraaf beschrijft kort het onderwerp van elk hoofdstuk. Dit helpt om de opbouw van de leidraad te begrijpen. Er wordt aangegeven welke hoofdstukken het best in samenhang kunnen

---

<sup>3</sup> Ook op internationaal niveau wordt gewerkt aan dergelijke afspraken. De relatie tussen de afspraken in deze leidraad en internationale afspraken wordt besproken in paragraaf 9.6.

<sup>4</sup> Een veelgebruikte methode om duurzaamheid te meten is bijvoorbeeld de bepalingsmethode van de Stichting Bouwkwiteit, die leidt tot een **MPG-** (B&U-sector) of een **MKI-score** (GWW-sector) (Stichting Bouwkwiteit, 2019).

<sup>5</sup> Paragraaf 3.1 gaat uitgebreider in op deze drie doelen. Paragraaf 8.1 verantwoordt in meer detail waarom het actieteam meerwaarde ziet in een geharmoniseerde kernmeetmethode voor circulariteit op dit moment, vroeg in de transitie.

<sup>6</sup> Hoofdstuk 9 gaat in op de meerwaarde van de kernmeetmethode van Platform CB'23 ten opzichte van andere meetmethoden voor duurzaamheid en circulariteit.

worden gelezen. Ook wordt aangegeven welke hoofdstukken relevant of juist complex zijn voor specifieke groepen lezers.

**Hoofdstuk 2** beschrijft de doelen van de leidraad en het toepassingsgebied van de kernmeetmethode.

**Hoofdstuk 3** bevat het denkkader van de kernmeetmethode waarover het actieteam overeenstemming heeft bereikt. Het gaat hier onder meer over de drie doelen van circulair bouwen: materiaalvoorraden beschermen, milieu beschermen en bestaande waarde beschermen. In de eerste fase van de transitie is het denkkader misschien wel belangrijker dan de kernmeetmethode zelf.

**Hoofdstuk 4** bevat de indicatoren en rapportages die deel uitmaken van de kernmeetmethode. Om hoofdstuk 4 goed te begrijpen is het raadzaam om eerst hoofdstuk 3 te lezen.

In **hoofdstuk 5** staat de bepalingmethode voor alle indicatoren, inclusief rekenregels. Dit is het meest technische onderdeel van de leidraad. Wie onvoldoende bekend is met rekenmodellen, kan delen van dit hoofdstuk overslaan.

**Hoofdstuk 6** geeft handvatten voor de rapportage over het adaptief vermogen. Deze rapportage maakt inzichtelijk welke mate van circulariteit in de toekomst mag worden verwacht.

**Hoofdstuk 7** bevat een aantal aandachtspunten voor gebruikers van de kernmeetmethode.

**Hoofdstuk 8** verantwoordt de keuzes die in de hoofdstukken 3 t/m 5 zijn gemaakt.

**Hoofdstuk 9** vergelijkt de kernmeetmethode met andere meetmethoden voor circulariteit en duurzaamheid en met andere initiatieven. Dit hoofdstuk is vooral relevant voor lezers die met die methoden bekend zijn en willen weten wat de kernmeetmethode toevoegt en op welke vlakken de kernmeetmethode van andere methoden verschilt.

**Hoofdstuk 10** vat samen wat de status van de kernmeetmethode nu is en wat de volgende stappen zijn om de methode verder te ontwikkelen. Ook bevat dit hoofdstuk aanbevelingen voor andere partijen, zoals de Stichting Bouwkwiteit (SBK) en universiteiten.

## Verschillen met leidraad 1.0

In 2019 is een eerste versie van deze leidraad gepubliceerd: leidraad 1.0 (Platform CB'23, 2019b). Dit kader geeft aan welke inhoud is toegevoegd of aangepast in de nieuwe leidraad. Hierdoor kunnen lezers die bekend zijn met leidraad 1.0, de nieuwe inhoud snel vinden.

Onderdelen die inhoudelijk hetzelfde zijn gebleven, zijn vaak wel tekstueel veranderd. Daarmee heeft het actieteam de leesbaarheid van de leidraad willen vergroten. De hoofdstukken zijn bijvoorbeeld anders ingedeeld. Ook zijn meer onderdelen naar bijlagen en voetnoten verplaatst om het document overzichtelijk te houden.

De belangrijkste inhoudelijke toevoegingen zijn:

- De teksten over sociale rechtvaardigheid in de paragrafen 3.1 en 7.1.4 zijn nieuw.
- Het onderscheid tussen gerealiseerde circulariteit en verwachte circulariteit en tussen zekere en onzekere data is sterker benadrukt in paragraaf 3.5.
- De bepalingmethoden voor de indicatoren voor schaarste zijn ontwikkeld. Nieuwe teksten hierover staan in de paragrafen 4.1.2, 5.3.5, 5.3.6 en 8.3.1.
- Er is een aanzet gemaakt voor de indicatoren voor waarde en waardebehoud. Nieuwe teksten hierover staan in de paragrafen 4.2.5, 5.3.10, 5.3.11, 5.3.12 en 8.3.3.
- In paragraaf 5.2.2 is explicieter gemaakt hoe de kernmeetmethode omgaat met specifieke en generieke data.
- De ideeën over adaptief vermogen (inclusief **losmaakbaarheid**) zijn verder uitgewerkt en toegepast op de GWW-sector. De nieuwe teksten staan in hoofdstuk 6.
- In paragraaf 7.2 is een workflow toegevoegd voor wie de kernmethode toepast.
- De vervolgstappen en aanbevelingen in hoofdstuk 10 zijn nieuw.

## 2 Doel en toepassingsgebied

### 2.1 Doel: Aanzet geven voor indicatoren en hun bepalingmethode

Het doel van deze leidraad is om een kernmeetmethode voor circulariteit in de bouw te ontwikkelen. Een kernmeetmethode bestaat uit een set kernindicatoren en hun bepalingmethode. Kernindicatoren zijn de minimale indicatoren waarmee een uitspraak kan worden gedaan over de mate van circulariteit.

#### 2.1.1 Doel leidraad 1.0: Breedgedragen denkkader en eerste indicatoren formuleren

Een belangrijk doel van leidraad 1.0 (Platform CB'23, 2019b) was om een breedgedragen denkkader voor de kernmeetmethode te formuleren (zie hoofdstuk 3). Leden van het actieteam hebben hierover uitgebreid van gedachten gewisseld.

Leidraad 1.0 had als tweede doel om een begin te maken met de kernindicatoren en hun bepalingmethode (zie de hoofdstukken 4 en 5). Dit vroeg om een harmonisatieslag: het bij elkaar brengen van bestaande instrumenten, methoden en ervaringen.

#### 2.1.2 Doel leidraad 2.0: Ontbrekende onderdelen uitwerken

Het doel van leidraad 2.0 is om de onderdelen die nog ontbraken of onvolledig waren, uit te werken. In leidraad 1.0 was het actieteam nog niet toegekomen aan de kernindicatoren voor waarde/hoogwaardigheid en voor schaarste. De rol van **adaptief vermogen** binnen de methode is dit jaar verder ontwikkeld. De uitwerking van adaptief vermogen in de GWW-sector is bijvoorbeeld toegevoegd.

#### 2.1.3 Langetermijndoel: Volwaardige kernmeetmethode ontwikkelen

Het actieteam wil op de lange termijn een volwaardige kernmeetmethode ontwikkelen. In de toekomst (maar niet noodzakelijk elk jaar) worden nieuwe versies gepubliceerd die de leidraad verder uitbreiden en verbeteren. Uitgangspunt hierbij is dat de kernmeetmethode wordt geharmoniseerd met de methoden van de Stichting Bouwkwiteit (SBK) en het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) én aanvullende waarde heeft ten opzichte van die methoden.

## 2.2 Toepassingsgebied: breed toepasbaar

Deze paragraaf beschrijft waarop de kernmeetmethode wel en niet van toepassing is. Allereerst wordt een afbakening gemaakt: de focus op het meetproces (paragraaf 2.2.1). Vervolgens wordt de breedte van de toepassing geschetst qua sector (paragraaf 2.2.2), circulaire activiteiten (paragraaf 2.2.3), **schaalniveau** (paragraaf 2.2.4), moment in het bouwproces (paragraaf 2.2.5) en contexten (paragraaf 2.2.6). De insteek is om de kernmeetmethode zo breed mogelijk toepasbaar te maken.

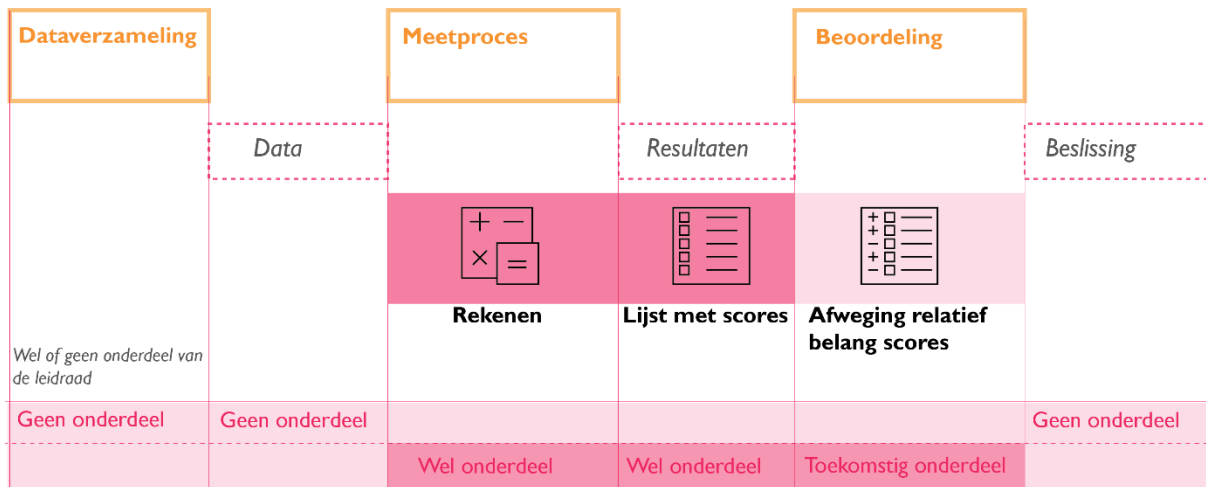
### 2.2.1 Focus op het meetproces

Om de mate van circulariteit mee te nemen in besluitvorming zijn drie stappen nodig:

- Stap 1: Dataverzameling;
- Stap 2: Een meetproces met verschillende indicatoren;
- Stap 3: Een weging/beoordeling van de resultaten (zie figuur 1).

Deze kernmeetmethode richt zich vooralsnog op de tweede stap: het meetproces.

Het meetproces bestaat uit de eerdergenoemde kernindicatoren, hun bepalingsmethode (zie paragraaf 5.3) en de bijbehorende dataverzameling (zie paragraaf 5.2.1). Door de bepalingsmethode van de indicatoren vast te leggen (rekenen) zijn de aan te leveren data (input) en resultaten (output, lijst met scores op de indicatoren) eenduidig, ongeacht wie de berekeningen uitvoert.<sup>7,8</sup>



**Figuur I – Stappen in circulaire besluitvorming die onderdeel zijn van de kernmeetmethode versie 2.0**

De kernmeetmethode laat vooralsnog dus open wat het relatieve belang van de verschillende indicatoren moet zijn. Resultaten worden dan ook niet samengevoegd (geaggregeerd) tot één totaalscore.

In deze fase van de transitie vindt het actieteam het niet wenselijk om resultaten samen te voegen. Ten eerste zijn voor zo'n afweging de opvattingen nog onvoldoende uitgekristalliseerd. Ten tweede beperkt een samengevoegde totaalscore de mogelijkheden om (gezamenlijk) te leren, terwijl dat in deze fase essentieel is. Een samengevoegde totaalscore maakt namelijk minder goed zichtbaar welke keuzes die score beïnvloeden.

In de toekomst hoopt het actieteam weging/beoordeling te kunnen toevoegen aan de kernmeetmethode om zo tot één samengevoegde totaalscore (een mate van circulariteit<sup>9</sup>) te komen.

### 2.2.2 De gehele bouwsector

De kernmeetmethode is toepasbaar in de gehele gebouwde omgeving: zowel in de B&U-sector als in de GWW-sector. Waar een onderdeel van de methode maar op één sector van toepassing is, is dit aangegeven.

### 2.2.3 Elke circulaire strategie

Er bestaan verschillende strategieën om de circulariteit van een **(deel)object** te vergroten. De strategieën moeten ertoe leiden dat het effect op de kernindicatoren waarneembaar is. De kernmeetmethode moet op al die strategieën toepasbaar zijn. Voorbeelden van **circulaire**

<sup>7</sup> Informatie uit de meetmethode kan worden gebruikt voor een ontwerp voor bijvoorbeeld nieuwbouw of renovatie. Bij iedere wijziging in het ontwerp moeten (een deel van) de dataverzameling, berekening en beoordeling opnieuw worden gedaan om te zien of de wijziging in het ontwerp het gewenste effect heeft.

<sup>8</sup> De afspraken die zijn gemaakt over te gebruiken data, zijn opgenomen in paragraaf 5.2.1.

<sup>9</sup> In de leidraad wordt regelmatig de formulering 'mate van circulariteit' gebruikt. Daarmee wordt een samengevoegde totaalscore bedoeld, maar die is nu nog geen onderdeel van de huidige kernmeetmethode.



**strategieën** zijn **demontabele** bouw, het minimaliseren van de totale hoeveelheid gebruikt materiaal, het maximaliseren van de **levensduur** en het toepassen van de zogeheten **R-principes**.<sup>10</sup>

#### 2.2.4 Ieder schaalniveau

De kernmeetmethode is op ieder schaalniveau in de bouw toepasbaar. Resultaten van lagere schaalniveaus kunnen in principe worden overgeërfd op hogere schaalniveaus. Waar een onderdeel niet op alle schaalniveaus toepasbaar is of waar overerving niet mogelijk is, is dat aangegeven.

Er bestaan verschillende onderverdelingen in schaalniveaus. De kernmeetmethode is voor al deze onderverdelingen op ieder schaalniveau toepasbaar. Twee veelgebruikte onderverdelingen zijn:

- de indeling gebaseerd op de decompositie zoals voorgesteld in *Framework circulair bouwen versie 1.0* (**grondstof**, materiaal, **bouwproduct**, element, bouwwerk, complex, gebied; zie Platform CB'23, 2019a: 10-11);
- de bouwwerklagen van Brand of Schmidt (met lagen als *stuff*, *space plan*, *services*, *structure*, *skin*, *site* en *surroundings* (zie paragraaf 6.4.1)).

De lagen van Brand zijn oorspronkelijk bedoeld voor de B&U-sector. Het actieteam heeft deze lagen 'vertaald', zodat deze ook op de GWW-sector toepasbaar zijn (zie paragraaf 6.4.1). Ook deze lagen kunnen als schaalniveau fungeren.

#### De term '(deel)object'

Omdat de kernmeetmethode toepasbaar is op alle schaalniveaus, komt de term '(deel)object' in de leidraad veel voor. Met het (deel)object wordt het geheel bedoeld waarop de meetresultaten van toepassing zijn. Dat kan een materiaal zijn (bijvoorbeeld asfalt), een kozijn, een verwarmingsinstallatie, een gevel, de draagconstructie, een bouwwerk of zelfs een groep bouwwerken. Met (deel)object wordt dus nadrukkelijk niet alleen een bouwwerk bedoeld.

De wat abstractere term (deel)object is ook gekozen omdat deze zowel op de B&U-sector als op de GWW-sector toepasbaar is.

#### 2.2.5 Ieder moment in het bouwproces

De kernmeetmethode kan op ieder moment in het bouwproces de mate van circulariteit bepalen. Dat kan bijvoorbeeld gebeuren op basis van een ontwerp-tekening voor nieuwbouw, net na de realisatie van een (deel)object of in de voorbereiding van een **renovatie**-, onderhouds-, of demontageproject.

#### 2.2.6 Vijf contexten

De kernmeetmethode biedt handvatten in de verschillende contexten in de bouw. Het actieteam onderscheidt vijf relevante contexten<sup>11</sup>:

- *Technische eisen*  
De kernmeetmethode kan worden gebruikt om criteria of technische eisen op te stellen bij een aanbesteding voor ontwerp, bouw, renovatie, **demontage**, amovatie, enz. Zo kan de

<sup>10</sup> Onder de R-principes vallen bijvoorbeeld **refuse**, rethink en **reduce**.

<sup>11</sup> Bij het bepalen van deze contexten zijn gebruikersverhalen van stakeholders gebruikt. Deze gebruikersverhalen zijn beschreven in bijlage E.

meetmethode bijvoorbeeld worden gebruikt om vóór de aanbesteding een besluit te nemen over het materiaal waarvan een vangrail moet worden gemaakt. Daarna hoeft dit in de uitvraag alleen nog maar te worden omschreven als 'zink' of 'hout'.

- *Opties vergelijken*  
De kernmeetmethode maakt het mogelijk om beschikbare opties te vergelijken op mate van circulariteit. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om een vergelijking tussen twee ontwerpties. Maar opties voor ontwerp, (ver)bouw, beheer, **onderhoud** en demontage kunnen ook met elkaar worden vergeleken (assetmanagement). Het gaat dan bijvoorbeeld om een vergelijking tussen verbouw en demontage.
- *Data voor circulaire claims*  
De kernmeetmethode moet duidelijk maken welke data partijen moeten aanleveren voor het berekenen van de kernindicatoren. Dit maakt het aanleveren van data voor aanbestedingen en **paspoorten voor de bouw** meer uniform.
- *Sturing*  
De kernmeetmethode moet een sturingsmethode bieden die tijdens het ontwerp- en bouwproces circulaire prestaties borgt.
- *Monitoring*  
De kernmeetmethode moet het mogelijk maken om de totale circulariteitsprestatie van de bouwwerken in een organisatie, regio of sector te monitoren.

## 3 Denkkader

Dit hoofdstuk bevat de conceptuele uitgangspunten voor de kernmeetmethode: het denkkader. Alle indicatoren (zie hoofdstuk 4) en hun bepalingwijze (zie hoofdstuk 5) komen voort uit dit denkkader. Het denkkader is geformuleerd op basis van gebruikersverhalen (*user stories*) van stakeholders en de denkkaders uit bestaande meetmethoden voor duurzaamheid en circulariteit (zie paragraaf 8.2).

### 3.1 Drie doelen circulair bouwen

Volgens het actieteam moet een kernmeetmethode zich richten op de volgende drie doelen voor circulair bouwen (zie ook paragraaf 1.3):

- beschermen van materiaalvoorraden<sup>12</sup> ;
- beschermen van het milieu;
- beschermen van bestaande waarde.

Materiaalvoorraden beschermen betekent zorgen dat materiaalvoorraden niet worden uitgeput, zodat deze gebruikt kunnen blijven worden. Milieu beschermen betekent zorgen dat de leefomgeving van mens en dier van goede kwaliteit blijft. Bestaande waarde beschermen betekent dat (deel)objecten zo lang mogelijk behouden blijven, van zo goed mogelijke kwaliteit blijven en zo goed mogelijk gebruikt blijven worden. Dat geldt voor de eerste **levenscyclus** van een (deel)object, maar ook voor **hergebruik/recycling** in volgende cycli (zie ook paragraaf 3.4).

Deze drie doelen vormen de basis van de kernmeetmethode. Een kernmeetmethode voor circulariteit heeft volgens de actieteamleden en stakeholders meerwaarde als deze over al deze doelen informatie geeft. Bestaande meetmethoden richten zich meestal op een of twee van deze doelen.

De kernmeetmethode maakt inzichtelijk wat de afwegingen zijn tussen deze doelen. Zij laat het bijvoorbeeld zien als een bepaalde circulaire strategie enerzijds bestaande waarde en materiaalvoorraden beschermt, en anderzijds het milieu minder beschermt.

Circulariteitsexperts en stakeholders verschillen van mening over welke doel of welke doelen het belangrijkst zijn. Sommigen vinden dat het beschermen van materiaalvoorraden en bestaande waarde volledig in dienst moet staan van het beschermen van het milieu. Anderen maken een integrale afweging tussen de drie doelen. Omdat in de kernmeetmethode resultaten niet worden samengevoegd tot een totaalscore (zie paragraaf 2.2.1), ondersteunt zij beide perspectieven.

---

<sup>12</sup> In de leidraad is geprobeerd om de termen ‘materiaal’ en ‘grondstof’ consequent te gebruiken. In de praktijk worden de termen ook vaak door elkaar gebruikt, onder meer omdat de Engelse term voor grondstof ‘raw material’ is. Op deze plek is gekozen voor ‘beschermen van materiaalvoorraden’, omdat dat een gebruikelijke formulering is om te verwijzen naar ‘fysieke stoffen’.

## Sociale rechtvaardigheid

Het actieteam heeft overwogen om sociale rechtvaardigheid (*social fairness*) als extra doel toe te voegen. Sociale rechtvaardigheid is het voorkomen van sociale misstanden in de productieketen. Uiteindelijk is besloten om dat niet te doen. Sociale rechtvaardigheid blijkt namelijk voor de meeste partijen niet een van de primaire redenen te zijn om circulair te willen bouwen. Partijen hebben vooral behoefte aan een kernmeetmethode die zich richt op de drie eerdergenoemde doelen.

Dit neemt niet weg dat het actieteam sociale rechtvaardigheid een belangrijk thema vindt. Ook vindt het actieteam dat inspanningen op het gebied van circulair bouwen niet ten koste mogen gaan van sociale rechtvaardigheid. Daarom staat in paragraaf 7.1.4 welke methoden kunnen worden gebruikt om sociale rechtvaardigheid te borgen.

## 3.2 Beschermingsprincipes

De kernmeetmethode geeft een beeld van de mate waarin materiaalvoorraden, milieu en bestaande waarde worden beschermd. Bescherming van materiaalvoorraden wordt daarbij onderverdeeld in twee basisprincipes<sup>13</sup>:

- beperken van gebruik;
- beperken van verlies.

Sommige circulaire strategieën richten zich vooral op het beperken van het gebruik van materiaalvoorraden. Dat geldt bijvoorbeeld bij een bouwwerk dat met een minimum aan materialen wordt gerealiseerd. Andere circulaire strategieën beperken juist het verlies. Dat is bijvoorbeeld zo als onderdelen van een bouwwerk losmaakbaar zijn en gedurende hun gebruik weinig zijn gedegradeerd. Dan blijven de materialen immers beschikbaar voor een volgende cyclus.

## 3.3 Impactindicatoren

Een breedgedragen overtuiging in het actieteam is dat de kernmeetmethode impact (op de drie kerndoelen) moet meten en dus uit impactindicatoren moet bestaan. Impactindicatoren staan tegenover procesindicatoren, die soms ook worden gebruikt om circulariteit te meten.

De twee typen indicatoren verschillen als volgt:

- **procesindicatoren** meten in welke mate circulaire strategieën zijn toegepast en nageleefd;
- **impactindicatoren** meten het effect van deze strategieën.

Door de keuze voor impactindicatoren onderscheidt de kernmeetmethode zich bijvoorbeeld van het eerdergenoemde framework van de R-principes (zie paragraaf 2.2.3). R-principes zijn circulaire strategieën die vaak in een ladder worden gepresenteerd. De suggestie daarbij is dat een strategie hoger op de ladder meer bijdraagt aan circulariteit. De circulaire impact verschilt echter per toepassing (zie voor een voorbeeld paragraaf 9.4). Het voordeel van impactindicatoren is dat per specifieke toepassing het effect op de drie kerndoelen van circulariteit kan worden gemeten.

<sup>13</sup> Deze basisprincipes worden ook gebruikt in andere meetmethoden voor circulariteit in de bouw. Het actieteam heeft deze principes overgenomen als denkkader.

### 3.4 Gehele levenscyclus (deel)object

De impact van circulaire strategieën kan alleen worden bepaald door te kijken naar de gehele levenscyclus. Verschillende circulaire strategieën hebben immers op verschillende momenten in de levenscyclus impact op de drie kerndoelen. De gehele levenscyclus (en daarmee de gehele productieketen die nodig is om een (deel)object tot stand te brengen) is dan ook een conceptueel uitgangspunt voor de kernmeetmethode.<sup>14,15</sup>

#### Definitie levenscyclus

De term 'levenscyclus' en een verwante term als 'levensduur' zijn nog onderwerp van discussie in de (circulaire) bouwsector. Moet bijvoorbeeld transformatie van functie (bijvoorbeeld van kantoor naar woonruimte) worden gezien als een nieuwe levenscyclus of niet? En dekt 'gebruikscyclus' niet meer de lading dan 'levenscyclus' als het gaat om circulariteit?

Moet bijvoorbeeld transformatie van functie (bijvoorbeeld van kantoor naar woonruimte) gezien worden als een nieuwe levenscyclus of niet? Het actieteam is in leidraad 2.0 niet toegekomen aan breedgedragen, geharmoniseerde definities op dit onderwerp. Dit is een belangrijke vervolgstap (zie paragraaf 10.3.1). Om resultaten van de kernmeetmethode te kunnen vergelijken is het uiteindelijk wel belangrijk dat gebruikers dezelfde definitie hanteren.

In de leidraad wordt om die reden nu consequent 'levenscyclus' gebruikt. Gebruikers van de kernmeetmethode kunnen vooralsnog als definitie van het einde van de levenscyclus aanhouden 'het moment waarop een (deel)object wordt afgedankt voor zijn huidige functie en/of van locatie verandert'. Als van deze definitie wordt afgeweken, moet dit duidelijk worden aangegeven.

Twee voorbeelden illustreren hoe circulaire strategieën verspreid over de levenscyclus impact kunnen hebben. Adaptief bouwen (voorbeeld 1) kan een grotere investering vragen van materialen bij de eerste realisatie, maar kan daarmee aanvullend materiaalgebruik bij renovatie besparen. Bij een initiatief waar wordt gekozen voor een lichte constructie wordt direct bij de realisatie materiaal bespaard (voorbeeld 2).

Het actieteam vindt dat de kernmeetmethode in de toekomst naar meerdere levenscycli moet kijken (zie figuur 2). Dit om op een langere termijn beter inzicht te krijgen in de impact op de drie doelen van circulair bouwen (zie paragraaf 3.1). In de huidige kernmeetmethode gebeurt dit in beperkte mate. Paragraaf 10.3.2 beschrijft dit als vervolgstap voor het actieteam.

<sup>14</sup> Dit is ook een uitgangspunt in de **LCA**-methode en de **Material Circularity Indicator (MCI)**-methode van de Ellen MacArthur Foundation (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

<sup>15</sup> Op termijn verandert dit wellicht. Voor sommige onderdelen van de kernmeetmethode is het wenselijk om te kijken naar meerdere levenscycli. Het actieteam is er nog niet aan toegekomen om dit onderdeel uit te werken. In paragraaf 10.3 wordt kijken naar meerdere cycli genoemd als gewenste vervolgstap in leidraad 3.0.



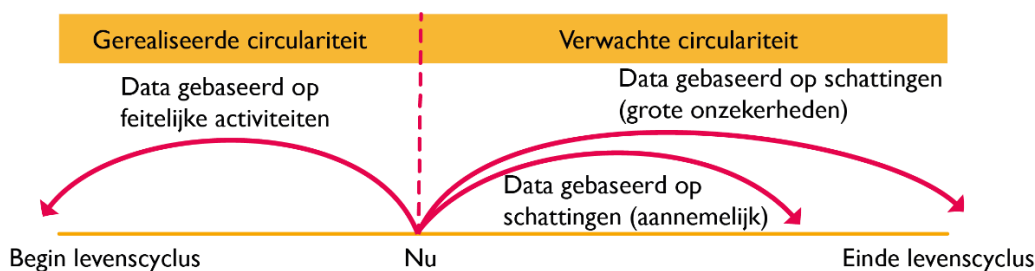
### Legenda

- Onderdeel van de kernmeetmethode: materiaalbalans I levenscyclus
- Toekomstig onderdeel van de kernmeetmethode: materiaalbalansen volgende levenscyclus

**Figuur 2 – In de toekomst worden ook volgende levenscycli onderdeel van de kernmeetmethode**

### 3.5 Verwachte en gerealiseerde circulariteit

De kernmeetmethode is ook bruikbaar voordat een (deel)object is gerealiseerd. De kernmeetmethode is bijvoorbeeld ook op een ontwerp-tekening toepasbaar (zie paragraaf 2.2.5). Dit betekent dat de kernmeetmethode naast gerealiseerde circulariteit verwachte circulariteit meet. De data voor de verwachte circulariteit zijn dan gebaseerd op schattingen en niet op feiten (zie figuur 3).



**Figuur 3 – Mate van circulariteit bestaat uit gerealiseerde en verwachte circulariteit**

Sommige verwachte circulariteit is betrekkelijk ‘zeker’ (onderhoud in de eerste paar jaar kan bijvoorbeeld goed te voorspellen zijn). Sommige is ‘onzeker’ (de verwerking aan het einde van een lange levenscyclus kan bijvoorbeeld slecht te voorspellen zijn<sup>16</sup>).<sup>17</sup>

In de huidige kernmeetmethode worden gerealiseerde en verwachte circulariteit (zowel de zekere als de onzekere) op dezelfde manier berekend. De resultaten worden per indicator opgeteld.

Het nadeel van deze benadering is dat problemen in het hier en nu mogelijk niet worden opgelost, op basis van een verondersteld gunstig effect in de toekomst. Het nadeel is ook dat gebruikers van de kernmeetmethode zich ‘rijk kunnen rekenen’ met gunstige verwachte effecten die heel onzeker zijn. Het actieteam wil dit voorkomen. Daarom is het voornemen om in volgende versies van de leidraad (zie paragraaf 10.3.3) transparant te maken welk deel van de resultaten verwacht en welk deel

<sup>16</sup> Al is ook die soms goed te voorspellen, bijvoorbeeld als er afspraken liggen over de eindelevenscyclusbehandeling.

<sup>17</sup> Dit is te vergelijken met verwachte winsten of verliezen in een bedrijfsplan. Sommige daarvan hebben een hoge zekerheid, andere een hoge onzekerheid. Verwachte winsten zijn altijd onzekerder dan winsten die al zijn gerealiseerd.

gerealiseerd is. Ook is het voornemen om de mate van zekerheid transparant te maken. Deze onderscheidingen kunnen dan in circulaire besluitvorming worden meegenomen.

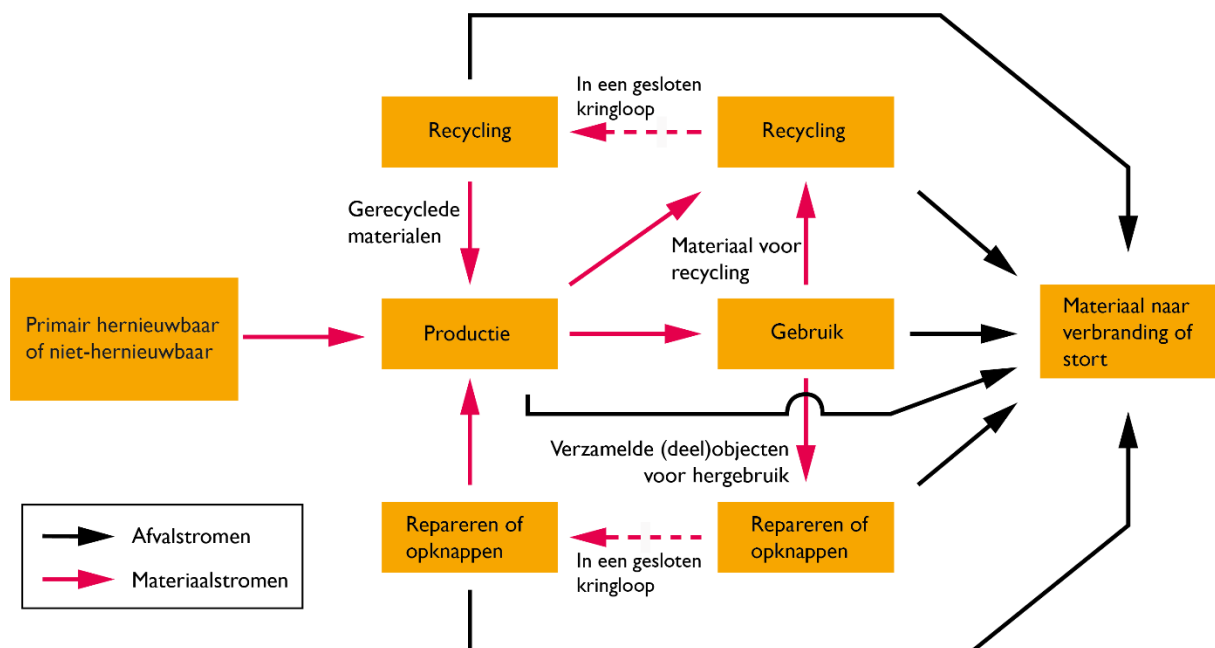
Om de kernmeetmethode praktisch uitvoerbaar te houden moeten indicatoren en bepalingwijzen hetzelfde zijn voor alle typen data (gerealiseerd en verwacht, zeker en onzeker).

### 3.6 Materiaalbalans

Om circulaire impact te meten is het gebruikelijk om te kijken naar materiaalstromen.<sup>18</sup> Dit is ook het uitgangspunt voor de kernmeetmethode. Er zijn twee typen materiaalstromen:

- Inputstromen: hieronder valt al het materiaal dat wordt gebruikt om het (deel)object te maken, te repareren en aan te passen binnen de levenscyclus. Dit kunnen zowel **primaire** als **secundaire** materialen zijn.
- Outputstromen: hieronder valt het materiaal uit een (deel)object dat aan het eind van de levenscyclus of daarbinnen het (deel)object verlaat. Hierbij kan het gaan om materiaal dat kan worden hergebruikt of gerecycled, maar ook om materiaal dat verloren gaat.

Figuur 4 visualiseert alle stromen van een (deel)object die relevant zijn voor de kernmeetmethode. In paragraaf 5.1 worden de systeemgrenzen in meer detail toegelicht.



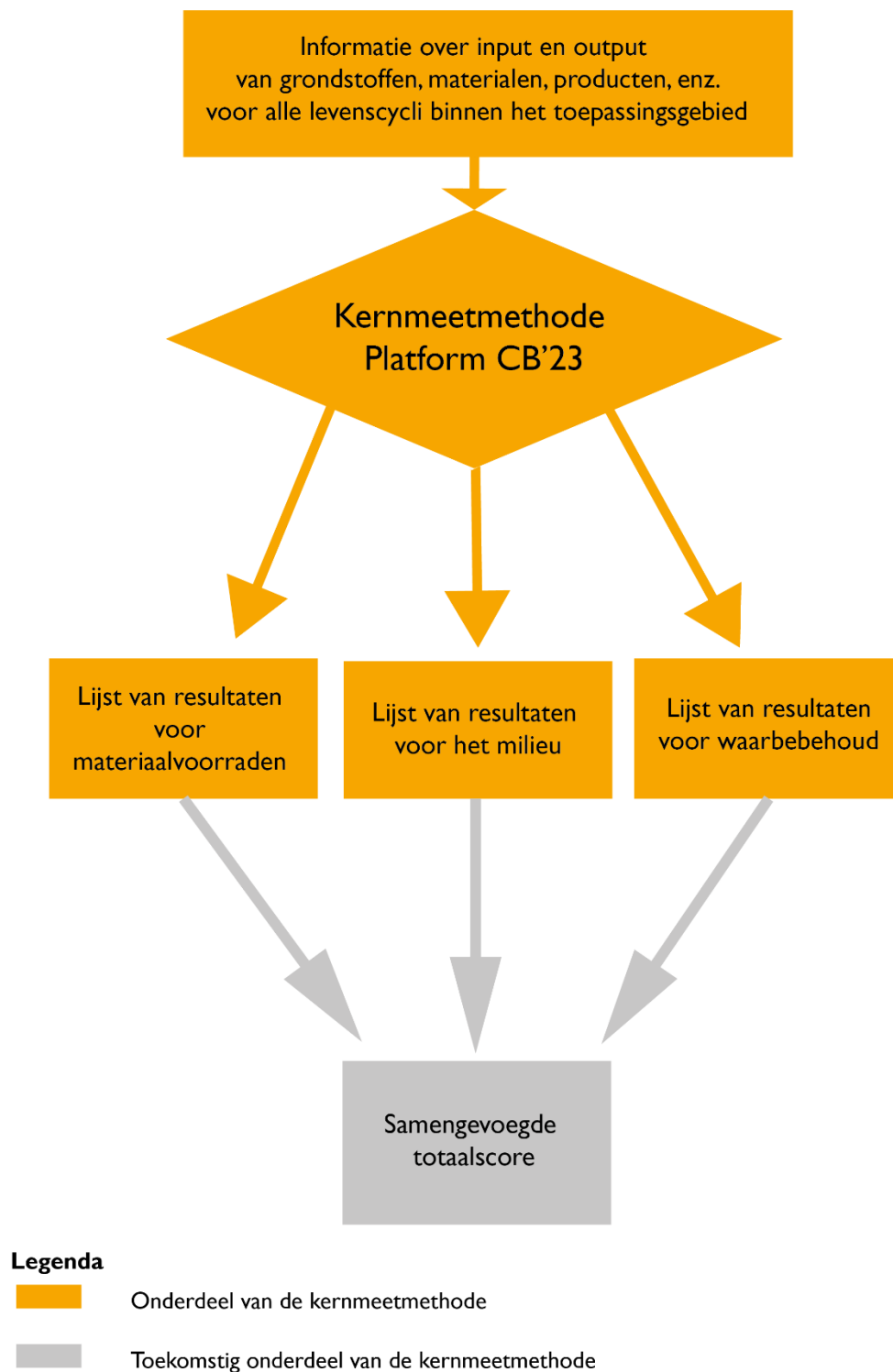
**Figuur 4 – Input- en outputstromen van een deelobject (materiaalbalans)**

Über all diese Ströme wird Information gesammelt (kommt ein Inputstrom beispielsweise aus Recycling oder Wiederverwendung?). Dies führt zu einer detaillierten Materialbilanz.

<sup>18</sup> Dies ist beispielsweise auch die Basis der LCA-Methode und der MCI-Methode.

### 3.7 Kernmeetmethode in schema

De belangrijkste onderdelen van het denkkader van de kernmeetmethode zijn in figuur 5 vertaald in een visueel schema.



**Figuur 5 – Kernmeetmethode in schema (I)**



## 4 Indicatoren en rapportages

### 4.1 Onderdelen van de kernmeetmethode

Op basis van het denkkader uit hoofdstuk 3 heeft het actieteam invulling gegeven aan de kernmeetmethode. De methode bestaat uit minimaal twee en eventueel drie onderdelen:

- een overzicht van resultaten van kernindicatoren met hun deelindicatoren;
- een rapportage over het adaptief vermogen (bedoeld om een beter beeld te krijgen van verwachte circulaire impact);
- eventueel een extra rapportage met prestaties, achtergronden en een verantwoording.

Dit hoofdstuk schetst wat de kernindicatoren en deelindicatoren zijn (paragraaf 4.2). Ook licht het de rapportages kort toe (paragrafen 4.3 en 4.4).

### 4.2 Indicatoren

De indicatoren van de kernmeetmethode staan in de tabellen 1 t/m 5. Indicatoren 1 t/m 3 hebben betrekking op het kerndoel het beschermen van materiaalvoorraden. Indicator 4 heeft betrekking op het kerndoel het beschermen van milieu. Indicatoren 5 t/m 7 hebben betrekking op het kerndoel het beschermen van bestaande waarde.

Bij het opstellen van de indicatoren is zo veel mogelijk gebruikgemaakt van indicatoren uit bestaande meetmethoden. Dit maakt de kernmeetmethode geharmoniseerd en praktisch toepasbaar. De keuze voor de indicatoren wordt in paragraaf 8.2 verder toegelicht. Hoofdstuk 5 bevat de bepalingswijze voor de indicatoren.

#### 4.2.1 Indicator 1: inputmateriaal, dimensie 1

Indicator 1 is de indicator voor de hoeveelheid gebruikt inputmateriaal. Deze indicator kent twee dimensies:

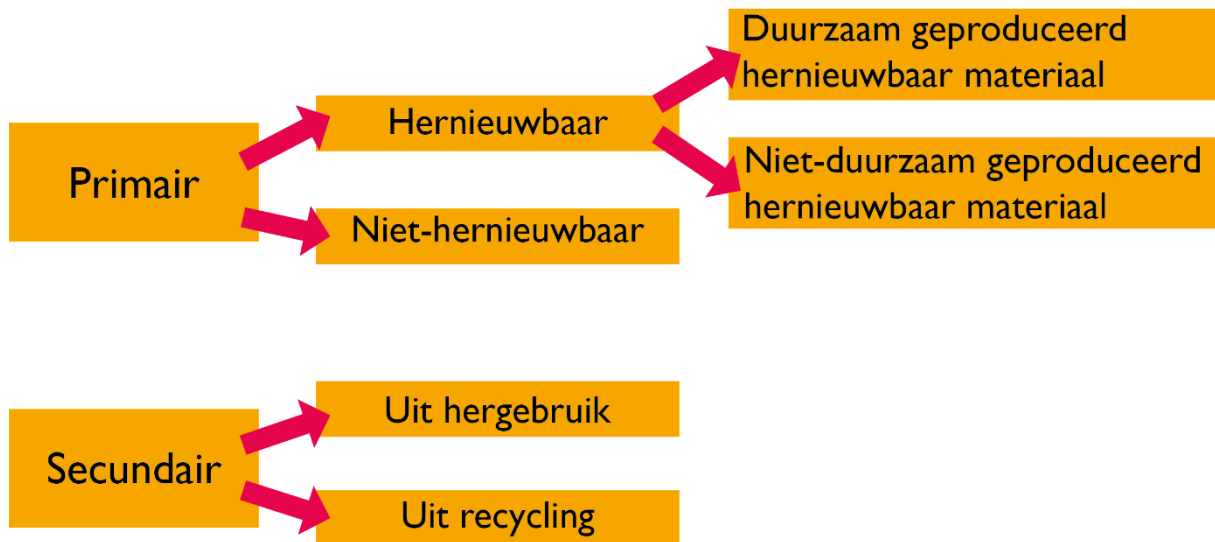
- 1) een gebruikt materiaal is primair of secundair;
- 2) een gebruikt materiaal is **schaars** of niet-schaars.

Deze paragraaf gaat alleen over dimensie 1. Paragraaf 4.2.2 gaat over dimensie 2.

Iedere materiaalstroom wordt toegewezen aan een van de indicatoren tussen 1.1 en 1.2.2. In dimensie 1 wordt onderscheid gemaakt in primair en secundair materiaal. Primair materiaal wordt vervolgens onderverdeeld in hernieuwbaar (waarbij **hernieuwbaar materiaal** wordt onderverdeeld in duurzaam geproduceerd en niet-duurzaam geproduceerd) en **niet-hernieuwbaar** materiaal. Secundair materiaal wordt onderverdeeld in hergebruik en recycling.<sup>19</sup> Figuur 6 geeft deze onderverdeling visueel weer.

---

<sup>19</sup> In een volgende versie van deze leidraad wordt mogelijk nog onderscheid gemaakt tussen **hoogwaardig** en **laagwaardig hergebruik** en hoogwaardige en laagwaardige recycling (zie paragraaf 10.3.5).



**Figuur 6 - Samenhang indicator I met deelindicatoren I.1 en I.2**

Dit leidt tot de volgende indicatoren:

**Tabel I – Indicatoren I.1 en I.2**

Indicator	Omschrijving
<b>I. HOEEVELHEID GEBRUIKT MATERIAAL (INPUT)</b>	
I.1 Hoeveelheid primair materiaal	Mate waarin materialen worden gebruikt die zijn geproduceerd uit <b>primaire grondstoffen</b> <sup>20</sup>
I.1.1 Hoeveelheid primair materiaal dat niet-hernieuwbaar is	Mate waarin primair materiaal van abiotische of biotische oorsprong wordt gebruikt dat op een niet-menselijke tijdschaal wordt geteeld, natuurlijk wordt aangevuld of natuurlijk wordt gereinigd
I.1.2 Hoeveelheid primair materiaal dat hernieuwbaar is	Mate waarin materiaal van abiotische of biotische oorsprong wordt gebruikt dat op een menselijke tijdschaal wordt geteeld, natuurlijk wordt aangevuld of natuurlijk wordt gereinigd
I.1.2a Hoeveelheid duurzaam geproduceerd primair materiaal dat hernieuwbaar is	Mate waarin hernieuwbaar materiaal van abiotische of biotische oorsprong wordt gebruikt dat wél afkomstig is van een productie-eenheid die op duurzame wijze wordt beheerd
I.1.2b Hoeveelheid niet-duurzaam geproduceerd primair materiaal dat hernieuwbaar is	Mate waarin hernieuwbaar materiaal van abiotische of biotische oorsprong wordt gebruikt dat niet afkomstig is van een productie-eenheid die op duurzame wijze wordt beheerd
I.2 Hoeveelheid secundair materiaal	Mate waarin materiaal wordt gebruikt dat afkomstig is uit eerder gebruik of uit reststromen van een ander productsysteem dat primaire materialen of andere secundaire materialen vervangt

<sup>20</sup> De term 'grondstof' wordt in deze leidraad alleen gebruikt voor grondstofstromen uit natuurlijke hulpbronnen.

1.2.1 Hoeveelheid secundair materiaal uit hergebruik	Mate waarin hergebruikte onderdelen worden gebruikt
1.2.2 Hoeveelheid secundair materiaal uit recycling	Mate waarin gerecycled materiaal wordt gebruikt

#### 4.2.2 Indicator I: inputmateriaal, dimensie 2

In de tweede dimensie bevat indicator I deelindicatoren voor schaarste. Deze tweede dimensie staat los van de eerste dimensie (primaair/secundair materiaal). Dat betekent dat zowel primaire als secundaire inputstromen ook worden beoordeeld op de eigenschappen uit deze dimensie.

De dimensie schaarste is zelf ook weer onderverdeeld in twee type indicatoren. Dit zijn indicatoren voor:

- **fysieke schaarste**<sup>21</sup>;
- schaarste qua economisch belang en qua risico's voor leveringszekerheid (**socio-economische schaarste**).

Ook deze indicatoren staan conceptueel los van elkaar.<sup>22</sup> Een materiaal kan dus fysiek schaars zijn én socio-economisch schaars, of een van de twee.

Figuur 7 geeft de samenhang tussen de indicatoren in de schaarstedimensie visueel weer.



**Figuur 7 - Samenhang indicator I met deelindicatoren I.3 en I.4**

De indicator voor socio-economische schaarste bestaat uit twee deelindicatoren die samen optellen tot 100%:

- socio-economisch schaarse grondstoffen;
- socio-economisch niet-schaarse grondstoffen.

Dit leidt tot de volgende indicatoren in de schaarstedimensie (zie tabel 2):

<sup>21</sup> Met fysieke schaarste wordt schaarste in bekende reserves bedoeld.

<sup>22</sup> In de praktijk hangen ze wel samen.

**Tabel 2 – Indicatoren 1.3 t/m 1.4**

<b>Indicator</b>	<b>Omschrijving</b>
<b>1. HOEVEELHEID GEBRUIKT MATERIAAL (INPUT)</b>	
1.3 Hoeveelheid fysiek schaars materiaal	Mate waarin grondstoffen worden gebruikt die fysiek schaars zijn ofwel beperkt in de natuurlijke voorraden aanwezig zijn, dat wil zeggen: schaarste op basis van aanwezige grondstofvoorraden en het risico voor uitputting daarvan
1.4.1 Hoeveelheid gebruikte socio-economisch schaarse grondstoffen	Mate waarin grondstoffen gebruikt worden die schaars zijn qua economisch belang en risico's kennen voor leveringszekerheid
1.4.2 Hoeveelheid gebruikte socio-economisch niet-schaarse grondstoffen	Mate waarin grondstoffen gebruikt worden die niet-schaars zijn qua economisch belang en risico's voor leveringszekerheid

#### **4.2.3 Indicatoren 2 en 3: outputmateriaal**

Indicatoren 2 en 3 zijn indicatoren voor output. Deze indicatoren zijn eenvoudiger van opzet dan indicator 1 en behoeven daarom geen toelichting. De indicatoren zijn weergegeven in tabel 3.

**Tabel 3 – Indicatoren 2 t/m 3**

<b>Indicator</b>	<b>Omschrijving</b>
<b>2. HOEVEELHEID BESCHIKBAAR MATERIAAL VOOR VOLGENDE CYCLUS (OUTPUT)</b>	
2.1 Hoeveelheid materiaal voor hergebruik	Mate waarin hergebruik van de (deel)objecten de meest realistische levenseindebehandeling is <sup>23</sup>
2.2 Hoeveelheid materiaal voor recycling	Mate waarin recycling van de materialen de meest realistische levenseindebehandeling is
<b>3. HOEVEELHEID VERLOREN MATERIAAL (OUTPUT)</b>	
3.1 Hoeveelheid materiaal naar energiewinning	Mate waarin materiaalverwerking in een verbrandingsoven voor energiewinning de meest realistische levenseindebehandeling is
3.2 Hoeveelheid materiaal naar stort	Mate waarin het afvoeren van materiaal naar de stort de meest realistische levenseindebehandeling is

Indicatoren 1 t/m 3 zijn vooral zijn gebaseerd op wensen uit de gebruikersverhalen (zie paragraaf 8.2). Er is ook overlap met de inventarisatiefase in milieugerichte **levenscyclusanalyses** (LCA's). In de bepalingswijze (zie hoofdstuk 5) zijn wel kleine aanpassingen gedaan.

<sup>23</sup> De betekenis van 'meest realistische levenseindebehandeling' wordt toegelicht in paragraaf 5.3.7.

#### 4.2.4 Indicator 4: invloed op milieu

Voor indicator 4 zijn de **milieueffectcategorieën** uit de *Bepalingsmethode milieuprestatie gebouwen en gww-werken*<sup>24</sup> (Stichting Bouwkwiteit, 2019) overgenomen (hierna: SBK-bepalingsmethode). Deze zijn weergegeven in tabel 4.<sup>25</sup>

**Tabel 4 – Indicator 4**

Indicator	Omschrijving
<b>4. INVLOED OP MILIEU</b>	
4.1 Klimaatverandering – totaal	Mate waarin (deel)objecten bijdragen aan klimaatverandering
4.2 Klimaatverandering – fossiel	Mate waarin (deel)objecten bijdragen aan klimaatverandering door gebruik van fossiele brandstoffen
4.3 Klimaatverandering – biogeen	Mate waarin (deel)objecten bijdragen aan klimaatverandering door gebruik van plantaardig materiaal
4.4 Klimaatverandering – landgebruik en verandering in landgebruik	Mate waarin (deel)objecten bijdragen aan klimaatverandering door landgebruik en verandering in landgebruik
4.5 Ozonlaagaantasting	Mate waarin (deel)objecten bijdragen aan aantasting van de ozonlaag
4.6 Verzuring	Mate waarin (deel)objecten bijdragen aan verzuring van bodem of water
4.7 Vermesting zoetwater	Mate waarin (deel)objecten bijdragen aan verrijking van zoetwater met stikstof en fosfor
4.8 Vermesting zeewater	Mate waarin (deel)objecten bijdragen aan verrijking van zeewater met stikstof en fosfor
4.9 Vermesting land	Mate waarin (deel)objecten bijdragen aan verrijking van land met stikstof en fosfor
4.10 Smogvorming	Mate waarin (deel)objecten bijdragen aan de vorming van troposferische ozon (onderdeel van smog)
4.11 Uitputting van <b>abiotische grondstoffen</b> - mineralen en metalen <sup>26</sup>	Mate waarin (deel)objecten bijdragen aan uitputting van abiotische grondstoffen, exclusief fossiele energiedragers
4.12 Uitputting van abiotische grondstoffen - fossiele energiedragers	Mate waarin het (deel)objecten bijdragen aan uitputting van fossiele energiedragers
4.13 Watergebruik	Mate waarin (deel)objecten bijdragen aan uitputting van waterbronnen

<sup>24</sup> Dit is de methode die wordt gebruikt om MPG- en MKI-scores te berekenen.

<sup>25</sup> De indicatoren in de tabel treden op 1 januari 2021 in werking. Tot die tijd gelden de 11 oude milieueffectcategorieën uit de SBK-bepalingsmethode (zie paragraaf 5.3.9).

<sup>26</sup> Mogelijk wordt deze indicator in de toekomst verwijderd of aangepast om dubbeltellingen met indicator 1.3 te voorkomen.

4.14 Fijnstofemissie	Mate waarin (deel)objecten bijdragen aan fijnstof gerelateerde ziekten
4.15 Ioniserende straling	Mate waarin (deel)objecten bijdragen aan menselijke blootstelling aan ioniserende straling
4.16 Ecotoxiciteit (zoetwater)	Mate waarin (deel)objecten bijdragen aan nadelige toxicologische effecten voor zoetwaterorganismen
4.17 Humane toxiciteit, carcinogeen	Mate waarin (deel)objecten bijdragen aan nadelige kankerverwekkende effecten voor mensen
4.18 Humane toxiciteit, non-carcinogeen	Mate waarin (deel)objecten bijdragen aan nadelige toxicologische effecten voor mensen (niet kankerverwekkend)
4.19 Landgebruik-gerelateerde impact/bodemkwaliteit	Mate waarin (deel)objecten door landgebruik bijdragen aan verandering van bodemkwaliteit

#### 4.2.5 Indicatoren 5 t/m 7: waardebehoud<sup>27</sup>

Voor de indicatoren voor **waardebehoud** waren weinig meetmethoden beschikbaar. Om die reden is een begin gemaakt met een eigen meetmethode. Deze meetmethode is nog niet volledig uitgewerkt.

Gekozen is voor een onderverdeling in twee waardendimensies die samen een goed beeld van de mate van waardebehoud geven:

- technisch-functionele waarde;
- economische waarde.

De indicatoren voor waardebehoud zijn alleen van toepassing op (deel)objecten op de schaalniveaus materialen, bouwproduct en element.

De indicatoren voor waarde zijn weergegeven in tabel 5.

**Tabel 5 – Indicatoren 5 t/m 7**

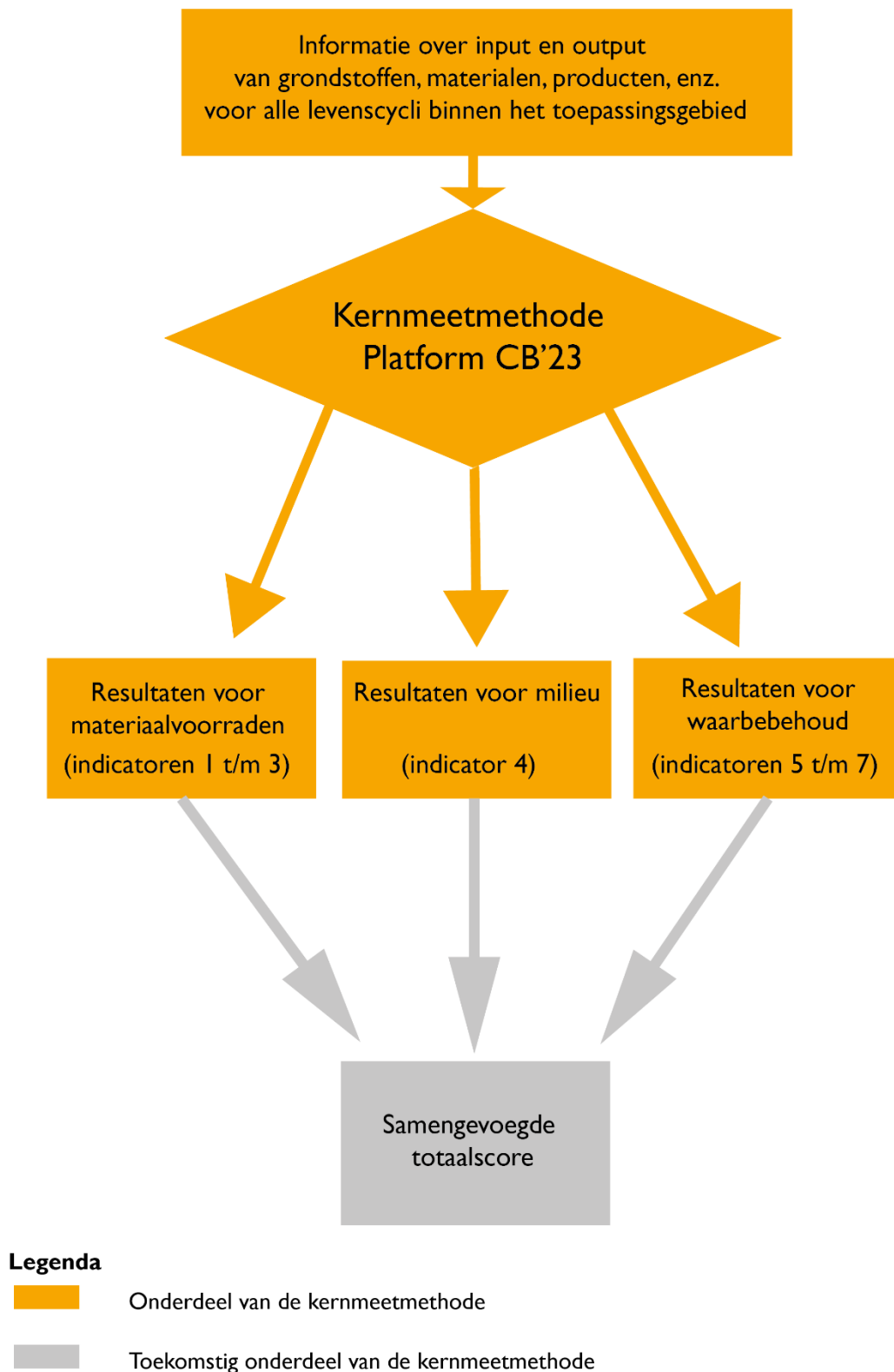
Indicator	Omschrijving
<b>5. HOEEVEELHEID INITIELE WAARDE (INPUT)</b>	
5.1 Technisch-functionele waarde	Mate waarin het (deel)object functioneert in de huidige staat (met inachtneming van levensduur, gebreken en veranderende prestatie-eisen)
5.2 Economische waarde	Mate waarin het (deel)object in de huidige functie een economische waarde heeft

<sup>27</sup> Het bepalen van de mate waarin bestaande waarde wordt beschermd, is in de praktijk vooral relevant in de ontwerpfase en aan het einde van de (eerste) levenscyclus.

<b>6. HOEVEELHEID BESCHIKBARE WAARDE VOOR VOLGENDE CYCLUS (OUTPUT)</b>	
6.1 Technisch-functionele waarde	Mate waarin het huidige (deel)object kan worden toegepast en gebruikt in een nieuwe of volgende functie
6.2 Economische waarde	Mate waarin het huidige (deel)object een economische waarde vertegenwoordigt voor een volgend gebruik of functie
<b>7. HOEVEELHEID VERLOREN BESTAANDE WAARDE (OUTPUT)</b>	
7.1 Technisch-functionele waarde	Mate waarin de technisch-functionele kwaliteit en prestaties zijn afgenomen tijdens de levenscyclus
7.2 Economische waarde	Mate waarin de economische waarde is afgenomen tijdens de levenscyclus

#### 4.2.6 Indicatoren in schema

In de schematische weergave van de kernmeetmethode kunnen de indicatoren worden toegevoegd. Dat leidt tot het volgende overzicht (zie figuur 8):



**Figuur 8 – Kernmeetmethode in schema (2)**



### 4.3 Rapportage over het adaptief vermogen

Gebruikers van de kernmeetmethode moeten in een rapportage op kwalitatieve wijze inzichtelijk maken hoe is nagedacht over het adaptief vermogen van een (deel)object. Deze rapportage is opgenomen in de kernmeetmethode, omdat het adaptief vermogen van een (deel)object belangrijk is om de verwachte mate van circulariteit (impact op het beschermen van materiaalvoorraden, milieu en bestaande waarde) in de gehele levenscyclus in te schatten.<sup>28</sup>

Een (deel)object met een hoog adaptief vermogen kan eenvoudig worden veranderd (zonder aanvullend materiaal of met een minimum aan aanvullend materiaal). Zulke veranderingen vinden plaats door onderdelen te verwijderen, toe te voegen, te verplaatsen of te vervangen. Een (deel)object met een hoog adaptief vermogen blijft langer waardevol. Dat heeft twee redenen:

- De levensduur wordt verlengd, doordat het (deel)object langer in de (veranderende) behoeften en vereisten kan voorzien.
- Na de levenscyclus blijft het grootste deel van de materialen en waarde behouden.

Voor het opstellen van de rapportage over het adaptief vermogen zijn verschillende handvatten<sup>29</sup> beschikbaar. Deze handvatten zijn beschreven in hoofdstuk 6.

### 4.4 Rapportage met verantwoording en verdere uitsplitsing

Het is gebruikelijk om bij de oplevering van meetresultaten een rapport op te stellen. Deze verantwoording is het derde onderdeel van de kernmeetmethode. In dit rapport kan naast de verantwoording extra informatie worden opgenomen, zoals verdere uitsplitsing van behaalde prestaties. Het actieteam heeft nog geen afspraken gemaakt over wat die extra informatie moet zijn.

Het actieteam ziet wel een aantal onderdelen die mogelijk interessant zijn. Deze onderdelen zijn:

- een verantwoording van de gemaakte keuzes en de gebruikte data;
- een verdere uitsplitsing van resultaten, bijvoorbeeld per indicator naar fase in de levenscyclus of naar bouwwerklagen (zie paragraaf 6.4.1);
- het verschil tussen verwachte prestaties (in eerdere fasen) en gerealiseerde prestaties; kennis hierover kan het vermogen tot leren versterken;
- aanpassingen uit het verleden, inclusief de gebruikte middelen (materialen en techniek) en de aanleiding om de aanpassing te doen; ook kennis hierover kan het vermogen tot leren versterken.

---

<sup>28</sup> Adaptief bouwen is dus zelf geen circulair doel, maar een circulaire strategie (zie paragraaf 2.2.3).

<sup>29</sup> Met handvatten worden adaptieve concepten bedoeld die helpen om de verwachte circulaire impact te voorspellen. Voorbeelden zijn toekomstscenario's (zie paragraaf 6.3.1) en onafhankelijk aanpasbare lagen (zie paragraaf 6.4.1).

## 5 Bepalingswijze indicatoren

### 5.1 Algemene bepalingafspraken

Het actieteam heeft drie algemene afspraken gemaakt voor het bepalen van de indicatoren:

- *De levenscyclus van het object is het uitgangspunt*  
Zoals aangegeven in paragraaf 3.4 wordt de mate van circulariteit berekend over de gehele levenscyclus. De levenscyclus van het te meten object vormt daarbij het uitgangspunt. Eerst moet dus worden bepaald van welk object de mate van circulariteit wordt gemeten. Als de levensduur van deelobjecten korter is dan het object zelf, worden in de berekening de vervangingen van deze deelobjecten meegenomen. Dit is bijvoorbeeld zo als een deur veertig jaar meegaat, terwijl het hang- en sluitwerk na twintig jaar moet worden vervangen.
- *Impact van gebruikers wordt niet meegerekend*  
Impact die wordt veroorzaakt door gebruikers, maar niet direct is te relateren aan het (deel)object, wordt niet meegerekend. Voorbeelden zijn de reststromen van een bedrijfsrestaurant of oud papier. De verwachte impact in de gebruiksfase wordt dus vooral berekend op basis van de levensduur van onderdelen die moeten worden vervangen. Als de wijze van gebruik vervanging beïnvloedt, wordt dat wel meegerekend.
- *Materialen die niet in het (deel)object terechtkomen, tellen niet mee bij indicatoren 1 t/m 3*  
Materialen die worden verbruikt maar niet in het (deel)object terechtkomen én geen productieafval zijn, hoeven vooralsnog niet te worden meegeteld als gebruikte materiaalvoorraad (indicatoren 1 t/m 3 inclusief deelindicatoren).<sup>30</sup> Ze tellen wél mee als impact van het productieproces op het milieu (indicator 4 inclusief deelindicatoren). Het gaat hierbij om bijvoorbeeld (fossiele) energiedragers, water en verpakkingsmateriaal.
- *Tenzij anders aangegeven, wordt gerekend met massa in kilogrammen*

### 5.2 Afspraken over data

Data verzamelen is geen onderdeel van de kernmeetmethode (zie paragraaf 2.2.1). De gebruiker mag zelf de benodigde data zoeken in de beschikbare bronnen. In de toekomst stelt het actieteam wellicht hardere eisen aan data. Op dit moment zijn hiervoor onvoldoende data beschikbaar.<sup>31</sup>

Paragraaf 5.2.1 geeft een overzicht van de data die nodig zijn om de kernmeetmethode te gebruiken. Paragraaf 5.2.2 gaat in op het detailniveau van data in verschillende fasen en geeft een overzicht van bruikbare databronnen.

#### 5.2.1 Data-inventarisatie

Om de mate van circulariteit met de kernmeetmethode te meten moeten alle inkomende en uitgaande materiaalstromen (gerealiseerd en verwacht) worden geïnventariseerd. Aan al deze

---

<sup>30</sup> Het actieteam heeft hiervoor gekozen om de kernmeetmethode goed toegankelijk te maken. Deze data zijn vooralsnog alleen goed te achterhalen voor partijen die LCA's maken. Zonder toegang tot een LCA-database is dit erg arbeidsintensief. Bovendien gaat het om een relatief kleine massa ten opzichte van het totaal. In de toekomst is het zeer wenselijk dat het mogelijk wordt om deze materialen ook in indicator 1 t/m 3 mee te nemen. Dit kan bijvoorbeeld als producenten deze gegevens bij hun producten leveren en/of als er een lijst komt met forfaitaire waarden die kunnen worden gebruikt.

<sup>31</sup> Als voor een (deel)object ook resultaten voor de SBK-bepalingsmethode worden opgeleverd, gelden voor indicator 4 (milieu) van de kernmeetmethode wel dezelfde data-eisen als voor de SBK-bepalingsmethode.

stromen worden eigenschappen toegekend: ze krijgen 'labels'. Zo ontstaat een gedetailleerde materiaalbalans (zie paragraaf 3.6).

In de inventarisatiefase van de kernmeetmethode wordt de volgende informatie verzameld:

- gebruikte materialen (in deelobjecten) in alle levensfasen, met per materiaal de volgende gegevens;
  - hoeveelheid in kilo's;
  - schaars/niet-schaars<sup>32</sup> in de lijst met **Critical Raw Materials** (CRM, zie European Commission, 2017);
  - fysiek schaars/fysiek niet-schaars bepaald volgens NEN-EN 15804:2012+A2:2019 (*abiotic depletion potential, ADP*);
  - primair/secundair;
    - als secundair: hergebruik/recycling;
    - als primair: duurzaam hernieuwbaar<sup>33</sup>/niet-duurzaam hernieuwbaar;
  - meest waarschijnlijke levenseindebehandeling: beschikbaar voor volgende cyclus/niet-beschikbaar voor volgende cyclus;
    - als beschikbaar voor volgende cyclus: hergebruik<sup>34</sup>/recycling;
    - als niet beschikbaar voor volgende cyclus: energiewinning/stort;
- materialen die worden verbruikt maar niet in het (deel)object terecht komen én geen productieafval zijn (zie paragraaf 5.1) voor het berekenen van de milieueffecten<sup>35</sup>;
- emissies naar bodem, lucht en water voor het berekenen van de milieueffecten;
- kosten- en baten per fase in de levenscyclus, bij GWW (deel)objecten volgens Standaard Systematiek voor Kostenramingen (SKK) en bij B&U (deel)objecten volgens NEN 2699 of NEN-ISO 15686-5;
- informatie over het adaptief vermogen van het bouwwerk, inclusief informatie over de losmaakbaarheid van deelobjecten (zie paragraaf 6.4.2 voor de details);
- geschatte levensduur van (deel)objecten (per deelobject). Voor bouwwerken kan de SBK-bepalingsmethode (Stichting Bouwkwaliteit, 2019: 37) worden gebruikt. Ook kan worden gewerkt met een onderbouwde ontwerplevensduur. Voor lagere schaalniveaus de

---

<sup>32</sup> Waar een slash (/) staat, moet de gebruiker een keuze maken voor een van de labels.

<sup>33</sup> Bij duurzaam hernieuwbare materialen moet informatie worden toegevoegd die aantoont dat aan de voorwaarden voor hernieuwbaarheid is voldaan. Zie voor meer informatie paragraaf 5.3.2.

<sup>34</sup> Bij (deel)objecten waarvan hergebruik de meest waarschijnlijke levenseindebehandeling is, moet informatie worden toegevoegd die aantoont dat aan de voorwaarden voor hergebruik is voldaan. Zie voor meer informatie paragraaf 5.3.7.

<sup>35</sup> In de praktijk zal er al vaak een LCA voor een (deel)object zijn of zal daarmee worden begonnen. Paragraaf 7.2 schetst de workflow die in dat geval kan worden gebruikt.

schattingsmethode in *Levensduur van bouwproducten: Methode voor referentiewaarden* (Straub et al., 2011).

Paragraaf 5.3 geeft aan wanneer welk label aan een materiaal wordt toegekend.

Er is zo veel mogelijk gekozen voor data en dataverzamelingen die reeds beschikbaar zijn. Voor de meeste data die nodig zijn om verwachte circulariteit aan het einde van de levensduur te meten, kan de Nationale Milieudatabase (NMD)<sup>36</sup> worden gebruikt.<sup>37</sup> Gegevens over het soort secundaire input en over duurzaam geproduceerde **hernieuwbare grondstoffen** zijn op dit moment niet beschikbaar in de NMD. Gebruikers van de kernmeetmethode moeten deze data dus zelf achterhalen (of een schatting maken). Het actieteam doet in paragraaf 10.3 een aanbeveling om dat te veranderen.

### 5.2.2 Detailniveau data

De kernmeetmethode is op ieder moment in het bouwproces bruikbaar (zie paragraaf 2.2.6) en meet ook de verwachte mate van circulariteit (zie paragraaf 3.5). Dit is mogelijk, omdat de methode toestaat dat in verschillende fasen data met een verschillend detailniveau worden gebruikt. Tijdens de verkennings- of ontwerpfasen is bijvoorbeeld niet altijd bekend welke specifieke materialen of producten worden gebruikt. Op dat moment wordt dus gerekend met algemene, representatieve data.

Hoe meer bekend is over het ontwerp, hoe gedetailleerder de data kunnen worden. Om eenduidig transparant te maken welk type data zijn gebruikt, onderscheidt de kernmeetmethode vier detailniveaus<sup>38</sup> voor data:

- Detailniveau 1: Materiaal is bekend (bijvoorbeeld: hout).
- Detailniveau 2: Product is op hoofdlijnen bekend (bijvoorbeeld: balk/loofhout; eiken).
- Detailniveau 3: Product is in detail bekend (bijvoorbeeld: balk/afmetingen/loofhout+ eiken/brandwerendheid/recyclinginfo).
- Detailniveau 4: Product is bekend, inclusief producent- en leverancierdata<sup>39</sup> (specifieke data).

Uiteraard hebben specifiekere data (een hoger cijfer in de opsomming) de voorkeur.

### Beschikbaarheid specifieke data

Specifieke data kunnen op de volgende manier worden verkregen:

- **De Environmental Product Declarations**<sup>40</sup> (EPD's) op basis van NEN-EN 15804 kunnen worden geraadpleegd. Producenten vermelden een deel van de specifieke data die nodig zijn voor de kernmeetmethode in deze EPD's. EPD's zijn als volgt te vinden:

---

<sup>36</sup> Zie SBK, 2019: 45-47.

<sup>37</sup> Zodra een (deel)object een paspoort heeft dat is gebaseerd op de formats van Platform CB'23 (Platform CB'23, 2020b), is ook daarin een groot deel van de data te vinden.

<sup>38</sup> Deze detailniveaus wijken af van de detailniveaus (Levels of Detail, LOD) zoals die in Building information Modeling (BIM) worden onderscheiden.

<sup>39</sup> Dit kunnen data zijn van een specifieke producent of van een specifieke groep producenten.

<sup>40</sup> EPD's zijn gebaseerd op de Europese LCA-methode.

- Voor Nederland: via de website van stichting Milieurelevante Productinformatie (MRPI).<sup>41</sup>
  - Voor Europa bestaan er verschillende EPD-databases. De meeste zijn vrij toegankelijk, voor sommige is een licentie nodig. Veelgebruikte databases zijn Okobaudat, Global EPD en INIES.<sup>42</sup>
- Als de EPD's niet beschikbaar zijn, of onvoldoende informatie bieden, kunnen bij de producent of leverancier specifieke data worden opgevraagd.

### **Beschikbaarheid generieke data**

Ook generieke data (niveau 1 t/m 3) zijn op dit moment vaak moeilijk te vinden. Dit geldt vooral voor inputdata.<sup>43</sup> Soms ontbreken datasets of lijsten, soms zijn data 'verstopt' in grotere datasets. Hieronder wordt aangegeven welke datasets voor welke geografische gebieden beschikbaar zijn.

### **Generieke data inputstromen**

Generieke data over de inputstromen kunnen op de volgende manieren worden verkregen:

- Voor Nederland is een generieke dataset beschikbaar in de NMD in de vorm van categorie 3 productkaarten.
- In de processendatabase van de NMD en Ecoinvent<sup>44</sup> kan op grondstof- of materiaalniveau naar generieke data worden gezocht.
- Voor Europa kan de generieke dataset uit de *Product Environmental Footprint Pilot Guidance* (PEF) worden gebruikt (Europese Commissie, 2020: annex C).
- Voor veel overige landen zijn generieke datasets in ontwikkeling. Als geen dataset beschikbaar is, moet naar generieke, representatieve data worden gezocht.

### **Generieke data outputstromen**

Generieke data (niveau 1 t/m 3) over de outputstromen kunnen op de volgende manieren worden verkregen:

- Voor Nederland kan bijlage V van de SBK-bepalingsmethode worden gebruikt.
- Voor Europa kan de generieke dataset uit de *Product Environmental Footprint Pilot Guidance* (PEF) worden gebruikt (Europese Commissie, 2020: annex C).
- Voor België is ook een generieke dataset beschikbaar (tabel 6 in NBN-EN 15804:2017).
- Voor veel overige landen zijn generieke datasets in ontwikkeling. Als geen dataset beschikbaar is, moet naar generieke, representatieve data worden gezocht.

---

<sup>41</sup> Zie [www.mrpi.nl](http://www.mrpi.nl).

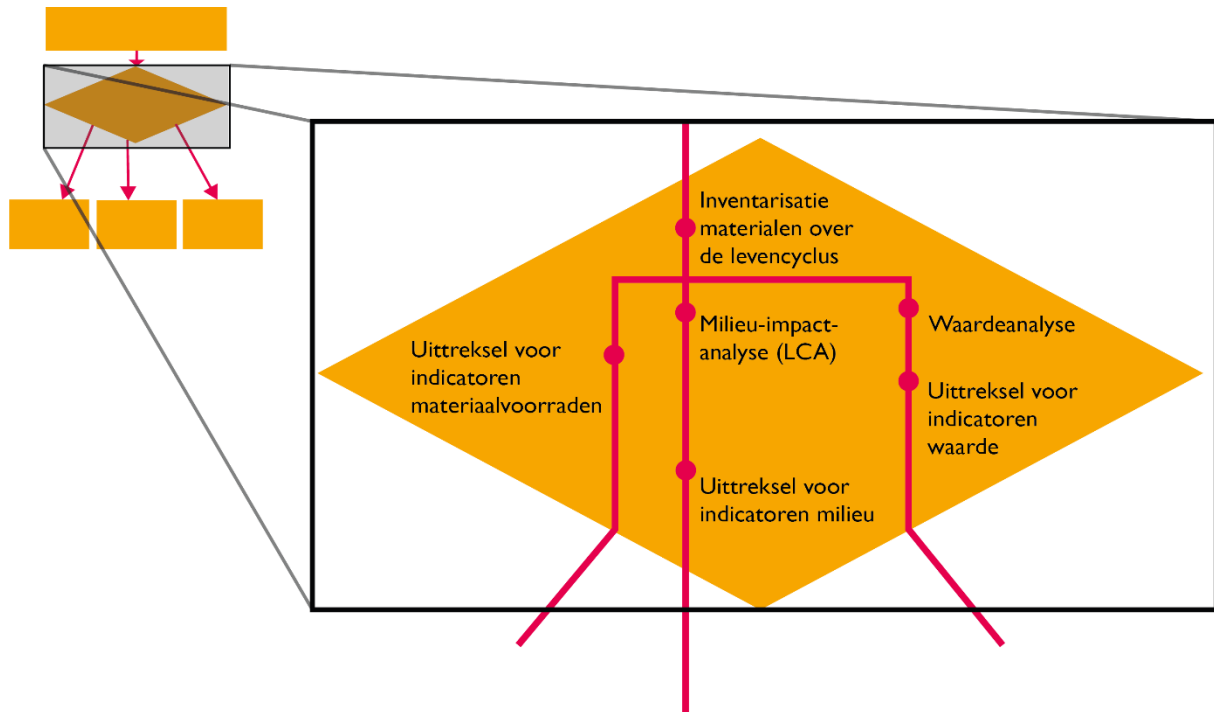
<sup>42</sup> Zie [www.oekobaudat.de](http://www.oekobaudat.de), [www.environdec.com](http://www.environdec.com) en [www.inies.fr](http://www.inies.fr).

<sup>43</sup> *Secondary Material Content* is onderdeel van een productkaart in de NMD. In de praktijk wordt dit onderdeel vaak niet goed ingevuld, omdat er in het verleden weinig aandacht voor was. De verwachting is dat dit snel verandert. Daarna is nog wel tijd nodig om tot een verbeterde dataset te komen.

<sup>44</sup> Zie [ecoinvent.org](http://ecoinvent.org).

### 5.2.3 Van data naar resultaten

De kernmeetmethode schrijft voor hoe de inventarisatie van alle materialen over de gehele levenscyclus moet worden gedaan (zie paragraaf 5.2.1). Vervolgens wordt met al die data gerekend om te komen tot resultaten op de indicatoren. Figuur 9 geeft dit proces visueel weer.



Figuur 9 – Kernmeetmethode in schema (3)

### 5.3 Bepalingsmethode en rekenregels voor de indicatoren

De paragrafen 5.3.1 t/m 5.3.12 bevatten de rekenregels voor de indicatoren en deelindicatoren (zie paragraaf 4.2) van de kernmeetmethode. Hierin staan de precieze eisen voor de inventarisatie en de regels om daarmee vervolgens te rekenen. Deze paragrafen beschrijven alleen wát de bepalingsmethode en de rekenregels zijn. Hoofdstuk 8 licht toe hóe en waaróm voor deze methoden is gekozen.

Voor de indicatoren voor het beschermen van materiaalvoorraden (indicatoren 1 t/m 3) vormen de eerste stappen van de milieugerichte LCA de basis. Op enkele plekken zijn wel aanvullingen gedaan in de 'labels' van de stromen. De paragrafen over deze indicatoren (zie de paragrafen 5.3.1 t/m 5.3.8) zijn vooral een handleiding om eenduidig te labelen.

#### 5.3.1 Rekenregels voor primair/secundair inputmateriaal (indicatoren 1.1 en 1.2)

Alle inputstromen krijgen een label 'primair materiaal' of een label 'secundair materiaal'. Het labelen van materialen als primair en secundair gebeurt op basis van de volgende definities<sup>45</sup>:

- **primair inputmateriaal:** materiaal dat geproduceerd is door de aarde en door mensen wordt gebruikt voor de productie van producten en andere materialen;

<sup>45</sup> Deze definities staan in *Platform CB'23 Lexicon circulaire bouw versie 2.0* en komen overeen met de definities in de SBK-bepalingsmethode en de MCI-methode (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

- **secundair inputmateriaal:** materiaal dat afkomstig is uit eerder gebruik of uit reststromen van een ander productsysteem en dat primaire materialen of andere secundaire materialen vervangt.

### Rekenregels indicator 1.1 - Hoeveelheid gebruikt primair materiaal

Per (deel)object wordt het aandeel primair inputmateriaal berekend:

$$V_x = \frac{\sum_i (m_i * m_{vi})}{\sum_i m_i}$$

$V_x$	=	percentage primair inputmateriaal van een totaal (deel)object
$m_i$	=	massa van een (deel)object (i)
$m_{vi}$	=	massapercentage aan primaire (virgin) materialen in een (deel)object

Het aandeel primair materiaal moet niet alleen in percentage van het geheel, maar ook in absolute kilo's worden weergegeven in de lijst met resultaten.

### Rekenregels indicator 1.2 - Hoeveelheid gebruikt secundair materiaal

Per (deel)object wordt het aandeel secundair inputmateriaal berekend:

$$S_x = \frac{\sum_i (m_i * m_{si})}{\sum_i m_i}$$

$S_x$	=	percentage secundair inputmateriaal van een totaal (deel)object
$m_i$	=	massa van een (deel)object (i)
$m_{si}$	=	massapercentage aan secundaire materialen in een (deel)object

Het aandeel secundair materiaal moet niet alleen in percentage van het geheel, maar ook in absolute kilo's worden weergegeven in de lijst met resultaten.

## 5.3.2 Rekenregels voor primair materiaal dat hernieuwbaar/niet-hernieuwbaar is (indicatoren 1.1.1 en 1.1.2)

Primaire materialen krijgen een label 'hernieuwbaar' of 'niet-hernieuwbaar'. Dit gebeurt op basis van de volgende definities:

- **niet-hernieuwbaar:** niet afkomstig uit een hernieuwbare bron.
- **hernieuwbaar:** afkomstig uit een hernieuwbare bron, die geteeld, natuurlijk aangevuld of natuurlijk gereinigd wordt op een menselijke tijdschaal. Een hernieuwbare grondstof kan zowel van abiotische als van biotische oorsprong zijn.

### Rekenregels voor indicator 1.1.1 - Hoeveelheid gebruikt primair materiaal dat niet-hernieuwbaar is

Per (deel)object wordt het aandeel niet-hernieuwbaar materiaal berekend:

$$NH_x = \frac{\sum_i (m_i * m_{nh})}{\sum_i m_i}$$

$NH_x$	=	percentage niet-hernieuwbaar materiaal van een totaal (deel)object
$m_i$	=	massa van een (deel)object (i)
$m_{nh}$	=	massapercentage aan niet-hernieuwbaar materiaal in een (deel)object

Het aandeel primair niet-hernieuwbaar materiaal moet niet alleen in percentage van het geheel, maar ook in absolute kilo's worden weergegeven in de lijst met resultaten.

### Rekenregels voor indicator 1.1.2 - Hoeveelheid gebruikt primair materiaal dat hernieuwbaar is

Per (deel)object wordt het aandeel hernieuwbaar materiaal berekend:

$$H_x = \frac{\sum_i (m_i * m_h)}{\sum_i m_i}$$

$H_x$	=	percentage hernieuwbaar materiaal van een totaal (deel)object
$m_i$	=	massa van een (deel)object (i)
$m_h$	=	massapercentage aan hernieuwbaar materiaal in een (deel)object

Het aandeel primair hernieuwbaar materiaal moet niet alleen in percentage van het geheel, maar ook in absolute kilo's worden weergegeven in de lijst met resultaten.

### 5.3.3 Rekenregels voor primair materiaal dat hernieuwbaar is en duurzaam is geproduceerd/niet-duurzaam is geproduceerd (indicatoren 1.1.2a en 1.1.2b)

Alle primaire hernieuwbare inputstromen krijgen een label 'duurzaam geproduceerd hernieuwbaar' of 'niet-duurzaam geproduceerd hernieuwbaar' (gevoelig voor uitputting).

Of een grondstof op duurzame wijze wordt gewonnen, geteeld of beheerd, kan op twee manieren worden aangetoond:

- 1) De grondstof draagt een (inter)nationaal erkend keurmerk voor duurzame productie.
- 2) Er kan op een andere manier inzichtelijk worden gemaakt dat de grondstof op duurzame wijze wordt gewonnen, geteeld of beheerd.



Bij manier 2 gelden de volgende uitgangspunten:

- De grondstof moet op menselijke tijdschaal<sup>46</sup> op natuurlijke wijze worden aangevuld. De grondstof wordt niet uitgeput. De verhouding tussen aanwas en winning kan dit inzichtelijk maken. Bij een biotische grondstof gelden daarnaast nog drie uitgangspunten:
  - Informatie over de koolstofbalans van de productie-eenheid moet worden opgenomen.
  - Bij winning/teelt mag geen verlies van **biodiversiteit** optreden.
  - Voor landbouwgewassen mag alleen worden gebruikgemaakt van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen volgens de richtlijnen van biologische teelt.
- Gewas dat geschikt is voor consumptie, mag niet worden gebruikt om de grondstof te vervaardigen.

**Rekenregels voor indicator I.1.2a – Hoeveelheid gebruikt primair materiaal dat hernieuwbaar is en duurzaam is geproduceerd**

Per (deel)object wordt het aandeel duurzaam geproduceerde hernieuwbare materialen berekend:

$$N_x = \frac{\sum_i (m_i * m_{ni})}{\sum_i m_i}$$

$N_x$  = percentage duurzaam geproduceerd hernieuwbaar van een totaal (deel)object  
 $m_i$  = massa van een (deel)object (i)  
 $m_{ni}$  = massapercentage aan primaire, duurzaam geproduceerde hernieuwbare materialen in een (deel)object

Het aandeel primair duurzaam geproduceerd hernieuwbaar materiaal moet niet alleen in percentage van het geheel, maar ook in absolute kilo's worden weergegeven in de lijst met resultaten.

<sup>46</sup> In een volgende versie van de leidraad, wil het actieteam deze term precies definiëren (zie paragraaf 10.3.1).

### Rekenregels voor indicator I.1.2b – Hoeveelheid gebruikt primair materiaal dat hernieuwbaar is en niet-duurzaam is geproduceerd

Per (deel)object wordt het aandeel niet-duurzaam geproduceerde hernieuwbare materialen berekend:

$$VN_x = \frac{\sum_i (m_i * (m_{vi} - m_{ni}))}{\sum_i m_i}$$

- $VN_x$  = percentage niet-hernieuwbaar of niet-duurzaam geproduceerd hernieuwbaar van een totaal (deel)object  
 $m_i$  = massa van een (deel)object (i)  
 $m_{vi}$  = massapercentage aan primaire (virgin) materialen in een (deel)object  
 $m_{ni}$  = massapercentage aan duurzaam geproduceerde hernieuwbare materialen in een (deel)object

Het aandeel primair niet-duurzaam geproduceerd hernieuwbaar materiaal moet niet alleen in percentage van het geheel, maar ook in absolute kilo's worden weergegeven.

### 5.3.4 Rekenregels voor inputmateriaal uit recycling/hergebruik (indicatoren I.2.1 en I.2.2)

Het labelen van secundaire materialen als hergebruik en recycling gebeurt op basis van de volgende definities:

- secundair materiaal uit **hergebruik**: materiaal dat deel uitmaakt van een samengesteld object dat na een eerdere toepassing (al dan niet na bewerking) als geheel opnieuw wordt gebruikt voor dezelfde functie;
- secundair materiaal uit **recycling**: materiaal dat een recyclingproces heeft ondergaan en nu opnieuw wordt toegepast in een (deel)object.

Deze definities zijn onvoldoende uitgekristalliseerd om alle denkbare inputstromen eenduidig te classificeren.<sup>47</sup> De gebruiker van de kernmeetmethode moet daarom duidelijk aangeven welke keuzes bij het labelen zijn gemaakt.

<sup>47</sup> Op korte termijn worden de definities opnieuw bekeken (zie paragraaf I0.3.1).

### Rekenregels voor indicator 1.2.1 – Hoeveelheid gebruikt secundair materiaal uit hergebruik

Per (deel)object wordt het aandeel secundair materiaal uit hergebruik berekend:

$$H_x = \frac{\sum_i (m_i * m_{s,hi})}{\sum_i m_i}$$

$H_x$	=	percentage hergebruikt materiaal van een totaal (deel)object
$m_{s,hi}$	=	massapercentage aan hergebruikte materialen in een (deel)object
$m_i$	=	massa van een (deel)object (i)

Het aandeel materiaal uit hergebruik moet niet alleen in percentage van het geheel, maar ook in absolute kilo's worden weergegeven in de lijst met resultaten.

### Rekenregels voor indicator 1.2.2 Hoeveelheid gebruikt secundair materiaal uit recycling

Per (deel)object wordt het **aandeel secundaire materialen** berekend:

$$R_x = \frac{\sum_i (m_i * m_{s,ri})}{\sum_i m_i}$$

$R_x$	=	percentage gerecycled materiaal van een totaal (deel)object
$m_{s,ri}$	=	massapercentage aan gerecyclede materialen in een (deel)object
$m_i$	=	massa van een (deel)object (i)

Het aandeel materiaal uit recycling moet niet alleen in percentage van het geheel, maar ook in absolute kilo's worden weergegeven in de lijst met resultaten.

### 5.3.5 Rekenregels voor fysieke schaarste (indicator 1.3)

Fysieke schaarste wordt bepaald met de milieueffectcategorie grondstofuitputting abiotische grondstoffen (*abiotic depletion potential*, ADP).<sup>48</sup> De ADP-methode geeft de verhouding weer tussen hoe snel grondstoffen worden gebruikt en de hoeveelheid voorraden van die grondstoffen in de aardkorst die technisch toegankelijk en economisch rendabel zijn. Hierbij wordt uitgegaan van de zogenaamde *reserve base*, de schattingen van de beschikbare mineralen in de aardkorst. Bij hoog gebruik van een grondstof en weinig reserves is de grondstof schaars.

De ADP-methode is onderdeel van zowel de *Product Environmental Footprint Guidance* (PEF)<sup>49</sup> als NEN-EN 15804:2012+A2:2019). Bepaling gebeurt volgens de impact-assessmentmethode die ook onderdeel is van NEN-EN 15804:2012+A2:2019.

<sup>48</sup> In een volgende versie van de leidraad gaat het actieteam waarschijnlijk nader in op het ADP-begrip. Daarbij wordt mogelijk gekeken naar de karakterisatiefactoren in de PEF-methode. Karakterisatie geeft aan in welke mate een grondstof invloed heeft op een bepaald milieueffect. In de PEF-methode gaat het om de karakterisatiefactoren voor biotische grondstoffen en niet-natuurlijke voorraden. Beide zijn geen onderdeel van de ADP-methode.

<sup>49</sup> Wolf et al. 2012, update door Sala et al. 2019.

### **Rekenregels voor indicator I.3 - Hoeveelheid fysiek schaars materiaal**

De hoeveelheid fysiek schaars materiaal wordt uitgedrukt in *abiotic depletion potential* (ADP).

#### **5.3.6 Rekenregels voor socio-economische schaarste (indicatoren I.4.1 en I.4.2)**

De rekenregels voor socio-economische schaarste zijn gebaseerd op de EU-lijst voor schaarse materialen. Bij het opstellen van deze lijst zijn vele facetten van leveringszekerheid afgewogen.<sup>50</sup> Deze lijst staat bekend als de CRM-lijst (*Critical Raw Materials*, zie European Commission, 2017).<sup>51</sup> De lijst wordt om de drie jaar geactualiseerd.

In de CRM-lijst<sup>52</sup> heeft de EU grenswaarden geformuleerd voor risico's qua economisch belang en voor risico's qua leveringszekerheid. Hiermee worden grondstoffen verdeeld in vier kwadranten. Figuur 10 geeft dit visueel weer.

---

<sup>50</sup> Zie Europese Commissie, 2017.

<sup>51</sup> In deze lijst wordt ook rekening gehouden met de levenseindebehandeling (mogelijke recycling en mogelijke substitutie van grondstoffen).

<sup>52</sup> De CRM-lijst wordt ook als basis gebruikt voor een studie naar de mate waarin de Nederlandse economie afhangt van (de beschikbaarheid van) abiotische materialen (TNO, 2015). Voor deze studie zijn wel enkele aanpassingen gedaan aan de CRM-lijst. Deze studie heeft geresulteerd in de grondstoffenscanner, een tool waarmee bedrijven kunnen onderzoeken in hoeverre afhankelijkheid van grondstoffen een risico voor ze vormt ([www.grondstoffenscanner.nl](http://www.grondstoffenscanner.nl)).



**Figuur 10 – Onderverdeling grondstoffen volgens de CRM-lijst**

In de kernmeetmethode (en in de CRM-lijst) worden grondstoffen als volgt geïnclassificeerd:

- **Socio-economisch schaars:** grondstoffen in het kwadrant rechtsboven. Deze grondstoffen zijn risicovol zowel qua economisch belang als qua leveringszekerheid.
- **Socio-economisch niet-schaars:** alle overige grondstoffen (inclusief grondstoffen die niet op de lijst staan).

Veel materialen die in de bouwsector in bulk gebruikt worden, zoals zand en gips, gelden volgens deze methode als niet-schaarse grondstoffen. Een aantal metalen die gebruikt worden in installaties, zoals zonnepanelen, vallen wel onder schaarse grondstoffen.

Tabellen 6 en 7 geven weer welke grondstoffen (op basis van de CRM-lijst van 2017) in welk kwadrant vallen.

**Tabel 6 – Schaarse grondstoffen (27)**

Antimoon	Fluoriet	Helium	Metallisch silicium	Tantalium
Bariet	Fosfaatgesteente	HREEs <sup>53</sup>	Natuurlijk grafiet	Vanadium
Beryllium	Fosfor	Indium	Natuurlijk rubber	Wolfram

<sup>53</sup> HREEs zijn zware zeldzame aardmetalen.

Bismut	Gallium	Kobalt	Niobium	
Boraat	Germanium	LREEs <sup>54</sup>	PGMs <sup>55</sup>	
Cokeskool <sup>56</sup>	Hafnium	Magnesium	Scandium	

**Tabel 7 – Niet-schaarse grondstoffen (34)**

<b>Niet-schaarse grondstoffen met een risico qua leveringszekerheid (5)</b>				
Bauxiet	Lithium	Natuurlijk kurk	Rhenium	Sapelihout
<b>Niet-schaarse grondstoffen met een risico qua economisch belang (19)</b>				
Aluminium	Kalium	Mangaan	Talk	Zilver
Chroom	Koper	Molybdeen	Telluur	Zink
Diatomiet	Lood	Nikkel	Tin	Zwavel
Ijzererts	Magnesium	Seleen	Titaan	
<b>Niet-schaarse grondstoffen (10)<sup>57</sup></b>				
Bentoniet	Goud	Kaolien	Natuurlijk teakhout	Perliet
Gips	Kalksteen	Kwartszand	Natuurlijke toeslagmaterialen	Veldspaat

<sup>54</sup> LREEs zijn lichte zeldzame aardmetalen.

<sup>55</sup> PMGs zijn platinumgroep metalen.

<sup>56</sup> Cokeskool staat in het kwadrant niet-schaarse grondstoffen met een risico qua leveringszekerheid, maar is opgenomen in de EU-lijst met schaarse grondstoffen. Op de EU-lijst staat dat cokeskool bij de volgende update (2020) wellicht van de lijst verdwijnt. Het actieteam wacht deze update af en legt de positie van cokeskool daarna definitief vast.

<sup>57</sup> Nogmaals: ook alle kandidaat-grondstoffen die niet op de CRM-lijst staan, vallen in de categorie niet-schaars. Deze kunnen dus worden toegevoegd aan tabel 7.

### Rekenregels voor indicator I.4.1 – Hoeveelheid gebruikte socio-economisch schaarse grondstoffen

Per (deel)object wordt het aandeel socio-economisch schaarse grondstoffen berekend:

$$K_x = \frac{\sum_i (m_i * m_k)}{\sum_i m_i}$$

- $K_x$  = percentage socio-economisch schaarse grondstoffen van een totaal (deel)object  
 $m_i$  = massa van een (deel)object (i)  
 $m_k$  = massa aan socio-economisch schaarse grondstoffen in een (deel)object ( $\sum$ (massa gebruikte grondstoffen uit tabel 6))

Het aandeel socio-economisch schaarse grondstoffen moet niet alleen in percentage van het geheel, maar ook in absolute kilo's worden weergegeven in de lijst met resultaten.

### Rekenregels voor indicator I.4.2 - Hoeveelheid gebruikte socio-economisch niet-schaarse grondstoffen

Per (deel)object wordt het aandeel socio-economisch niet-schaarse grondstoffen berekend:

$$NK_x = \frac{\sum_i (m_i * m_{nk})}{\sum_i m_i}$$

- $NK_x$  = percentage socio-economisch niet-schaarse grondstoffen van een totaal (deel)object  
 $m_i$  = massa van een (deel)object (i)  
 $m_{nk}$  = massa aan socio-economisch niet-schaarse grondstoffen in een (deel)object ( $\sum$ (massa gebruikte grondstoffen uit tabel 7))

Het aandeel socio-economisch niet-schaarse grondstoffen moet niet alleen in percentage van het geheel, maar ook in absolute kilo's worden weergegeven in de lijst met resultaten.

### 5.3.7 Rekenregels voor beschikbaar outputmateriaal voor de volgende cyclus (indicatoren 2, 2.1 en 2.2)

De outputstroom aan materiaal wordt verdeeld in twee categorieën:

- materiaal dat beschikbaar is voor de volgende cyclus;
- materiaal dat verloren gaat.

Materiaal dat beschikbaar is voor de volgende cyclus, krijgt een van de volgende labels<sup>58</sup>:

<sup>58</sup> Indicator 2 gaat alleen over de hoeveelheid materialen waarvan wordt verwacht dat deze geschikt zijn voor hergebruik en recycling. De indicator gaat dus niet over de *hoogwaardigheid* hergebruik en recycling. Hoogwaardigheid is onderdeel van de indicatoren 5 t/m 7.

- Materiaal voor **hergebruik**: Dit zijn materialen die onderdeel zijn van een samengesteld object waarvan het realistisch is dat deze in dezelfde functie (al dan niet na bewerking) als samengesteld object opnieuw worden gebruikt.
- Materiaal voor **recycling**: Dit zijn materialen die onderdeel zijn van een samengesteld object waarvan het realistisch is dat ze, nadat ze uit het samengestelde object zijn gehaald, opnieuw als materiaal worden gebruikt.

Materialen krijgen hun labels op basis van een **realistische** levensindefbehandeling. Labelen gebeurt dus niet op basis van **theoretische** mogelijkheden.

Welke levensindefbehandeling realistisch is, wordt bepaald aan de hand van drie criteria. Deze criteria zijn gebaseerd op het rapport *Circulair sturen op hoogwaardig hergebruik van toegepaste en toe te passen materialen* (Royal Haskoning DHV, 2018). De drie criteria zijn:

- het aandeel van het (deel)object dat technisch herbruikbaar is; dit is onder andere afhankelijk van de losmaakbaarheid;
- het aandeel van de technisch herbruikbare outputstroom waarnaar vraag is als deze vrijkomt;
- negatieve effecten van het opnieuw toepassen van het (deel)object op de hergebruikmogelijkheden van andere materialen uit de beoogde toepassing; deze effecten moeten zo laag mogelijk zijn.

Het actieteam heeft nog geen handvatten opgesteld die helpen om uitspraken te doen over deze criteria. Vooralsnog moet de gebruiker van de kernmeetmethode dit dus zelf doen.

In de praktijk kan zekerheid over een realistische levensindefbehandeling alleen worden verkregen als daarover de verantwoordelijkheid en/of regie wordt genomen. Dit kan bijvoorbeeld met een retoursysteem of een contractuele afspraak.<sup>59</sup> Dit onderdeel is nog niet verder ingevuld in de kernmeetmethode.

### Rekenregels voor indicator 2.1 - Hoeveelheid materiaal naar hergebruik

Per (deel)object wordt het aandeel realistisch hergebruik berekend:

$$H_g = \frac{\sum_i (m_i * m_{he})}{\sum_i m_i}$$

- $H_g$  =       percentage realistisch hergebruik van een (deel)object  
 $m_i$     =       massa van een (deel)object (i)  
 $m_{he}$  =       massapercentage waarvoor hergebruik van een samengesteld object het meest realistisch is

Het aandeel materiaal naar hergebruik moet niet alleen in percentage van het geheel, maar ook in absolute kilo's worden weergegeven in de lijst met resultaten.

<sup>59</sup> In LCA's kan daarom voor hergebruik- en recyclingpotentieel alleen van forfaitaire (marktgemiddelde) scenario's worden afgeweken, als aannemelijk wordt gemaakt dat aan het einde van de levenscyclus een werkend retoursysteem beschikbaar is.



### Rekenregels voor indicator 2.2 - Hoeveelheid materiaal naar recycling

Per (deel)object wordt het aandeel realistische recycling berekend:

$$R_e = \frac{\sum_i (m_i * m_{re})}{\sum_i m_i}$$

$R_e$	=	percentage realistische recycling van een (deel)object
$m_i$	=	massa van een (deel)object (i)
$m_{re}$	=	massapercentage waarvoor recycling het meest realistisch is

Het aandeel materiaal naar recycling moet niet alleen in percentage van het geheel, maar ook in absolute kilo's worden weergegeven in de lijst met resultaten.

### 5.3.8 Rekenregels voor verloren outputmateriaal (indicatoren 3, 3.1 en 3.2)

De outputstromen waarvan het niet realistisch is dat zij beschikbaar zijn voor een volgende cyclus, worden onderverdeeld met de volgende twee labels:

- materialen waarvan het realistisch is dat zij eindigen in een verbrandingsoven voor energiewinning;
- materialen waarvan het realistisch is dat zij eindigen op de stort.

Welk scenario realistisch is, wordt geschat met een tabel uit de SBK-bepalingsmethode met forfaitaire waarden (Stichting Bouwkwiteit, 2019: 30).<sup>60</sup> Alleen als goede argumenten worden gegeven, mag hiervan worden afgeweken. In dat geval moet rekening worden gehouden met:

- *Vrijkomende toxische stoffen*  
Toxische stoffen die vrijkomen tijdens gebruik en bij toekomstige pogingen tot hergebruik of recycling, kunnen zorgen dat een (deel)object moet worden afgedankt.
- *Adaptief vermogen*  
Het adaptief vermogen (zie hoofdstuk 6) beïnvloedt de mate waarin materialen verloren gaan als het (deel)object aan het eind van de levensduur van functie verandert.<sup>61</sup>

<sup>60</sup> Deze tabel geeft aan wat in Nederland te verwachten is voor de meest gebruikte materialen.

<sup>61</sup> De invulling van deze indicator is vergelijkbaar met veel andere veelgebruikte methoden. Zo is de som van stort en energierugwinning gelijk aan de indicator 'niet-herwinbare reststroom' (unrecoverable **waste**) uit de MCI-methode. In LCA-berekeningen die zijn uitgevoerd volgens de SBK-bepalingsmethode, worden de outputstromen stort (afval [kg]) en energierugwinning (materialen voor energie [kg]) op een gelijke manier gehanteerd en ieder ook apart berekend.

Het actieteam heeft geen consensus bereikt over de vraag of materialen waarvan het realistisch is dat zij eindigen in een verbrandingsoven voor energiewinning, verder moeten worden opgesplitst. Een opsplitsing in biotische en abiotische materialen zou ruimte bieden aan partijen die vinden dat het verbranden van biotische materialen minder problematisch is in het kader van circulariteit.<sup>62</sup>

### Rekenregels voor indicator 3.1 - Hoeveelheid materiaal naar energiewinning

Per (deel)object wordt het aandeel verloren materiaal naar energiewinning berekend:

$$R_e = \frac{\sum_i (m_i * m_{ew})}{\sum_i m_i}$$

$R_e$	=	percentage materiaal naar energiewinning van een (deel)object
$m_i$	=	massa van een gedemonteerd (deel)object (i)
$m_{ew}$	=	massapercentage waarvoor energiewinning de meest realistische levenseindebehandeling is

Het aandeel materiaal naar energiewinning moet niet alleen in percentage van het geheel, maar ook in absolute kilo's worden weergegeven in de lijst met resultaten.

### Rekenregels voor indicator 3.2 - Hoeveelheid materiaal naar stort

Per (deel)object wordt het aandeel verloren materiaal naar stort berekend:

$$R_s = \frac{\sum_i (m_i * m_{st})}{\sum_i m_i}$$

$R_s$	=	percentage materiaal naar stort van een (deel)object
$m_i$	=	massa van een gedemonteerd (deel)object (i)
$m_{st}$	=	massapercentage waarvoor stort de meest realistisch levenseindebehandeling is

Het aandeel materiaal naar stort moet niet alleen in percentage van het geheel, maar ook in absolute kilo's worden weergegeven in de lijst met resultaten.

### 5.3.9 Rekenregels voor milieu (indicatoren 4 en 4.1 t/m 4.19)

Voor het bepalen van hoofddindicator 4 en zijn deelindicatoren worden de milieueffectcategorieën uit de SBK-bepalingsmethode (Stichting Bouwkwiteit, 2019: 30) gebruikt. **Tot 1 januari 2021** gelden de volgende 11 milieueffectcategorieën:

- 4.1a Uitputting van abiotische grondstoffen
- 4.2a Uitputting van fossiele energiedragers
- 4.3a Klimaatverandering
- 4.4a Ozonlaagaantasting
- 4.5a Fotochemische oxidantvorming
- 4.6a Verzuring

<sup>62</sup> Het argument hiervoor is dat biotische materialen door verbranding worden teruggebracht tot 'waar ze vandaan komen': de CO<sub>2</sub> en organische materialen die ze tijdens hun leven hebben opgenomen. Verbranding kan zo worden gezien als een vorm van recycling van biotische materialen.

- 4.7a Vermesting
- 4.8a Humaan-toxicologische effecten
- 4.9a Ecotoxicologische effecten (zoetwater)
- 4.10a Ecotoxicologische effecten (zeewater)
- 4.11a Ecotoxicologische effecten (terrestrisch)

**Vanaf 1 januari 2021** gebruikt de SBK-bepalingsmethode 19 nieuwe milieueffectcategorieën. De kernmeetmethode neemt deze over. De 19 nieuwe milieueffectcategorieën zijn:

- 4.1 Klimaatverandering – totaal
- 4.2 Klimaatverandering – fossiel
- 4.3 Klimaatverandering – biogeen
- 4.4 Klimaatverandering – landgebruik en verandering in landgebruik
- 4.5 Ozonlaagaantasting
- 4.6 Verzuring
- 4.7 Vermesting zoetwater
- 4.8 Vermesting zeewater
- 4.9 Vermesting land
- 4.10 Smogvorming
- 4.11 Uitputting van abiotische grondstoffen – mineralen en metalen
- 4.12 Uitputting van abiotische grondstoffen – fossiele energiedragers
- 4.13 Watergebruik
- 4.14 Fijnstofemissie
- 4.15 Ioniserende straling
- 4.16 Ecotoxiciteit (zoetwater)
- 4.17 Humane toxiciteit, carcinogeen
- 4.18 Humane toxiciteit, non-carcinogeen
- 4.19 Landgebruik-gerelateerde impact/bodemkwaliteit

Omdat bepaling op de milieueffectcategorieën complex is, worden de rekenregels hiervoor niet samengevat in deze leidraad. De actuele versie van het document waarin deze staan, is te vinden op <https://milieudatabase.nl/milieuprestatie/bepalingsmethode/>.

De resultaten op de indicatoren 4.1 t/m 4.19 leiden tot een gewogen eenpuntsscore voor indicator 4. Ook hiervoor wordt de SBK-bepalingsmethode (Stichting Bouwkwiteit, 2019: 39) gebruikt.

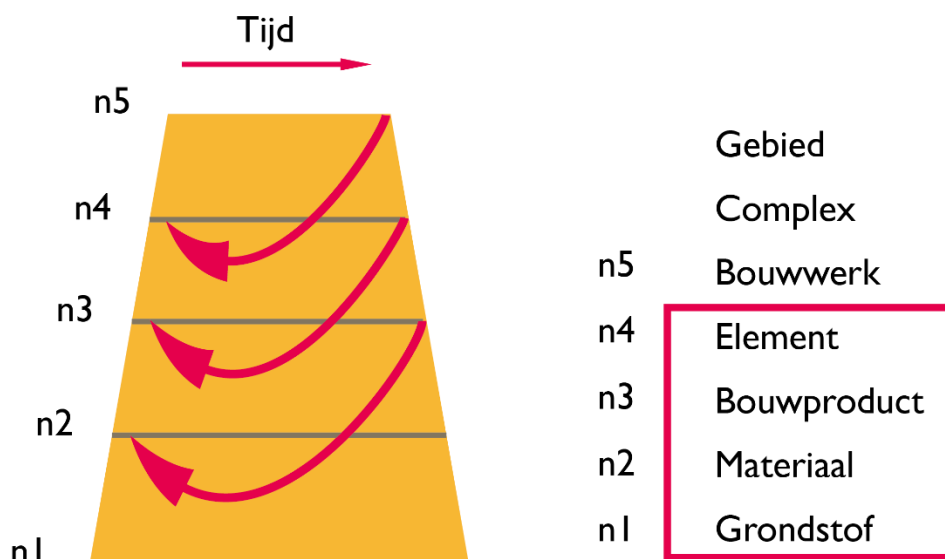
### 5.3.10 Algemene kaders waarde-indicatoren

#### Schaalniveaus

Om de kernmeetmethode werkbaar te houden is gekozen voor waarde-indicatoren die niet op alle schaalniveaus kunnen worden toegepast. De indicatoren zijn alleen van toepassing op de niveaus grondstof, materialen, bouwproduct en element (zie figuur 11).<sup>63</sup> Ook zijn resultaten op de waarde-indicatoren niet automatisch overerfbaar op hogere schaalniveaus.<sup>64</sup>

<sup>63</sup> Met de term '(deel)object' worden bij de waarde-indicatoren ook alleen (deel)objecten op de onderste vier schaalniveaus bedoeld.

<sup>64</sup> Het actieteam wil wel graag de relatie tussen de schaalniveaus inzichtelijk maken, maar ziet daarin een uitdaging omdat waarde afhankelijk is van functie.



**Figuur 11 – Niveaus waarop de waarde-indicatoren van toepassing zijn**

### Meetmomenten in het bouwproces

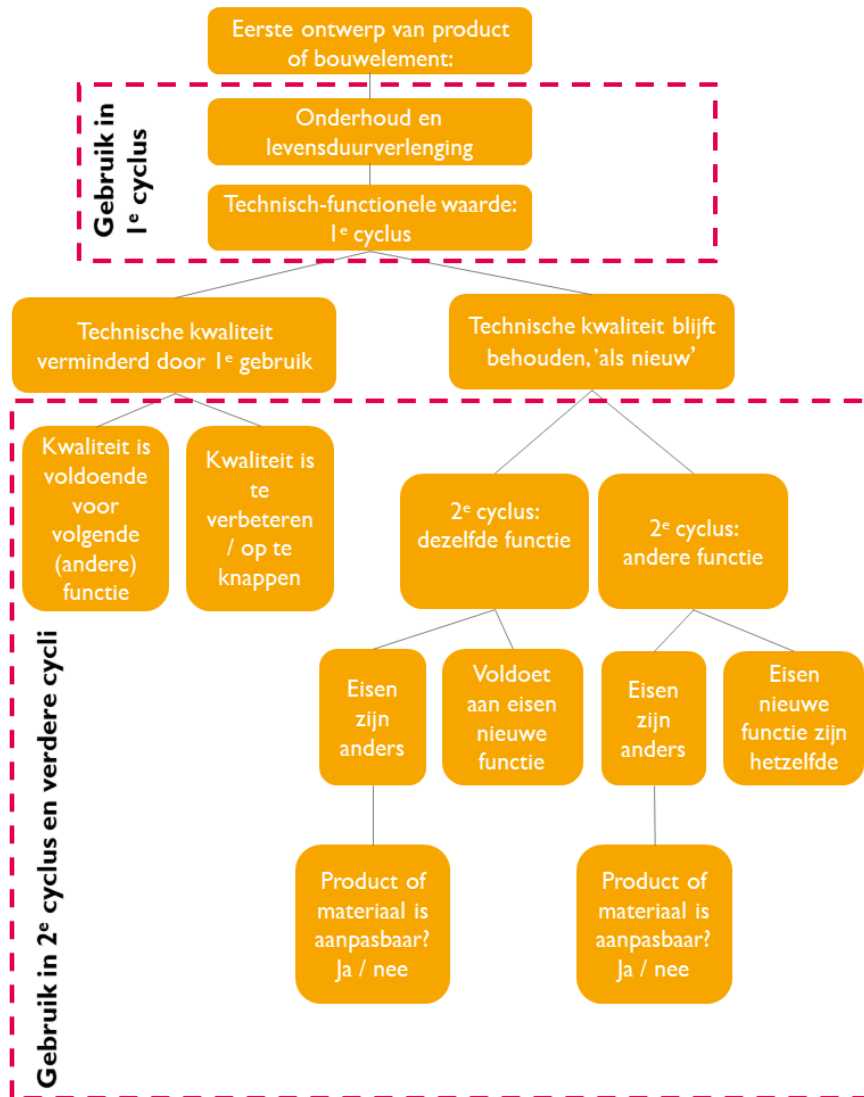
Vanuit het toepassingsgebied van de kernmeetmethode moeten de waarde-indicatoren op alle momenten in het bouwproces (zie paragraaf 2.2.5) toepasbaar zijn. In de praktijk zullen er echter vooral twee momenten zijn waarop het interessant is om de waarde van een (deel)object te meten. Het actieteam noemt deze twee momenten hier, omdat voor de bepalingswijze van de indicatoren mogelijk per moment andere informatie nodig is.

De twee momenten waarop waarde meestal in de praktijk zal worden gemeten, zijn:

- het begin (ontwikkeling/ontwerp) van een levenscyclus; het is dan vooral relevant om informatie te hebben over de levensduur van een bouwwerk, over degradatie en over mogelijkheden voor hergebruik/recycling in een volgende cyclus;<sup>65</sup>
- tijdens de levenscyclus van een (deel)object om informatie te verkrijgen over toepassingsmogelijkheden in de volgende cyclus; het is dan vooral relevant om te weten of degradatie is voorkomen en technische kwaliteit is behouden, en of het (deel)object in de volgende levenscyclus kan worden gebruikt in dezelfde functie.

Als waarde wordt bepaald op moment 2, is de benodigde informatie afhankelijk van de technische kwaliteit en het gebruik in de volgende cyclus. Figuur 12 geeft visueel weer welke informatie in welk geval nodig is.

<sup>65</sup> In de praktijk wordt deze informatie meestal gebruikt om tot een hogere mate van circulariteit te komen door de levensduur te verlengen, de degradatie te beperken en mogelijkheden voor hergebruik te vergroten, bijvoorbeeld door adaptieve maatregelen.



**Figuur 12 – Informatie voor het meten van waarde op verschillende momenten**

### 5.3.11 Rekenregels voor technisch-functionele waarde (indicatoren 5.1, 6.1 en 7.1)

#### Indicatoren nog in ontwikkeling

De indicatoren voor technisch-functionele waarde (5.1, 6.1 en 7.1) zijn nog in ontwikkeling. Paragraaf 5.3.11 schetst de eerste kaders voor deze indicatoren. De indicatoren kunnen dus nog niet worden gebruikt.

Voor een technisch-functionele waardebeoordeling zijn twee typen informatie nodig:

- informatie over de **huidige waarde** van het (deel)object (bijvoorbeeld informatie over gebruikssporen in de huidige cyclus);
- informatie die de **toekomstige waarde** van het (deel)object helpt te voorspellen.

Tabel 8 geeft een overzicht van onderdelen van de indicator voor technisch-functionele waarde die die informatie kunnen geven. De tabel is nog niet volledig.

**Tabel 8 – Onderdelen van indicatoren voor technisch-functionele waarde**

<b>Naam</b>	<b>Omschrijving</b>	<b>Type informatie</b>
Functionele kwaliteit	Mate waarin het (deel)object voldoet voor de huidige functie <sup>66</sup> , bepaald door een verzameling technische prestatie-eisen	Huidige waarde
Technische kwaliteit	Mate waarin (deel)object voldoet aan de prestatie-eis	Huidige waarde
Degradatie	Mate waarin het (deel)object gebreken vertoont	Huidige waarde
Ruimtelijk-functioneel adaptief vermogen <sup>67</sup> op tijdstip x	Vermogen van het (deel)object om veranderingen in functies en ruimtebehoefte aan te kunnen	Toekomstige waarde
Technisch adaptief vermogen (losmaakbaarheid) op tijdstip x	Mate waarin verbindingen in en van het (deel)object losmaakbaar zijn en onderdelen bereikbaar en fysiek onafhankelijk van elkaar zijn	Toekomstige waarde

Om tot een indicator te komen moet de verhouding tussen deze onderdelen duidelijk worden. Ook moet worden besloten hoe de onderdelen worden gemeten en welke data daarvoor mogen worden gebruikt. Bestaande methoden in de B&U- en GWW-sector bieden hiervoor aanknopingspunten. Bijlage B bevat een overzicht van methoden die hiervoor mogelijk bruikbaar zijn.

### **Functie en prestatie-eisen in meerdere cycli**

Tabel 8 laat zien dat de functie van een bouwwerk een belangrijke rol speelt voor de technisch-functionele waarde. De functie bepaalt namelijk wat de prestatie-eisen zijn voor materialen en bouwproducten. Er worden bijvoorbeeld andere eisen gesteld aan een gevel van een kantoor dan aan een gevel van een woning. Alleen als de functie bekend is, kan dus worden bepaald of het (deel)object aan deze eisen voldoet en hoelang het eraan kan voldoen (levensduur).

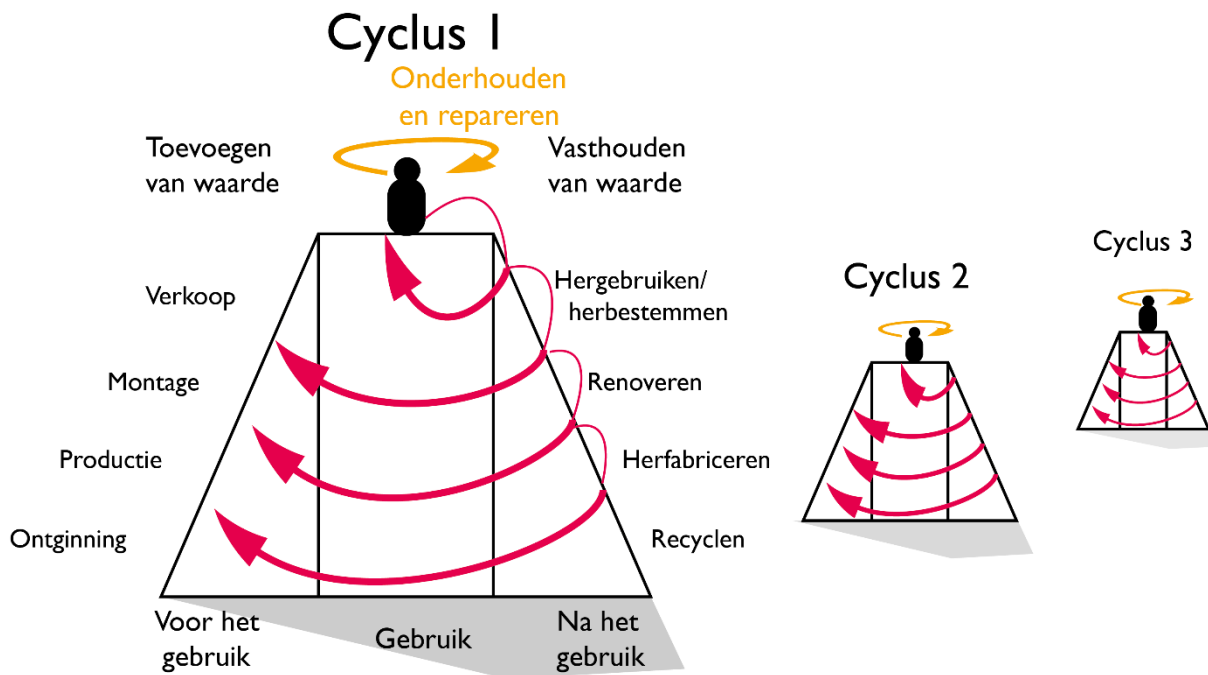
Als de functie van een bouwwerk verandert, veranderen ook de prestatie-eisen. Ruimtelijk-functioneel adaptief vermogen helpt om te voorspellen in welke mate een bouwwerk aan die nieuwe prestatie-eisen kan voldoen.

De functie moet duidelijk zijn in de huidige cyclus, maar ook in de volgende cyclus of cycli. De functie in de volgende cyclus bepaalt namelijk de prestatie-eisen voor hergebruik of recycling. De functie van een (deel)object en de bijbehorende prestatie-eisen kunnen per cyclus verschillen.

<sup>66</sup> Onder tabel 8 wordt ingegaan op functie-eisen en prestatie-eisen.

<sup>67</sup> Zie voor het onderscheid tussen ruimtelijk-functioneel en technisch adaptief vermogen paragraaf 6.2.1.

Alleen als een (deel)object aan dezelfde of vergelijkbare eisen kan voldoen, blijft de technisch-functionele waarde behouden. Figuur 13 geeft dit visueel weer.



**Figuur 13 – Waardecreatie en waardebehoud in opeenvolgende cycli**

**Bepalingswijze voor indicator 5.1 - Hoeveelheid initiële technisch-functionele waarde**

Per (deel)object wordt de hoeveelheid initiële technisch-functionele waarde ( $TFW_i$ ) bepaald. Dit resultaat is het 100%-referentiepunt aan de hand waarvan de verloren technisch-functionele waarde (indicator 7.1) kan worden bepaald.

$$TFW_i = 100\%$$

$TFW_i$  = percentage initiële technisch-functionele waarde

**Bepalingswijze voor indicator 6.1 - Hoeveelheid beschikbare technisch-functionele waarde voor volgende cyclus**

Per (deel)object wordt de hoeveelheid beschikbare technisch-functionele waarde voor de volgende cyclus berekend:

$$TFW = ?$$

De bepalingswijze voor deze indicator moet nog worden ontwikkeld.

$TFW$  = percentage technisch-functionele waarde

### Bepalingswijze voor indicator 7.1 - Hoeveelheid verloren technisch-functionele waarde

Per (deel)object wordt de hoeveelheid verloren technisch-functionele waarde berekend:

$$VTF = TFW_i - TFW$$

<i>VTF</i>	=	percentage verloren technisch-functionele waarde
<i>TFW<sub>i</sub></i>	=	percentage initiële technisch-functionele waarde (= 100%, zie indicator 5.1)
<i>TFW</i>	=	percentage beschikbare technisch-functionele waarde (zie indicator 6.1)

### 5.3.12 Rekenregels voor economische waarde (indicatoren 5.2, 6.2 en 7.2)<sup>68</sup>

De economische waarde wordt bepaald nadat de technisch-functionele waarde bepaald is. Vertrekpunt hiervoor is het principe van **Total Cost of Ownership (TCO)**. TCO zijn de totale kosten die worden gemaakt over de levensduur van een bouwwerk.

#### Positieve en negatieve geldstromen

Over de levensduur kunnen geldstromen zowel negatief (kosten) als positief (baten) zijn. Voorbeelden van positieve geldstromen zijn inkomsten uit **restwaarde** van grond of (deel)objecten. Beide type geldstromen worden meegenomen bij het berekenen van de economische waarde. Dit komt overeen met de methode **Whole-Life Costing (WLC)**, geformaliseerd in NEN-ISO 15686-5.<sup>69</sup>

#### Alle levenscyclusfasen

Bij het berekenen van de TCO wordt een inventarisatie gemaakt van geldstromen in alle levenscyclusfasen van een bouwwerk. Het gaat daarbij dus niet alleen om de geldstromen bij de investering, maar ook om geldstromen in de levensfase en aan het einde van de levenscyclus. Dit betekent dat de economische waarde over de gehele levenscyclus zowel kan toe- als kan afnemen. Tabel 9 bevat een overzicht van alle fasen waarvan de kosten moeten worden meegenomen.<sup>70</sup>

Tabel 9 – Levenscyclusfasen van een (deel)object

Code	Levenscyclusfase	Code	Proces
A1-A3	Productiefase	A1	Winning van grondstoffen
		A2	Transport

<sup>68</sup> Bijlage C bevat een voorbeeld voor het berekenen van de economische waarde.

<sup>69</sup> De veelgebruikte methode voor levenscycluskosten (**Life Cycle Costing, LCC**) neemt alleen uitgaande kasstromen mee. De WLC-methode geeft dus een breder beeld van de economische waarde van een (deel)object door ook de baten aan het einde van de levensduur mee te nemen.

<sup>70</sup> Deze fasen komen overeen met de Europese normen NEN-EN 15978 en NEN-EN 15804. Ze worden ook gebruikt in de SBK-bepalingsmethode (zie Stichting Bouwkwiteit, 2019: 45).



		A3	Productie
A4-A5	Bouwfase	A4	Transport
		A5	Bouw- en installatieproces, aanleg
B1-B7	Gebruiksfase	B1	Gebruik
		B2	Onderhoud
		B3	Reparaties
		B4	Vervangingen
		B5	Hernieuwing
		B6	Operationeel energiegebruik
		B7	Operationeel watergebruik
C1-C4	Sloop- en verwerkingsfase	C1	Sloop
		C2	Transport
		C3	Afvalbewerking
		C4	Finale afvalverwerking
D	Baten buiten de systeemgrens van het (deel)object	D	Hergebruik, <b>terugwinning</b> en recycling

#### Data voor levenscyclusfasen C en D

In de praktijk is het nog moeilijk om aan data te komen voor de latere levenscyclusfasen (C en D). Om deze reden is het niet altijd mogelijk om de indicatoren voor economische waarde volledig te bepalen.

#### Berekening geldstromen in levenscyclusfase A

In de productiefase (A1-A3) en de bouwfase (A4-A5) moeten twee type **bouwkosten** worden meegerekend:

- **directe kosten:** kosten die direct zijn toe te rekenen aan een dienst of product, zoals loonkosten en materiaal- en materieelprijzen;
- **indirecte kosten:** kosten die niet direct zijn toe te rekenen aan een dienst of product. Voorbeelden zijn **algemene uitvoeringskosten (AUK)**, winst en risico (W&R) en **algemene kosten (AK)**, uitgedrukt als percentage.

#### Berekening geldstromen in levenscyclusfase B

Kosten in de gebruiksfase zijn **exploitatiekosten**. Hieronder vallen bijvoorbeeld verzekeringskosten, energiekosten, erfpacht, onderhouds- en beheerkosten, afschrijvingen en huur. Meestal worden deze kosten per jaar gebudgetteerd en geregistreerd.

#### Berekening geldstromen in levenscyclusfase C

In de sloop- en verwerkingsfase (C1-C4) moeten twee type geldstromen worden meegerekend:

- **eindegebruikskosten:** kosten voor bijvoorbeeld buitengebruikstelling, amovatie, decontaminatie, recycling en het terugwinnen en verwijderen van elementen of materialen, en ook kosten voor transport en kosten om aan regelgeving te voldoen.
- **opwaardeerkosten:** kosten om een hoogwaardiger hergebruik mogelijk te maken en de restwaarde van (deel)objecten te verhogen.

### Berekening geldstromen in levenscyclusfase D

In fase D wordt de restwaarde berekend. De restwaarde is de marktwaarde van een (deel)object voor hergebruik aan het einde van de levensduur

### Verschillen berekeningen B&U-sector en GWW-sector

De berekening van de kosten in de verschillende levenscyclusfasen verschilt per situatie:

- In de B&U-sector op het schaalniveau ‘gebouw’ worden kosten berekend conform NEN 2699 of NEN-ISO 15686-5. Kosten worden uitgedrukt in euro’s per m<sup>2</sup> bruto vloeroppervlakte [€/m<sup>2</sup> BVO]. Voor de levenscyclusfasen worden de volgende methoden gebruikt:
  - A: Bouwkostenraming
  - B: Exploitatiebegroting
  - C: Eindegebruiksdurbegroting
  - D: Restwaardecalculatie<sup>71</sup>
- In de B&U-sector op andere schaalniveaus dan ‘gebouw’ en in de GWW-sector worden kosten berekend volgens de Standaard Systematiek voor Kostenramingen (SKK) (Kennissplatform CROW, 2018). In deze gevallen is er geen standaardoppervlaktemaat zoals m<sup>2</sup> BVO. De principes van de indicatoren zijn echter ook op andere schaalniveaus in de B&U-sector en op de GWW-sector toepasbaar. De gebruiker van de kernmeetmethode moet alleen per situatie zelf een logische meeteenheid kiezen.

Kosten in levenscyclusfasen B, C en D worden verdisconteerd tot heden.

#### Bepalingswijze voor indicator 5.2 – Hoeveelheid initiële economische waarde

Per (deel)object wordt de hoeveelheid initiële economische waarde bepaald. Dit resultaat is het 100%-referentiepunt aan de hand waarvan de verloren economische waarde (indicator 7.2) kan worden bepaald.

$$EW_i = 100\%$$

$$EW_g = \text{percentage initiële economische waarde}$$

<sup>71</sup> De restwaarde kan bijvoorbeeld worden berekend met het restwaardemodel van TNO.

### **Bepalingswijze voor indicator 6.2 – Hoeveelheid beschikbare economische waarde voor volgende cyclus**

Per (deel)object wordt de hoeveelheid beschikbare economische waarde voor de volgende cyclus berekend:

$$EW_b = \frac{B_D}{K_A + K_B + K_C} * 100\%$$

$EW_b$  = hoeveelheid beschikbare economische waarde voor volgende gebruikscyclus in procenten

$B_D$  = baten voorkomend uit levenscyclusfase D, uitgedrukt in een passende eenheid en verdisconteerd tot heden

$K_A$  = kosten voorkomend uit levenscyclusfase A, uitgedrukt in een passende eenheid

$K_B$  = kosten voorkomend uit levenscyclusfase B, uitgedrukt in een passende eenheid en verdisconteerd tot heden

$K_C$  = kosten voorkomend uit levenscyclusfase C, uitgedrukt in een passende eenheid en verdisconteerd tot heden

### **Bepalingswijze voor indicator 7.2 – Hoeveelheid verloren economische waarde in de B&U-sector**

Per (deel)object wordt de hoeveelheid verloren technisch-functionele waarde berekend:

$$EW_v = EW_i - EW_b$$

$EW_v$  = hoeveelheid verloren economische waarde in procenten

$EW_i$  = hoeveelheid initiële economische waarde in procenten

$EW_b$  = hoeveelheid beschikbare economische waarde voor volgende cyclus in procenten

## 6 Handvatten voor de rapportage over het adaptief vermogen

Dit hoofdstuk biedt (kwalitatieve) handvatten om het adaptief vermogen in kaart te brengen. Deze kunnen vooralsnog gebruikt worden om de rapportage over het adaptief vermogen op te stellen (zie paragraaf 4.3). Waar mogelijk heeft het actieteam bestaande handvatten gebruikt en deze geharmoniseerd. Waar dat nodig was, zijn ook nieuwe handvatten ontwikkeld.

Het hoofdstuk laat eerst zien wat de status is van het adaptief vermogen binnen de kernmeetmethode (paragraaf 6.1). Vervolgens geeft het hoofdstuk drie algemene handvatten voor adaptief vermogen (paragraaf 6.2). Daarna gaat het hoofdstuk in op de rol van toekomstscenario's (paragraaf 6.3) en hoe die toekomstscenario's kunnen worden vertaald naar passende adaptieve maatregelen<sup>72</sup> (paragraaf 6.4). De laatste paragraaf (paragraaf 6.5) gaat in op de borging van die maatregelen.

### Focus op gebouwen/bouwwerken

Wanneer het in dit hoofdstuk over een (deel)object gaat, betreft dit altijd het schaalniveau 'bouwwerk/gebouw'. In het hoofdstuk passeren ook andere schaalniveaus de revue, maar deze worden nooit los van het (deel)object bouwwerk/gebouw besproken.

Het is wel mogelijk om het adaptief vermogen op lagere schaalniveaus te bepalen, maar het actieteam is hier nog niet aan toegekomen.

## 6.1 Status handvatten adaptief vermogen in de kernmeetmethode

### 6.1.1 Huidige status

De gebruiker van de kernmeetmethode kan op dit moment de handvatten om het adaptief vermogen in kaart te brengen gebruiken voor de rapportage over het adaptief vermogen (zie paragraaf 4.3). De rapportage over het adaptief vermogen bestaat uit de volgende onderdelen:

- analyse en manier van besluitvorming toekomstscenario's;
- adaptieve maatregelen en de onderbouwing daarvan;
- manieren waarop de adaptieve maatregelen zijn geborgd.

In de B&U-sector maakt de rapportage over het adaptief vermogen bijvoorbeeld duidelijk in hoeverre een (deel)object makkelijk kan worden onderhouden of kan transformeren binnen zijn functie en/of naar een andere functie, zoals wonen (levensloopbestendig), werken (kantoren, bedrijven), zorg en/of onderwijs.

De rapportage kan een rol spelen bij besluitvorming. De rapportage kan bijvoorbeeld worden gebruikt om:

- te kiezen tussen alternatieve ontwerpen;

<sup>72</sup> Adaptieve maatregelen zijn ingrepen die het adaptief vermogen van een (deel)object verhogen door het geschikt te maken voor ander gebruik. Voorbeelden zijn verplaatsbare wanden of een losmaakbare gevel.

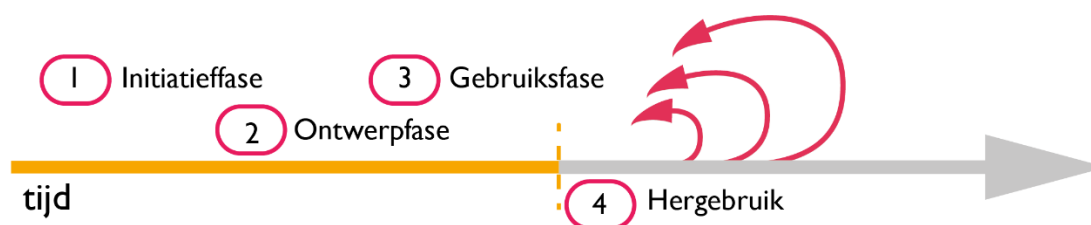
- een bestaand ontwerp te optimaliseren;
- te evalueren wat op de lange termijn de impact is van adaptieve ingrepen.

### 6.1.2 Toekomstige status

In een volgende versie van de leidraad zal de invloed van adaptieve maatregelen ook terug te zien zijn in de resultaten van de indicatoren (zie paragraaf 10.3.6). Om dat te kunnen doen, moeten de kwalitatieve handvatten omgezet worden naar kwantitatieve gevolgen voor de materiaalbalans die in de inventarisatiefase wordt opgesteld (zie paragraaf 5.2.1).<sup>73</sup>

De rapportage over het adaptief vermogen helpt dan om een realistischer materiaalbalans op te stellen. Het adaptief vermogen heeft namelijk veel invloed op de impact op materiaalstromen, aan het eind van levensduur<sup>74</sup> (transformatie naar een andere functie en/of locatie), maar ook tijdens de levensduur (onderhoud, vervanging, enz.).

In figuur 14 geven de roze onderdelen weer op welke momenten in de levenscyclus van een bouwwerk adaptief vermogen invloed heeft op de materiaalbalans.



#### Legenda

- Onderdeel van de kernmeetmethode: materiaalbalans | levenscyclus
- Toekomstig onderdeel van de kernmeetmethode: materiaalbalansen volgende levenscycli
- Adaptief vermogen

**Figuur 14 – Adaptief vermogen beïnvloedt de materiaalbalans op verschillende momenten van de levenscyclus (roze markeringen)**

## 6.2 Algemene handvatten adaptief vermogen

### 6.2.1 Typen adaptief vermogen

Als het gaat om adaptief vermogen, wordt een onderscheid gemaakt tussen ruimtelijk-functioneel en technisch adaptief vermogen.

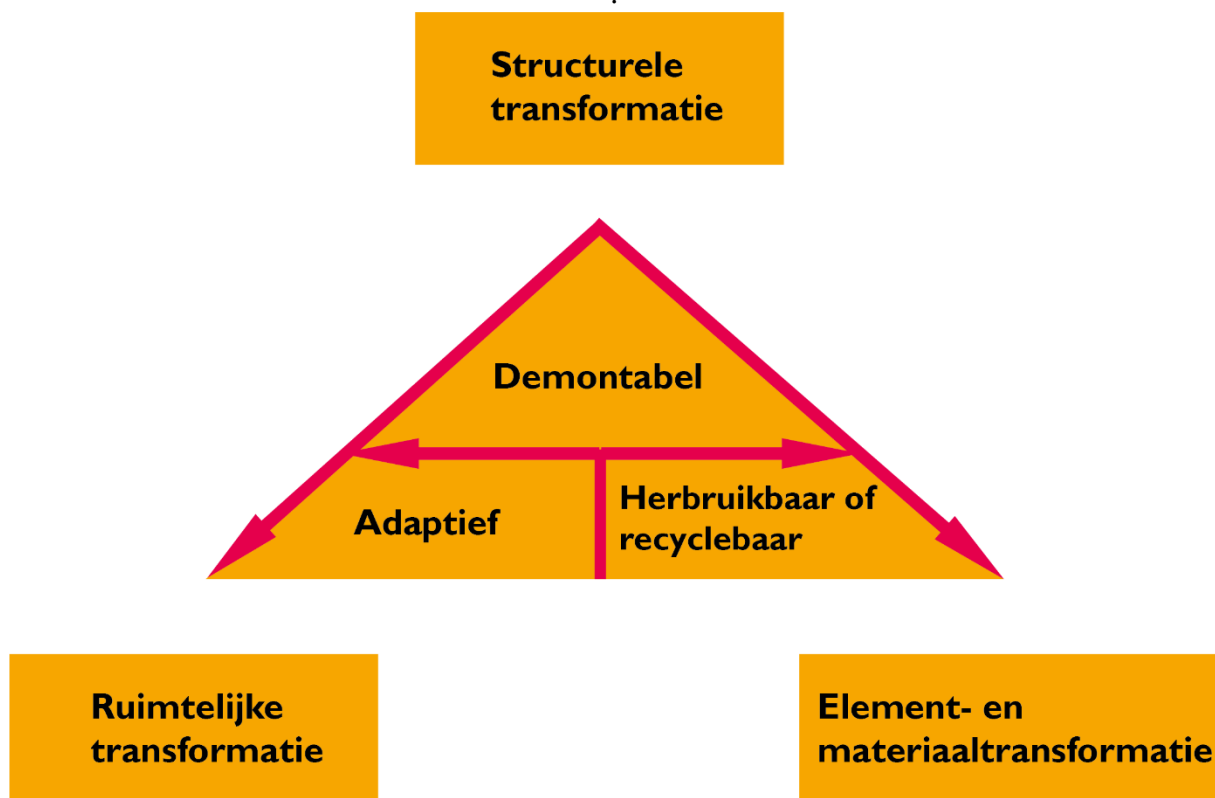
<sup>73</sup> Voor het scenario van een herindeling zou bijvoorbeeld onder andere moeten worden vastgesteld hoeveel binnenwanden kapot zullen gaan bij het demonteren en herplaatsen en hoeveel aanvullend materiaal nodig is om deze kapotte wanden te vervangen.

<sup>74</sup> Om de gevolgen van adaptief vermogen goed te analyseren is het wenselijk om levenscyclus ruimer te formuleren dan nu in de kernmeetmethode gebeurt. Ook is het wenselijk om naar meerdere levenscycli te kijken (zie paragraaf 3.4). Deze vervolgstappen krijgen waarschijnlijk in een volgende versie van de leidraad aandacht (zie paragraaf 10.3.2).

- Een (deel)object is **ruimtelijk-functioneel adaptief** als het veranderingen in functies en ruimtebehoefte aankan.<sup>75</sup>
- Een (deel)object is **technisch adaptief** als verbindingen losmaakbaar zijn en onderdelen (elementen zoals installaties en bouwproducten) bereikbaar en fysiek onafhankelijk van elkaar zijn.

In de wetenschappelijke literatuur is ook nog een ander onderscheid gangbaar. Durmisevic (2015) verdeelt transformaties onder in drie dimensies (zie figuur 15):

- Structurele transformatie: een bouwwerk en/of de componenten ervan zijn *demontabel* en daardoor vervangbaar, herbruikbaar en/of te repareren. Volgens Durmisevic is structurele transformatie de belangrijkste dimensie voor circulaire bouw, omdat dit sloop voorkomt.
- Ruimtelijke transformatie: een gebouw is **adaptief** (definitie Durmisevic), waardoor het ook bij nieuwe eisen kan worden gebruikt.
- Element- en materiaaltransformatie: onderdelen van een bouwwerk zijn aan het eind van de levenscyclus herbruikbaar of recyclebaar.



**Figuur 15 – Onderverdeling transformatievermogen aangepast overgenomen van Durmisevic**

Durmesevic gebruikt een smalle definitie van 'adaptief vermogen'. In deze leidraad wordt de term 'adaptief vermogen' breder gebruikt: zowel voor structurele transformatie (demontabel) als voor

<sup>75</sup> Ruimtelijk-functioneel adaptief vermogen is van toepassing in de B&U-sector, maar kan ook in de GWW-sector een rol spelen. Bijvoorbeeld bij een brug die uitbreidbaar (te verbreden) is.

ruimtelijke transformatie (adaptief in de smalle definitie). Beide typen transformatie worden ook behandeld in de tabellen in paragraaf 6.4.2.

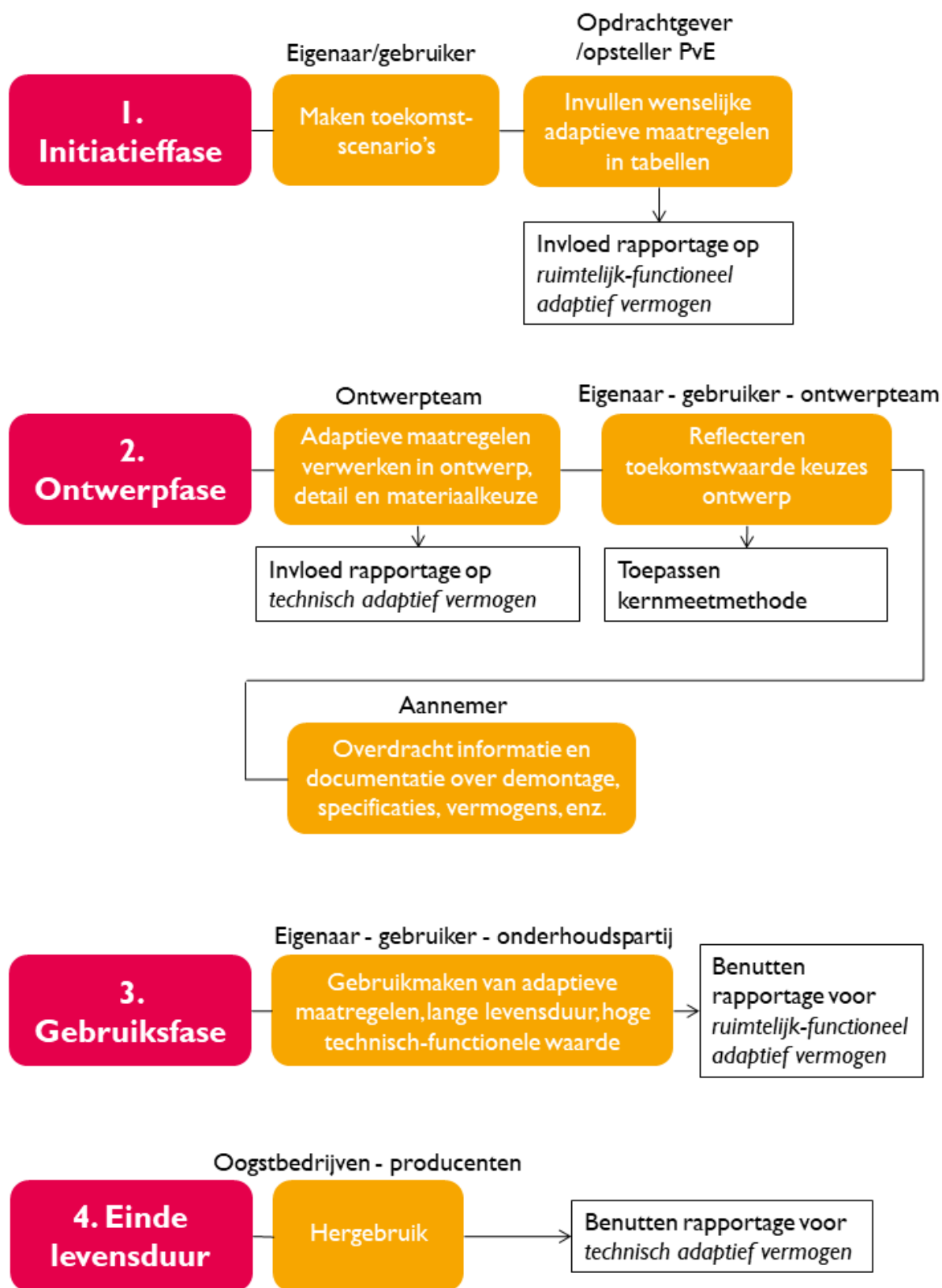
### 6.2.2 Adaptief vermogen in verschillende fasen

Een adaptieve maatregel wordt meestal in de initiatiefase of de ontwerpfase opgenomen in een plan van eisen voor of een ontwerp van een (deel)object. De rapportage over het adaptief vermogen wordt meestal ook in deze fasen opgesteld. In deze fasen kunnen opdrachtgevers/eigenaren en een ontwerpteam het adaptief vermogen **beïnvloeden**. Adaptieve maatregelen worden **benut** in de gebruiksfase en aan het einde van de levenscyclus van een (deel)object.

Figuur 16 licht toe in welke fase welke stakeholder op welke manier (beïnvloeden of benutten) met adaptief vermogen te maken heeft.<sup>76</sup>

---

<sup>76</sup> Een interessante vuistregel in dit verband is dat 80% van de operationele kosten in de ontwerpfase wordt bepaald.



Figuur 16 – Adaptief vermogen in verschillende fasen



### 6.2.3 Adaptief vermogen als investering

Adaptieve maatregelen opnemen in de initiatieffase of de ontwerpfase kan gepaard gaan met een extra investering<sup>77</sup>, uitgedrukt in negatieve gevolgen voor de drie circulaire doelen. Die investering leidt tot een hogere mate van circulariteit voor het (deel)object over de gehele levenscyclus als die later in de levenscyclus een besparing (minder negatieve gevolgen of positieve gevolgen voor de drie circulaire doelen) oplevert. In dat geval wordt het totale verlies van grondstoffen, waarde en milieu minder.

Een investering in een adaptieve maatregel betaalt zich uiteraard makkelijker terug als de investering laag is (weinig negatieve gevolgen heeft voor de drie circulaire doelen).<sup>78</sup> Het adaptief vermogen kan, met slimme oplossingen, soms ook worden verhoogd zónder een extra investering (zonder negatieve gevolgen voor de drie circulaire doelen). Vaak is voor zo'n slimme oplossing wel extra tijd bij de engineering of het ontwerp nodig.

## 6.3 Adaptief vermogen en toekomstscenario's

### 6.3.1 De rol van toekomstscenario's

Bij adaptieve maatregelen is het belangrijk om eerst te bedenken of deze de materiaalbalans zinvol beïnvloeden en zo ja, welke maatregel de voorkeur heeft. Om te achterhalen in welke mate adaptieve maatregelen de materiaalbalans beïnvloeden, zijn vier stappen nodig. Deze stappen zijn:

- Stap 1: Toekomstscenario's formuleren (paragraaf 6.3.2) en bepalen hoe waarschijnlijk die scenario's zijn (paragraaf 6.3.3).
- Stap 2: Bepalen hoe in de scenario's de behoeften voor het (deel)object veranderen (paragraaf 6.3.2).
- Stap 3: De veranderende behoeften vertalen naar passende adaptieve maatregelen (paragraaf 6.4) en die maatregelen borgen (paragraaf 6.5).
- Stap 4: Kwantificeren wat de gevolgen van de adaptieve maatregelen zijn voor de materiaalbalans.

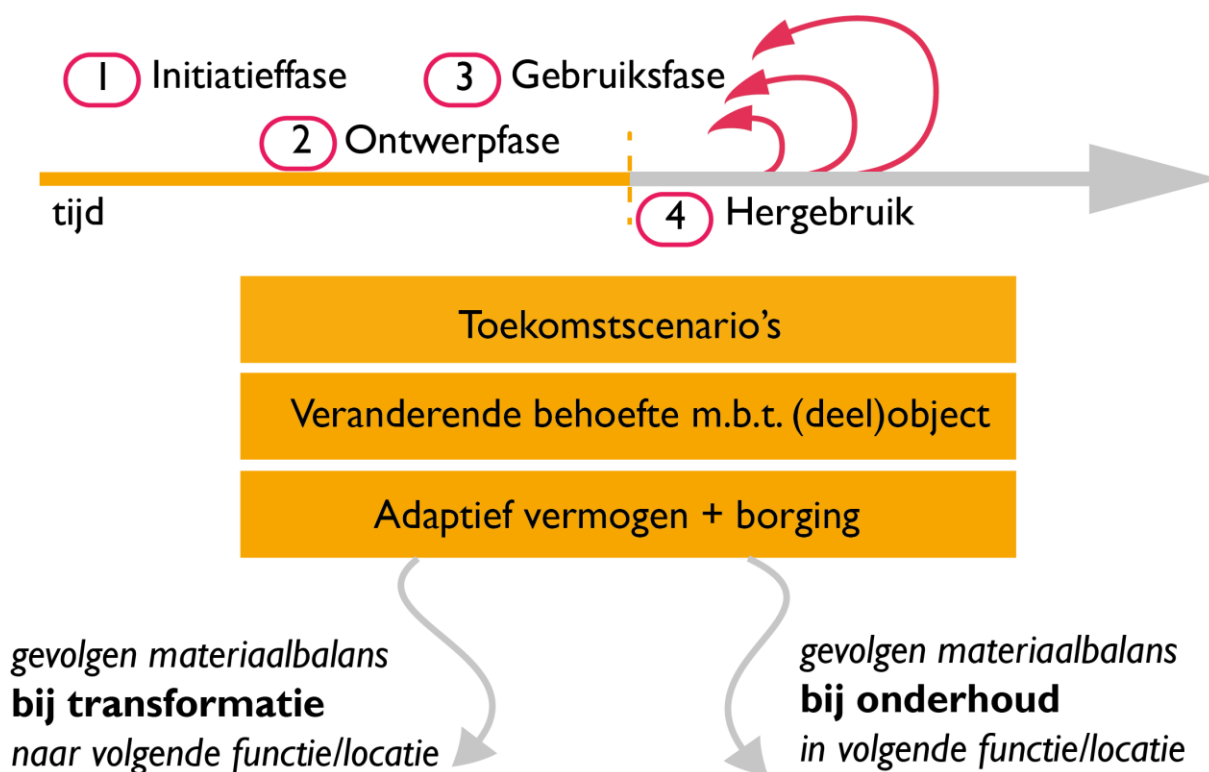
De rest van dit hoofdstuk gaat in op de eerste drie kwalitatieve stappen. De vierde stap zal, zoals gezegd, in een volgende versie van de leidraad worden uitgewerkt.

Figuur 17 geeft de vier stappen visueel weer.

---

<sup>77</sup> Om uit te leggen hoe adaptieve maatregelen over de gehele levensduur bijdragen aan de drie doelen van circulariteit, worden financiële termen gebruikt. Als het gaat over investeringen en besparingen wordt telkens circulaire impact (gevolgen voor de drie circulaire doelen) bedoeld en dus geen geld.

<sup>78</sup> Bijvoorbeeld Russell en Moffatt (2001) doen aanbevelingen voor manieren om adaptieve investeringen laag te houden.



**Figuur 17 – Stappen om met adaptief vermogen de materiaalbalans te beïnvloeden**

Als een scenario duidelijk maakt dat er in de toekomst niets hoeft te veranderen aan het (deel)object, zullen adaptieve maatregelen de materiaalbalans ook niet zinnig beïnvloeden.

Op sommige punten is de toekomst zo onvoorspelbaar dat werken met gedefinieerde scenario's geen zin heeft. In dat geval kan ervoor worden gekozen het adaptief vermogen 'ruimer' te maken.

### 6.3.2 Toekomstscenario's formuleren

Bij het formuleren van toekomstscenario's kunnen de volgende twee vragen helpen:

- Welke ontwikkelingen zijn te verwachten? Het gaat daarbij onder meer om ontwikkelingen op demografisch, economisch, politiek-juridisch, ecologisch, sociaal-cultureel en technologisch vlak.<sup>79</sup> Voorbeelden van dergelijke (algemene) ontwikkelingen zijn zelfrijdende auto's, een hoge CO<sub>2</sub>-belasting, kleinere gezinnen, de wens om kleiner te wonen, de verplaatsing van zorg naar thuis en werken en/of studeren op afstand.
- Welke invloed hebben deze ontwikkelingen op vraag en aanbod, de gebruiksbehoeften, de ruimtevrage of de functie van het (deel)object op de specifieke locatie waar het om gaat?

<sup>79</sup> Dit zijn de onderdelen van de DEPEST-analyse die wordt gebruikt om de macro-omgeving in kaart te brengen.

### 6.3.3 Toekomstscenario's afwegen<sup>80</sup>

Hoe waarschijnlijk is het dat een scenario werkelijkheid wordt? Hoe groot zijn de negatieve gevolgen op de drie circulaire doelen als dat gebeurt? Welke adaptieve maatregelen kunnen die gevolgen verkleinen en hoe groot is de investeringsimpact om die maatregelen te nemen? Bij het afwegen van toekomstscenario's gaat het om dergelijke vragen.

Voor dergelijke afwegingen kunnen methoden voor economische afwegingen als inspiratie dienen. Voorbeelden zijn Total Cost of Ownership (TCO) en de maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA)<sup>81</sup>. In beide methoden wordt gekeken naar de investeringen tijdens de gehele levenscyclus (of over meerdere levenscycli), inclusief amovatie. Als de TCO- en MKBA-methode worden gebruikt in het kader van de kernmeetmethode, gaat het om circulaire investeringen (impact op de drie circulaire doelen).

Op basis van de afwegingen kan worden bepaald of circulaire investeringen in adaptieve maatregelen gewenst zijn. Voorbeelden van afwegingen daarbij zijn:

- Als een adaptieve maatregel met weinig of geen negatieve gevolgen op de drie circulaire doelen kan worden genomen, is dat niet problematisch, onafhankelijk van of er toekomstscenario's zijn te schetsen en wat de waarschijnlijkheid daarvan is.
- Als een toekomstscenario vrij zeker is (hoge waarschijnlijkheid), is een investering in adaptieve maatregelen gerechtvaardigd als daardoor later aanpassingen met een kleine impact kunnen worden gedaan. De totale impact in de levenscyclus wordt hiermee verlaagd.
- Als een toekomstscenario vrij onzeker is (lage waarschijnlijkheid), is een circulaire investering in adaptieve maatregelen onzeker. In dat geval kan de afweging worden gemaakt om te wachten met een circulaire investering tot een later stadium, waarin er meer zekerheid is (zie de beslisboom in figuur 18).<sup>82</sup>

#### Beslisboom

Een artikel over omgaan met onzekerheid in MKBA's bij infrastructuurprojecten (Bos et al., 2016) biedt interessante handvatten voor het omgaan met zekere en onzekere scenario's. Het artikel maakt een onderscheid tussen ingrijpende aanpassingen en minder ingrijpende aanpassingen (in het artikel 'niet-flexibele' en 'flexibele' aanpassingen genoemd).<sup>83</sup> Deze zijn gekoppeld aan hoge waarschijnlijkheid van scenario's (waarin een ingrijpende maatregel zich terugbetaalt) en lage waarschijnlijkheid van scenario's (waarin een minder ingrijpende maatregel beter was geweest).

De beslisboom kan alleen worden gebruikt als er meerdere beslismomenten mogelijk zijn. Op een later moment, als er meer duidelijkheid is over het scenario, moet alsnog (circulair) kunnen worden geïnvesteerd in de ingrijpende maatregel.

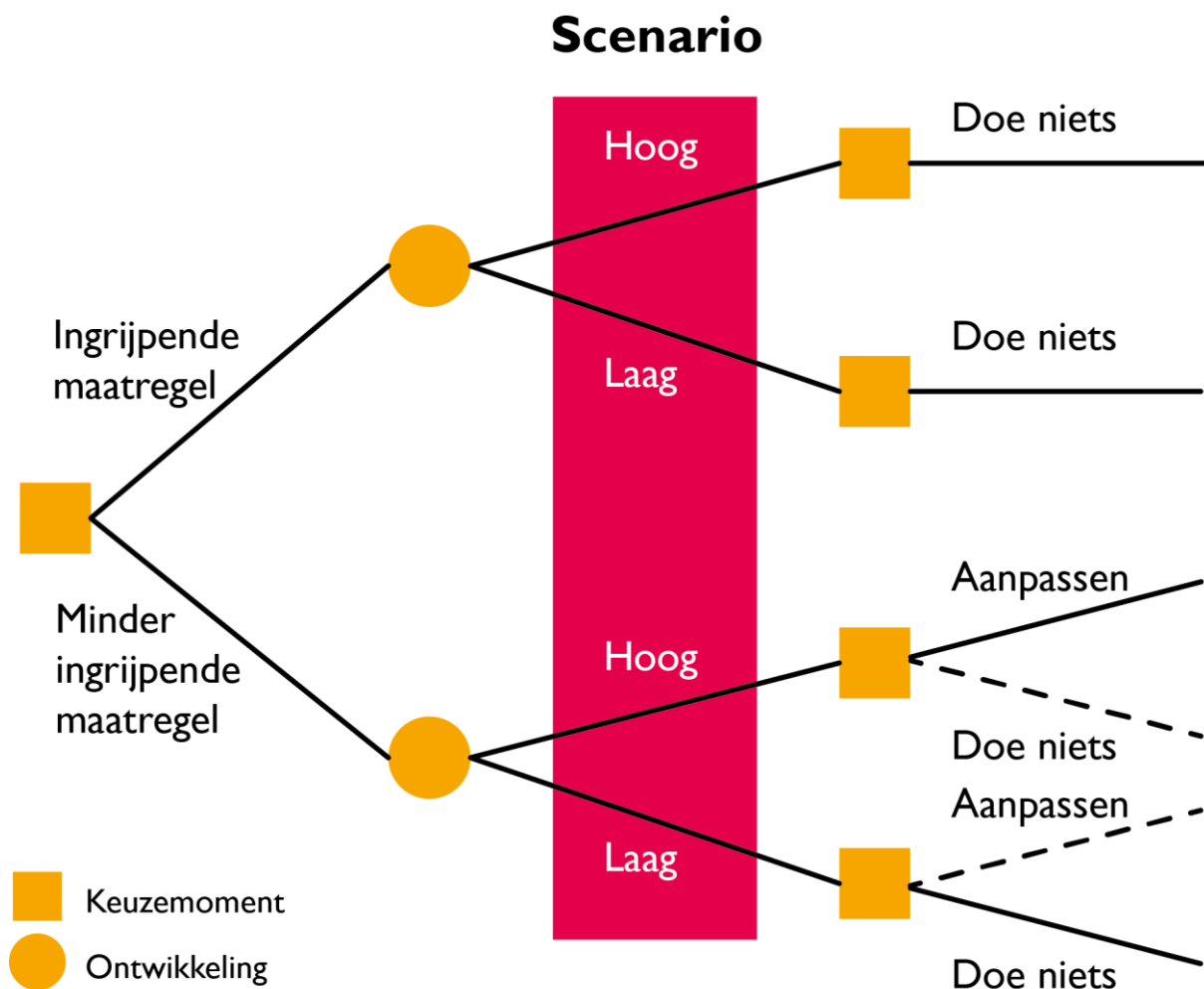
---

<sup>80</sup> Op dit moment is omgaan met onzekerheid bij verwachte circulariteit nog niet verder uitgewerkt in de kernmeetmethode (zie paragraaf 3.5). Dit wordt wel genoemd als vervolgstap voor een volgende versie van de leidraad (zie paragraaf 10.3.3).

<sup>81</sup> De MKBA is een hulpmiddel om besluiten te nemen over ingrijpende ruimtelijke projecten. Het hulpmiddel wordt gebruikt om afgewogen en onderbouwde beleidskeuzes te maken.

<sup>82</sup> Als daartoe wordt besloten, kan al wel worden bedacht hoe die latere maatregel met een zo laag mogelijke impact kan worden gerealiseerd.

<sup>83</sup> In het artikel wordt het voorbeeld gegeven van een sluis. In de toekomst zullen mogelijk meer schepen van die sluis gebruikmaken, maar dit is onzeker. In zo'n geval kan worden gekozen voor een minder ingrijpende maatregel waardoor het water sneller de sluis in en uit kan stromen. Daardoor kunnen iets meer boten van de sluis gebruikmaken. Een ingrijpende maatregel is een extra sluis toevoegen.



**Figuur 18 – Voorbeeld beslisboom toekomstscenario's**

Figuur 18 is een voorbeeld van een eenvoudige beslisboom met twee beslismomenten. In een complexere beslisboom kunnen meerdere momenten worden meegenomen en kunnen kansen worden toegekend aan scenario's. Op die manier kan voor elke vertakking een berekening worden gemaakt. Er kan ook worden berekend wat de kans moet zijn dat een scenario realiteit wordt om te zorgen dat een investering in een adaptieve maatregel zich terugbetaalt.

#### 6.4 Passend adaptief vermogen

Op basis van de scenarioanalyse kan worden bekeken welk type adaptieve maatregel in welk deel van het (deel)object de verwachte impact beïnvloedt.<sup>84,85</sup> Deze paragraaf bevat tabellen (paragraaf 6.4.2) met aspecten van adaptief vermogen voor de B&U- en de GWW-sector die daarbij kunnen helpen.

<sup>84</sup> In de praktijk zijn scenarioanalyse en selectie van adaptieve maatregelen geen strikt gescheiden fasen.

<sup>85</sup> Het actieteam heeft één type toekomstscenario verder bekeken: het scenario waarin een gebouw een functieverandering ondergaat van utiliteitsbouw naar woningbouw. Uit dit onderzoek bleek dat het toekomstscenario bepaalt welke adaptieve maatregelen de impact beïnvloeden. Dit verschilt bovendien per onderdeel/eigenschap van het gebouw (zoals hoofdconstructie, geluidisolatie, brandwerendheid, sanitaire voorzieningen en installatietechniek), omdat de eisen per functiegroep verschillen. Bijvoorbeeld bij installaties is een mogelijke maatregel om deze (losmaakbaar) in of boven de vloer aan te brengen, zodat deze zich in de juridische zone van de (toekomstige) gebruiker bevinden. Bij opname in de vloer kan de verdiepingshoogte bovendien worden verlaagd, waarmee ook materiaal wordt bespaard.

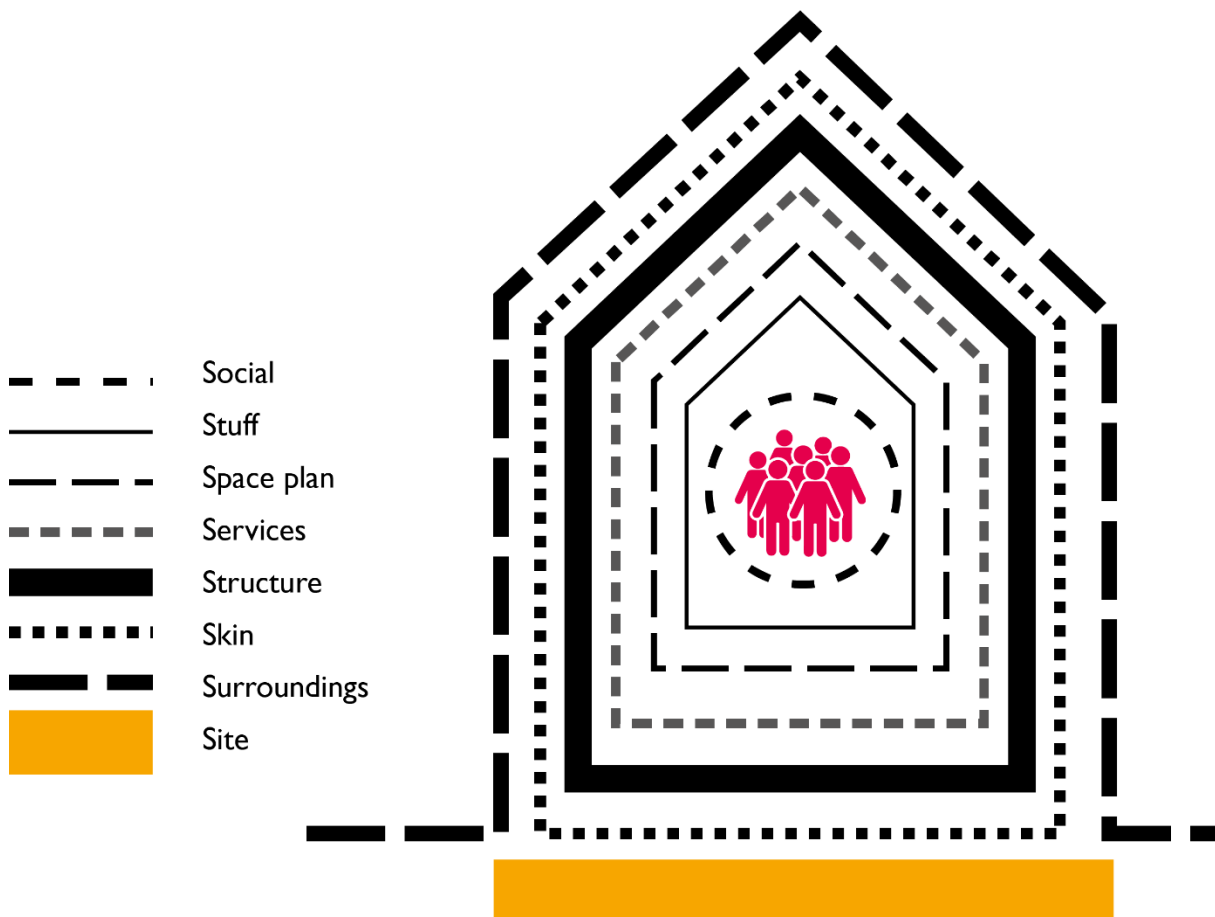
De opdrachtnemer die de rapportage over het adaptief vermogen opstelt, kan met de tabel bepalen in welk scenario welke aspecten van belang zijn. Een opdrachtgever kan de tabel gebruiken om een pakket van adaptieve eisen te formuleren.

De tabel met aspecten is ingedeeld volgens de bouwwerklagen van Brand. Deze worden eerst kort toegelicht (paragraaf 6.4.1).

### 6.4.1 Bouwwerklagen

Stewart Brand (1994) heeft gebouwen onderverdeeld in 'lagen' (*shearing layers*, hier 'bouwwerklagen' genoemd) met vergelijkbare levensduren *stuff*, *space plan*, *services*, *structure*, *skin* en *site*. Later heeft Robert Schmidt III twee extra lagen toegevoegd: *social* en *surroundings*.<sup>86</sup> Deze lagen zijn toegevoegd vanuit het idee dat een (deel)object niet los kan worden gezien van zijn (sociale- en omgevings)context.

Figuren 19 en 20 geven de lagen van Brand weer voor de B&U- en de GWW-sector, inclusief de uitbreidingen van Schmidt. Tabel 10 licht toe wat deze lagen in de B&U-sector en de GWW-sector betekenen.



Figuur 19 – Lagen van een bouwwerk volgens Brand en Schmidt

<sup>86</sup> De sociale laag zijn de mensen in en rond het gebouw, zoals gebruikers, eigenaren en buurtbewoners. De laag *surroundings* heeft betrekking op het fysieke netwerk/systeem waarvan het gebouw onderdeel is. Het gaat dan bijvoorbeeld om andere gebouwen in de omgeving, de openbare ruimte (zoals een park) of het netwerk aan wegen waarvan een brug onderdeel is.



**Figuur 20 – Bouwwerklagen voor de GWW-sector**

**Tabel 10 – Bouwwerklagen in de B&U- en de GWW-sector**

Laag van Brand/Schmidt (Engels)	Laag van Brand/Schmidt (Nederlands)	Betekenis in de B&U-sector	Betekenis in de GWW-sector <sup>87</sup>
<i>Surroundings</i>	Omgeving	Voorzieningen, openbare ruimte en de natuurlijke omgeving rondom de 'site'	Netwerk/systeem waarvan het (deel)object deel uitmaakt; ook wel het ecosysteem/de planologie
<i>Site</i>	Terrein	Locatie, grond	Locatie, grond
<i>Skin</i>	Afwerking/schil	Gevel, dak en onderste vloer	Toplaag, geleiderail, kantplanken
<i>Structure</i>	Constructie	Fundering en draagconstructie	Bouwwerken (kunstwerken, sluizen, enz.), fundering van wegen incl. middenlaag
<i>Services</i>	Installaties	Installaties	Techniek (elektra en werktuigbouwkundige techniek) zoals leidingen, buizen, gemalen en pompen

<sup>87</sup> De opsomming van betekenissen in de GWW-sector schetst een beeld, maar is niet uitputtend.

<i>Space plan</i>	Ruimte-indeling	Ruimtelijke indeling van het interieur	Indeling van openbare ruimte zoals straten, pleinen en groenvoorzieningen
<i>Stuff</i>	Spullen	Los en vast meubilair, 'spullen'	Verkeersborden, straatmeubilair
<i>Social</i>	Sociaal	Gebruikers, bewoners	Gebruikers, verkeer

### Belang van het netwerk in de GWW-sector

De lagen zijn oorspronkelijk bedoeld om het adaptief vermogen in de B&U-sector te analyseren. Het actieteam heeft de lagen 'vertaald' naar de GWW-sector. Vooral de laag *surroundings* is een belangrijke toevoeging voor deze sector. In de GWW-sector ligt de functie van het (deel) object namelijk op netwerkniveau, terwijl deze in de B&U-sector op bouwwerkniveau ligt.

In de GWW-sector is de samenhang tussen het netwerk en de (deel)objecten die daarvan onderdeel zijn, groot. Dat is anders dan in de B&U-sector. Een voorbeeld zijn bruggen in een wegennetwerk. Als de bouwwerken in een netwerk niet aanpasbaar zijn, dan is het netwerk dat ook niet of niet makkelijk. Het netwerk bepaalt in de GWW-sector ook of het verschil maakt om adaptieve maatregelen aan een (deel)object toe te voegen. Als dat verschil maakt, bepaalt het netwerk ook voor een groot deel de (adaptieve) eisen voor het (deel)object.

### Levensduur van bouwwerklagen

De gedachte achter het model van Brand is dat lagen van een (deel)object een verschillende verwachte levensduur en functie hebben. Het adaptief vermogen is hoger als lagen los van elkaar staan en losmaakbaar zijn. Daarmee wordt waardebehoud van elementen in een laag mogelijk als in andere lagen aanpassingen nodig zijn.

De bovenste lagen (*surroundings*, *site*, enz.) hebben de langste levensduur en zijn het belangrijkste voor het voortbestaan van een (deel)object. Als zo'n laag niet aanpasbaar is, kan dat de levenscyclus van het gehele bouwwerk beëindigen.

#### 6.4.2 Tabellen met aspecten van adaptief vermogen

Tabellen 11 en 12 bevatten de eerdergenoemde aspecten van adaptief vermogen.<sup>88,89</sup> De tabellen zijn, zoals aangegeven, onderverdeeld in de bouwwerklagen. De laag *social* is niet opgenomen, omdat adaptief vermogen in die laag geen rol speelt.

Elke laag bevat verschillende aspecten die het adaptief vermogen beïnvloeden. Per aspect is aangegeven wat hiermee wordt bedoeld en op welke manier dit aspect het adaptief vermogen beïnvloedt.

<sup>88</sup> Het actieteam heeft de tabellen zo veel mogelijk opgesteld op wetenschappelijke basis. In paragraaf 8.4 wordt hierop een toelichting gegeven.

<sup>89</sup> De tabellen kunnen ook los worden gedownload van [www.platformcb23.nl](http://www.platformcb23.nl).

De aspecten zijn op basis van de volgende criteria ingedeeld:

- *Uniformiteit*  
Onderdelen zijn uniform als deze een gelijke vorm hebben of een eenheid vormen qua afmetingen, voorzieningen, eigenschappen of capaciteit. De gebruiker kan in de tabel aangeven of dit zo is.
- *Flexibiliteit*  
Flexibiliteit is de mate waarin het systeem kan worden aangepast aan nieuwe ontwikkelingen en behoeften. Het gaat daarbij onder meer om horizontale uitbreidbaarheid, overdimensionering en losmaakbaarheid.
- *Bouwwerklaag*  
Onder bouwwerklaag (de laag in het lagenmodel van Brand) kan worden aangegeven of vermenging optreedt met andere bouwwerklagen en of de levensduur van de laag overeenstemt met de levensduur die mag worden verwacht. De tabel bevat een verwachte levensduur, maar dit moet worden gezien als een grove indicatie. Per project verschilt de levensduur die mag worden verwacht. Ook zijn er verschillen tussen de B&U- en de GWW-sector.
- *Schmidtschaal*  
Robert Schmidt III heeft een schaal ontworpen met zes verschillende typen adaptieve maatregelen. Deze typen zijn herinrichtbaar (*adjustable*, 1), multifunctioneel (*versatility*, 2), aanpasbaar (*refitable*, 3), converteerbaar (*convertible*, 4), schaalbaar (*scalable*, 5) en verplaatsbaar (*movable*, 6). Bijlage D licht de schaal van Schmidt verder toe. In de tabel is per bouwwerklaag aangegeven welk type adaptieve maatregel uit de schaal van Schmidt van toepassing is.

De tabellen met aspecten zijn een goed startpunt voor de rapportage over het adaptief vermogen die onderdeel is van de kernmeetmethode. Het is onmogelijk om tabellen op te stellen die uitputtend zijn. De tabellen zijn dus bedoeld als hulpmiddel. Om het adaptief vermogen van een gebouw in kaart te brengen moet de gehele tabel worden doorlopen en moeten alle aspecten worden beoordeeld.

In de initiatieffase (zie paragraaf 6.2.2) kan de opdrachtgever de tabel gebruiken om aan te geven welke aspecten van belang zijn. De opdrachtnemer kan per aspect specificeren of en hoe dit onderdeel adaptief is ontworpen en hoe dit wordt beoordeeld. Dat kan door de oranje vakken in de tabel in te vullen.



Tabel 11 – Aspecten van adaptief vermogen voor bouwwerken in de B&U-sector<sup>90</sup>

Beoordeling aspect per bouw- werklaag van Brand	0 <i>Surroundings</i>	1 <i>Site</i>	2 <i>Structure</i>	3 <i>Skin</i>	4 <i>Services</i>	5 <i>Space plan</i>	6 <i>Stuff</i>
<b>Uniformiteit</b>							
	Type, kwaliteit, diversiteit, nabijheid en bereikbaarheid van voorzieningen in de omgeving van de site bepalen de mate waarin de site geschikt is voor verschillende functies van het bouwwerk	Bepalend of verschillende functies op de site mogelijk zijn	Maatsysteem of modulariteit; een groot stramien biedt meer verkavelmogelijkheden dan een klein stramien	Maatsysteem of modulariteit	Maatsysteem of modulariteit	Maatsysteem of modulariteit	<b>Modulaire stuff</b> maakt het breed inzetbaar
		Bebouwingsvlak in bestemmingsplan begrenst horizontale uitbreidbaarheid	Specifieke vorm maakt het moeilijker uit te breiden en aan te haken dan een rechthoekige standaardmaat - ook voor demontabiliteit en hergebruik elders				

<sup>90</sup> De aspecten in tabel 11 en tabel 12 worden in de tweede helft van 2020 geharmoniseerd met de door Brinkgroep gepresenteerde indicatoren voor **toekomstwaarde**.

Netwerk	De plek van het (deel)object in het (logistieke) netwerk bepaalt de mate waarin het adaptief vermogen van belang is						
<b>Flexibiliteit</b>							
Horizontale uitbreidbaarheid	Uitbreidbaarheid site	Eigendom van omliggende grond bepaalt horizontale uitbreidbaarheid, aankoop geeft mogelijkheden tot latere uitbreiding			Beschikbare hoogte voor horizontale leidingen en installaties		
Passendheid voor meerdere functies			Draagvermogen vloer geschikt voor meerdere functies	Plaats en vorm daglichtopeningen, mogelijkheden voor natuurlijke ventilatie		Typologie van ontsluiting en circulatie	
Mogelijkheid van interne verplaatsing (vrije indeelbaarheid), afwezigheid van obstakels.			Kolomstructuur en/of dragende wanden/vloeren met mogelijkheden voor sparingen		Mogelijkheden voor sparingen in wanden en vloeren		
Overdimensionering en uitbreidbaarheid	Overcapaciteit door omliggend braakliggend terrein	Maximale hoogte in bestemmingsplan begrenst verticale uitbreidbaarheid	Verdiepingshoogte		Omvang en positie installatieruimte (centraal/decentraal), positie kernen voor	Plattegrond met <i>loose fit</i>	

					verticaal transport, posities leidingschachten		
			Draagvermogen constructie	Mogelijkheid tot aanpassing geluidsisolatie en brandwerendheid	Mogelijkheid toevoegen/vergroten installaties	Mogelijkheid tot aanpassing geluidsisolatie en brandwerendheid	
Demontage: losmaakbaarheid			Losmaakbare verbinding tussen horizontale en verticale delen van de draagconstructie	Toegankelijkheid voor onderhoud en vervanging	Bereikbaarheid van leidingen en aansluitpunten voor onderhoud, vervanging en uitbreidbaarheid	Ruimtescheidingen en afwerkingen losmaakbaar van draagconstructie	
				Demontage volgorde, mogelijke schade bij demonteren, type en aantal verbindingen	Positie in eigen juridische zone		
<b>Bouwwerklag</b>							
Relatie met andere bouwwerklag			Mogelijkheden voor sparingen in draagconstructie in gevelzone		Scheiden van installaties en draagconstructie	Scheiden van ruimteverdelende elementen en draagconstructie	
Laag in overeenstemming met verwachte levensduur	> 15 jaar tot oneindig	Oneindig	30-300 jaar	20 jaar	7-15 jaar	3-30 jaar	> 0 jaar

Robuustheid van laag en zijn onderdelen	Gebruikte materialen zijn bestand en/of beschermd tegen mechanische beschadigingen gedurende de verwachte levensduur						
Beoordeling per bouwwerklaag volgens schaal van Schmidt	Onbekend	Schaal 6: <i>movable (location)</i>	Schaal 5/6: <i>scalable (size), movable (location)</i>	Schaal 3/4/5: <i>refitable (performance), convertible (function), scalable (size)</i>	Schaal 3/4/5: <i>refitable (performance), convertible (function), scalable (size)</i>	Schaal 2/3/4/5: <i>versitale (space), refitable (performance), convertible (function), scalable (size)</i>	Schaal 1/2: <i>adjustable (task), versitale (space)</i>
		Verplaatsbaarheid naar andere locatie	Schaalbaar door horizontale en verticale uitbreidbaarheid, verplaatsbaarheid binnen en buiten de locatie (modules)	Aanpasbaar, converteerbaar, schaalbaar door horizontale en verticale uitbreidbaarheid	Aanpasbaar, converteerbaar, schaalbaar door horizontale en verticale uitbreidbaarheid	Multifunctioneel door verplaatsbaarheid, aanpasbaar, converteerbaar, schaalbaar door horizontale en verticale uitbreidbaarheid	Herinrichtbaar door losmaakbaarheid, multifunctioneel door verplaatsbaarheid
Beoordeling totaal per bouwwerklaag <sup>91</sup>							

<sup>91</sup> De kernmeetmethode schrijft niet voor hoe de gebruiker van deze tabel met aspecten tot een totaalbeoordeling kan komen.

Tabel 12 – Aspecten van adaptief vermogen voor bouwwerken in de GWW-sector

Beoordeling aspect per bouw- werklaag van Brand	0. <i>Surroundings</i>	1. <i>Site</i>	2. <i>Structure</i>	3. <i>Skin</i>	4. <i>Services</i>	5. <i>Space plan</i>	6. <i>Stuff</i>
<b>Uniformiteit</b>							
			Maatsysteem of modulariteit; een groot stramien biedt meer verkavelmogelijkheid en dan een klein stramien	Maatsysteem of modulariteit	Maatsysteem of modulariteit	Maatsysteem of modulariteit	Modulaire <i>stuff</i> maakt het breed inzetbaar
			Specifieke vorm maakt het moeilijker uit te breiden en aan te haken dan een rechthoekige, standaardmaat - ook voor demontabiliteit en hergebruik elders				
Netwerk	Het netwerk is een ecosysteem dat continu aan verandering onderhevig is; elke aanpassing op een site heeft effect in het netwerk en dat bepaalt weer veranderende eisen aan een object	Functionele eisen aan locatie zijn direct gerelateerd aan adaptiviteit van het netwerk	De plek van het (deel)object in het (logistieke) netwerk bepaalt de mate waarin het adaptief vermogen van belang is				

Flexibiliteit							
Horizontale uitbreidbaarheid	Accommoderen van aanpassingen in het ecosysteem maakt uitbreidbaarheid mogelijk	Eigendom van omliggende grond bepaalt horizontale uitbreidbaarheid, aankoop geeft mogelijkheden tot latere uitbreiding	Modulaire opbouw maakt op- en afschalen eenvoudiger				
Passendheid voor meerdere functies							
Mogelijkheid van interne verplaatsing (vrije indeelbaarheid), afwezigheid van obstakels			Aantal en vorm/positie van steunpunten				
Overdimensionering en uitbreidbaarheid	Overcapaciteit door omliggend braakliggend terrein		Structurele verwevenheid met kruisend netwerkonderdeel, meer geïntegreerd is vaak minder flexibel		Omvang en positie installatie-ruimte (centraal/decentraal), positie kernen voor verticaal transport, posities leidingschachten		
			Draagvermogen constructie		Modulaire/ losmaakbare /open source opbouw maakt uitbreiding/ upgrades mogelijk		
Demontage: losmaakbaarheid			Losmaakbare verbinding tussen horizontale en verticale delen van de draagconstructie	Toegankelijkheid voor onderhoud en vervanging	Bereikbaarheid van leidingen en aansluitpunten voor onderhoud,	Ruimtescheidingen en afwerkingen losmaakbaar van draagconstructie	

					vervanging en uitbreidbaarheid		
				Demontage- volgorde, mogelijke schade bij demonteren, type en aantal verbindingen			
<b>Bouwwerklaag</b>							
Relatie met andere bouwwerklaag					Scheiden van installaties en draagconstructie	Scheiden van ruimteverdelende elementen en draagconstructie	
Laag in overeenstemming met verwachte levensduur	> 15 jaar tot oneindig	Oneindig	30-300 jaar	20 jaar	7-15 jaar	3-30 jaar	> 0 jaar
Robuustheid van laag en zijn onderdelen	Gebruikte materialen zijn bestand en/of beschermd tegen mechanische beschadigingen gedurende de verwachte levensduur						
Beoordeling per bouwwerklaag volgens schaal van Schmidt	Onbekend	Schaal 6: <i>movable (location)</i>	Schaal 5/6: <i>scalable (size), movable (location)</i>	Schaal 3/4/5: <i>refitable (performance), convertible (function), scalable (size)</i>	Schaal 3/4/5: <i>refitable (performance), convertible (function), scalable (size)</i>	Schaal 2/3/4/5: <i>versitale (space), refitable (performance), convertible (function), scalable (size)</i>	Schaal 1/2: <i>adjustable (task), versitale (space)</i>
		Verplaatsbaarheid naar andere locatie	Schaalbaar door horizontale en verticale uitbreidbaarheid, verplaatsbaarheid	Aanpasbaar, converteerbaar, schaalbaar door horizontale en	Aanpasbaar, converteerbaar, schaalbaar door horizontale en	Multifunctioneel door verplaatsbaarheid, aanpasbaar, converteerbaar, schaalbaar door	Herinrichtbaar door losmaakbaarheid, multifunctioneel door verplaatsbaarheid

			binnen en buiten de locatie (modules)	verticale uitbreidbaarheid	verticale uitbreidbaarheid	horizontale en verticale uitbreidbaarheid	
Beoordeling totaal per bouwwerklag							



## 6.5 Borging adaptief vermogen

Als adaptieve maatregelen zijn toegevoegd, is het belangrijk om te borgen dat deze in een later stadium ook daadwerkelijk (kunnen) worden benut. De procesmatige en contractuele kant spelen daarbij een belangrijke rol. Contractvormen inclusief onderhoud of met **product-als-dienst** (as a service) kunnen aannemers bijvoorbeeld stimuleren om voor adaptieve oplossingen te kiezen.<sup>92</sup> Het gaat er dan bijvoorbeeld om dat onderdelen makkelijk vervangbaar, uitwisselbaar en verwijderbaar zijn.

### **Adaptief voortraject**

Ook in het besluittraject dat voorafgaat aan de realisatie van een (deel)object, kan worden geborgd dat er ruimte blijft om adaptieve maatregelen toe te voegen. Dit is vooral relevant in de GWW-sector, waar zo'n besluittraject jaren kan duren. Er is meer ruimte voor adaptieve maatregelen op basis van veranderingen van inzicht als besluiten en contracten in een vroeg stadium 'open' worden opgesteld.

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

---

<sup>92</sup> Omdat zij verantwoordelijk zijn voor de Total Cost of Ownership, TCO.

## 7 Aandachtspunten en afspraken voor gebruik

### 7.1 Beperkingen methode

De huidige kernmeetmethode kan worden gebruikt om inzicht te krijgen in en beslissingen te sturen op onderdelen van circulariteit. De methode is echter nog niet geschikt om een volledig circulaire afweging te maken.

De paragrafen 7.1.1 t/m 7.1.3 gaan kort in op specifieke aandachtspunten die voortkomen uit beperkingen van de methode. Eerst komen aandachtspunten aan bod die op termijn moeten worden opgelost (de paragrafen 7.1.1 en 7.1.2). Daarna wordt ingegaan op aandachtspunten die voortkomen uit gemaakte keuzes (de paragrafen 7.1.3 t/m 7.1.6).

#### 7.1.1 Zekere en onzekere data

De huidige kernmeetmethode maakt nog geen onderscheid tussen zekere en onzekere data (zie paragraaf 3.5). Beide data worden op dezelfde wijze gebruikt in berekeningen van een indicator. Bij gebruik is het wel belangrijk om af te wegen of impact in het heden opweegt tegen onzekere voordelen in de toekomst.

#### 7.1.2 Waarde

De indicatoren voor waarde (indicatoren 5 t/m 7) zijn nog niet volledig uitgekristalliseerd en getest. Deze indicatoren moeten dus met enige voorzichtigheid worden gebruikt.

#### 7.1.3 Levensduur

Voor het uitvoeren van de kernmeetmethode moet de verwachte levensduur van het (deel)object bekend zijn. Bij het vergelijken van opties met een verschillende levensduur moet de gebruiker zelf afwegen hoe een verschil in levensduur zich verhoudt tot een verschil in impact. Er kan dan bijvoorbeeld worden gekozen voor een (deel)object met een twee keer zo lange levensduur, terwijl dat (deel)object wel een iets hogere **milieu-impact** heeft.

#### 7.1.4 Sociale rechtvaardigheid

In paragraaf 3.1 is aangegeven dat sociale rechtvaardigheid geen onderdeel is van de kernmeetmethode, maar dat het wel belangrijk is om de transitie naar circulair bouwen goed te laten verlopen. Het actieteam doet daarom wel aanbevelingen om sociale rechtvaardigheid te borgen.

Het actieteam adviseert partijen om in hun eigen productie sociale rechtvaardigheid te onderzoeken met de volgende methoden<sup>93</sup>:

- Amfori BSCI (Amfori, 2020);
- Global Compact Self Assessment Tool (Global Compact Self Assessment Tool, 2020);
- MVO Risico Checker (MVO, 2020).

#### 7.1.5 Afwegingen

Met de kernmeetmethode kan alleen de mate van circulariteit worden bepaald. In de praktijk zal dit kwaliteitsaspect in samenhang moeten worden gezien met andere prestatiedoelen, zoals veiligheid, gezondheid, kwaliteit en sociale rechtvaardigheid. Het inzichtelijk maken van zulke afwegingen valt

---

<sup>93</sup> Het actieteam wil geen voorkeursmethode aangeven. De methoden staan daarom in alfabetische volgorde.

buiten het toepassingsgebied van deze leidraad. Uiteraard is het in de praktijk wel belangrijk om ervoor te waken dat problemen niet worden verplaatst.

### 7.1.6 Tools

Bij de kernmeetmethode worden geen tools geleverd die berekeningen uitvoeren en de resultaten presenteren. De kernmeetmethode is dus geen instrument. De kernmeetmethode kan wel in (bestaande) instrumenten worden geïntegreerd.

## 7.2 Workflow

Gebruikers van de kernmeetmethode zullen meestal niet beginnen met indicator 1.1.1, daarna indicator 1.1.2, enz. In de praktijk zal de kernmeetmethode regelmatig worden gebruikt in combinatie met de LCA-methode.<sup>94</sup> Daarom heeft het actieteam een workflow toegevoegd die duidelijk maakt hoe vanuit een LCA-berekening met de berekening van indicatoren voor de kernmeetmethode kan worden gestart.

Een LCA bestaat uit vier fasen. Deze worden voor de duidelijkheid hieronder kort toegelicht. De workflow is echter vooral bruikbaar voor mensen die al goed met de LCA-methode bekend zijn (Guinee, 2002). De vier fasen in de LCA zijn:

- *Doel en reikwijdte*  
In deze fase wordt bepaald wat de exacte vraagstelling voor de LCA is, wat de doelgroep is en wat het (deel)object is waarop de LCA wordt toegepast.
- *Inventarisatie*  
In de inventarisatiefase worden gegevens verzameld over alle materiaalstromen die samenhangen met het (deel)object.
- *Impactbeoordeling*  
In deze fase worden de gegevens vertaald naar milieueffecten (impact) en maatschappelijke voorkeuren.
- *Interpretatie*  
In de laatste fase wordt gecontroleerd of de resultaten consistent en volledig zijn. Als dat zo is, worden conclusies getrokken.

De workflow van de kernmeetmethode in combinatie met de LCA-methode is weergegeven in figuur 21.

---

<sup>94</sup> Voor wie niet is geïnteresseerd in resultaten op indicator 4 (mate van behoud van milieu) van de kernmeetmethode, is het mogelijk om de methode uit te voeren los van de LCA-methode. In dat geval kan direct worden gestart met de inventarisatiefase uit paragraaf 5.2.



**Figuur 21 – Workflow kernmeetmethode in combinatie met LCA-methode**

Bij deze workflow heeft het actieteam de volgende opmerkingen:

- Het is ongebruikelijk dat doel en reikwijdte moeten worden aangepast als er al een LCA is.
- Gegevens die ontbreken in de inventarisatie zijn doorgaans gegevens over de *recycled material content* van inputstromen. Gegevens over scenario's over einde levensduur, onderhoud en vervanging zijn, als het goed is, aanwezig.
- Volg voor de inventarisatie de LCA-methode en de bijbehorende normen (ISO 14040 en ISO 14044 met daarbij eventueel NEN-EN 15804 en de SBK-bepalingsmethode).

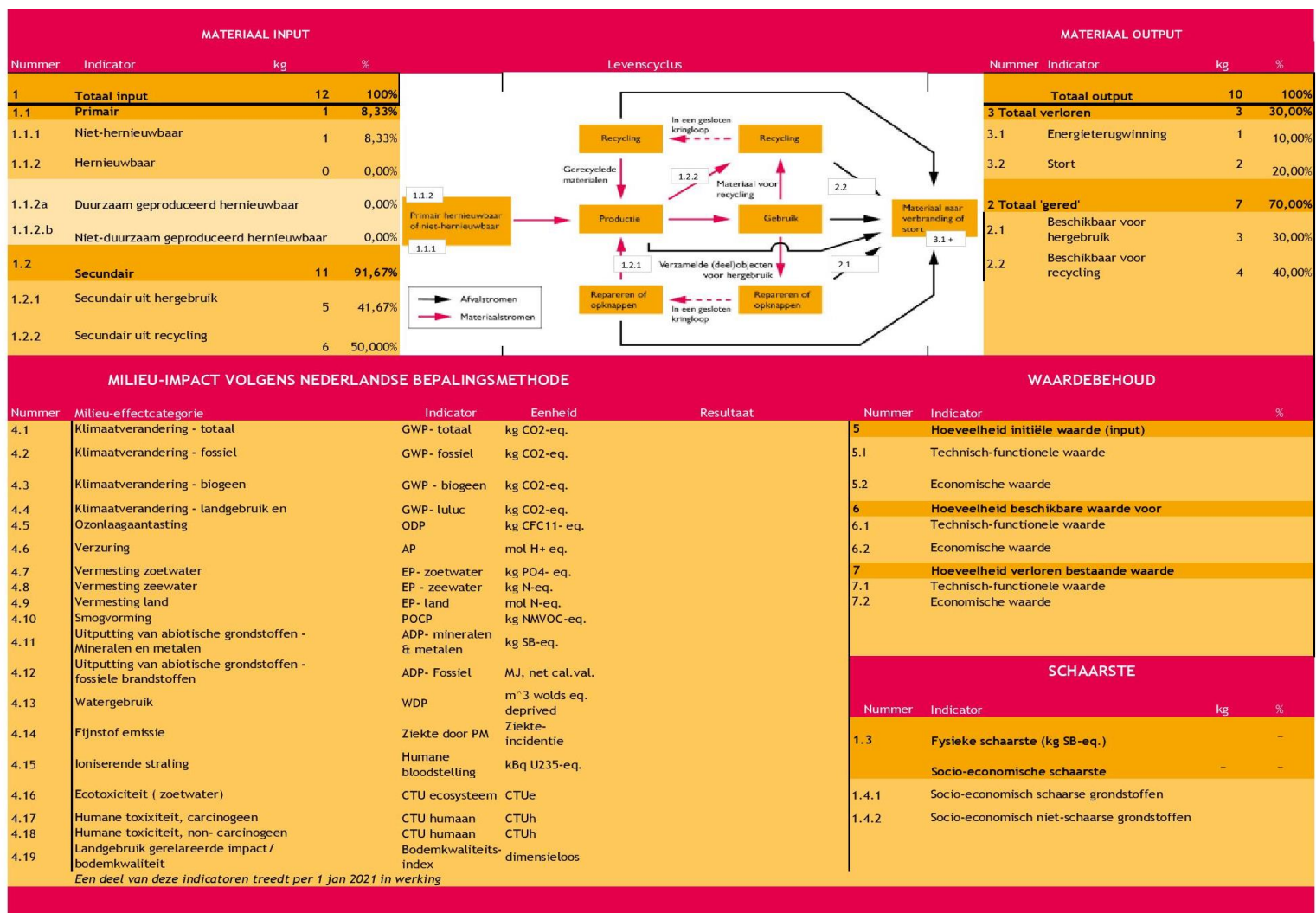
### 7.3 Presentatie resultaten

Het is belangrijk dat de gegevens uit de kernmeetmethode op een uniforme manier worden gepresenteerd. Dit maakt het makkelijker om gegevens te vergelijken.

In de presentatie moeten minimaal de volgende resultaten worden weergegeven:

- *Mate van bescherming materiaalvoorraden*  
Alle indicatoren van de input- en outputstromen (indicatoren 1 t/m 3) in kilo's inclusief percentage van de totale input of output.
- *Mate van bescherming van milieu*  
Alle milieueffectcategorieën uit de SBK-bepalingsmethode (deelindicatoren van indicator 4).
- *Mate van bescherming waarde*  
Percentage behouden en verloren technisch-functionele en economische waarde (deelindicatoren 6.2, 6.3, 7.2 en 7.3).
- *Mate van adaptief vermogen*  
Een indicatie of de rapportage over adaptief vermogen is bijgeleverd.
- *Verwachte levensduur*  
De levensduur van het hoofdobject waarmee is gerekend.
- *Levensfase*  
Levensfase op het moment van berekening en detailniveau(s) van de gebruikte data.

Figuur 22 bevat een voorbeeld van een communicatieformat voor de resultaten. Het format bevat de minimale resultaten. Uiteraard is het mogelijk om aanvullende informatie op te nemen (zie voorbeelden in paragraaf 7.4).



**Figuur 22 - Voorbeeld van een communicatieformat voor de resultaten van de kernmeetmethode<sup>95</sup>**

<sup>95</sup> Dit format kan ook worden gedownload op platformcb23.nl.

## 7.4 Aanvullende informatie

Partijen die de kernmeetmethode gebruiken, kunnen uiteraard zelf toevoegingen doen aan de kernmeetmethode. Zij kunnen bijvoorbeeld een andere indicator toevoegen of de resultaten van de kernindicatoren opsplitsen in onderliggende detailniveaus. Zo'n ingreep zal vaak voortkomen uit een specifieke informatiebehoefte in een regio of (project)organisatie.

Door deze mogelijkheid kunnen marktpartijen die meetmethoden en meetinstrumenten ontwikkelen, zich blijven onderscheiden. Door te vertrekken vanuit de kernmeetmethode doen zij dat op een eenduidige, controleerbare en breedgedragen basis.

## 8 Verantwoording

### 8.1 Meerwaarde kernmeetmethode vroeg in de transitie

Zoals aangegeven in paragraaf 1.3 hebben meerdere partijen onafhankelijk van elkaar gesignaleerd dat er behoefte is aan een geharmoniseerde kernmeetmethode voor circulariteit. Zo'n geharmoniseerde methode zorgt ervoor dat alle partijen dezelfde indicatoren, data en bepalingswijze gebruiken. Dat maakt uitspraken over de mate van circulariteit controleerbaar en vergelijkbaar.

In leidraad 1.0 (Platform CB'23, 2019b) heeft het actieteam onderzocht of zo'n kernmeetmethode echt meerwaarde heeft. De conclusie was dat dat zo is. Bestaande meetmethoden voor duurzaamheid en circulariteit richten zich meestal op een of twee van de drie doelen van circulair bouwen (zie paragraaf 3.1). Dit blijkt ook uit hoofdstuk 9, waarin de kernmeetmethode wordt vergeleken met een aantal andere meetmethoden.

Het actieteam beseft dat we aan het begin van de transitie naar een circulaire bouwconomie staan en dat een geharmoniseerde kernmeetmethode op dit moment nog vroeg kan lijken. De reden om hier in deze fase al mee te beginnen, is dat het begin van een transitie zich vooral kenmerkt door experimenteren: radicaal nieuw denken en doen (zie voor meer informatie over transitiefasen bijlage A). Voor het actieteam is werken aan de kernmeetmethode ook een manier van gezamenlijk experimenteren en leren.

### 8.2 Toepassingsgebied en denkkader

Beslissingen over het toepassingsgebied (zie hoofdstuk 2) en denkkader (zie hoofdstuk 3), waaronder de drie doelen van circulair bouwen (zie paragraaf 3.1), zijn gebaseerd op gedeelde behoeften van stakeholders. Deze behoeften kwamen naar voren uit zes gebruikersverhalen en zijn getoetst bij alle organisaties die deelnamen aan de ontwikkeling van leidraad 1.0. Het gaat om gebruikersverhalen van Rijkswaterstaat, Heijmans, Rijksvastgoedbedrijf, Branchevereniging Nederlandse Architectenbureaus, Waternet en de Metropoolregio Amsterdam (MRA). Een uitwerking van de gebruikersverhalen staat in bijlage E.

Een aantal onderwerpen uit de gebruikersverhalen zijn niet opgenomen in de kernmeetmethode. Het gaat om de volgende onderwerpen:

- *Toxische stoffen in input- en outputstromen*  
De invloed van toxische stoffen op de drie doelen van circulair bouwen is indirect. Toxische stoffen worden wel genoemd als aandachtspunt bij het bepalen van het te verwachten levenseindescenario (zie paragraaf 5.3.8). Toxische stoffen kunnen namelijk invloed hebben op de herbruikbaarheid en recyclebaarheid.
- *Levensduurverlenging en R-principes*  
**Levensduurverlenging** en R-principes zijn circulaire strategieën (zie paragraaf 2.2.3). Omdat gekozen is voor impactindicatoren, zijn deze niet opgenomen in het denkkader. De kernmeetmethode kan in principe wel de effecten van deze strategieën meten.
- *Onderhoudbaarheid en repareerbaarheid*  
Onderhoudbaarheid en repareerbaarheid worden ook niet opgenomen als indicator in de meetmethode, omdat zij een circulaire strategie zijn. Omdat het wel belangrijk is inzicht te hebben in deze aspecten om een inschatting te kunnen maken van toekomstige materiaalstromen, zijn deze thema's wel ondergebracht in hoofdstuk 6.

Naast de gebruikersverhalen zijn denkkaders uit de LCA-methode en de MCI-methode overgenomen. Dit zijn bijvoorbeeld het denken in levenscycli (zie paragraaf 3.4) en een



materiaalbalans (zie paragraaf 3.6). Het actieteam ziet dit als goede manieren van systeemdenken die voorkomen dat problemen worden verplaatst.

Voor leidraad 2.0 heeft het actieteam nog een keer expliciet getoetst of voor stakeholders sociale rechtvaardigheid een reden is om circulair te willen bouwen (zie paragraaf 3.1). Dat bleek voor de meeste niet zo te zijn.

## 8.3 Indicatoren en hun bepalingwijze

### 8.3.1 Indicatoren voor beschermen materiaalvoorraden

Het actieteam ziet de eerste stappen van een milieugerichte LCA als een goede theoretische basis voor indicatoren voor behoud van materiaalvoorraden. Wel zijn extra labels toegevoegd en zijn andere labels achterwege gelaten.

Toegevoegde labels zijn die voor duurzaam geproduceerde en niet-duurzaam geproduceerde grondstoffen (zie paragraaf 5.3.3). Het actieteam vindt dit onderscheid belangrijk, omdat ook hernieuwbare grondstoffen gevoelig kunnen zijn voor uitputting. Uitputting van een hernieuwbare hulpbron moet worden beschouwd op het niveau van de productie-eenheid als geheel. Dat wil bijvoorbeeld zeggen dat wordt gekeken naar de hergroei van het bos waarvan het hout afkomstig is, en niet naar de hergroei van één specifieke boom.

Een label dat niet is overgenomen, is de onderverdeling in drie soorten **afval**. In LCA-berekeningen die volgens de SBK-bepalingmethode worden uitgevoerd, wordt onderscheid gemaakt in niet-gevaarlijk, gevaarlijk en radioactief afval. Voor de doelen van deze kernmeetmethode is het niet nodig dat onderscheid te maken.

### Indicatoren voor schaarste

De indicatoren voor schaarste (zie de paragrafen 5.3.5 en 5.3.6) zijn opgesteld na een literatuuronderzoek. Uit dat onderzoek kwam naar voren dat schaarste complexer en breder is dan alleen de absolute voorraden van grondstoffen. Schaarste is relatief en kan onder meer worden beïnvloed door:

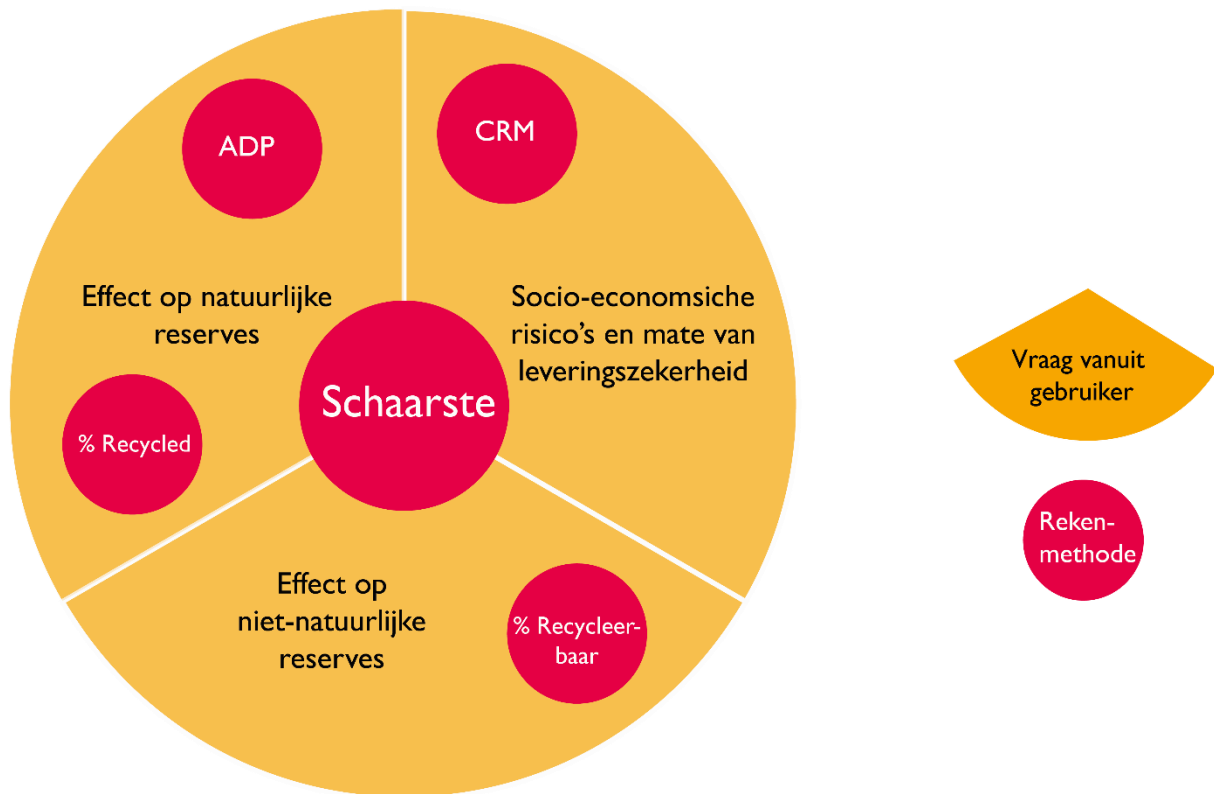
- de vraag naar een grondstof (die in de tijd kan verschillen);
- de groei van voorraden (natuurlijke aanwas, ontdekking van nieuwe voorraden, nieuwe technieken);
- de mate waarin het rendabel is een grondstof te winnen (los van of de voorraden die aanwezig zijn);
- geopolitieke en maatschappelijke veranderingen (conflicten, energietransitie, zeespiegelstijging);
- lokale omstandigheden (lokale schaarste);
- beschikbare voorraden in bestaande (deel)objecten (menselijke voorraad);
- de manier waarop een grondstof is verbonden aan andere materialen en componenten.

Uit gebruikersverhalen (zie bijlage F) kwam naar voren welke dimensies van schaarste stakeholders het belangrijkste vinden. Dat blijken er drie te zijn:

- impact op natuurlijke reserves;

- socio-economische risico's en mate van leveringszekerheid;
- impact op niet-natuurlijke reserves (voorraden) in (deel)objecten.

Het actieteam heeft vervolgens gekeken welke bestaande methoden geschikt zijn om effecten op deze drie dimensies te meten. Dat leidde tot het overzicht in figuur 23.



**Figuur 23 – Dimensies van schaarste en bijbehorende meetmethoden**

Het percentage gerecycled en recycleerbaar wordt bepaald met indicatoren 1.2 en 2. ADP wordt gebruikt in indicator 1.4 en de CRM-lijst in indicator 1.5.

Vanwege het complexe karakter van schaarste kunnen specifieke situaties vragen om toevoeging van de hiervoor genoemde dimensies.

### 8.3.2 Indicatoren voor beschermen milieu

Het actieteam ziet de milieueffectcategorieën uit de SBK-bepalingsmethode als een waardevolle manier om te bepalen in welke mate het milieu wordt beschermd (zie paragraaf 5.3.9). Voor de milieueffectcategorieën bestaat ook veel draagvlak.

### 8.3.3 Indicatoren voor beschermen waarde

Het actieteam heeft ervoor gekozen om twee typen waarde op te nemen in de kernmeetmethode: technisch-functionele waarde en economische waarde. Andere typen waarde (zoals maatschappelijke waarde en esthetische waarde) worden buiten beschouwing gelaten, omdat deze moeilijk meetbaar zijn en moeilijk te beïnvloeden zijn.

In veel literatuur wordt een onderverdeling gemaakt in technische, functionele en economische waarde. Functionele waarde is echter lastig te definiëren en meetbaar te maken onafhankelijk van

technische en economische waarde.<sup>96</sup> Daarom is besloten functionele en technische waarde samen te beoordelen.

Economische waarde hangt af van technisch-functionele waarde, maar ook van andere maatschappelijke factoren. Voorbeelden zijn de relatie tussen de prijs van arbeid en van grondstoffen, technologische ontwikkelingen en de maatschappelijke acceptatie van secundaire input. De economische waardedimensie is vooral toegevoegd, omdat deze inzicht geeft in de haalbaarheid en kosteneffectiviteit van verschillende circulaire opties en **circulaire verdienmodellen**. Daardoor biedt deze waardedimensie ook inzicht in (beleids)maatregelen om potentiële belemmeringen op te lossen.

Volgens het actieteam maakt een meetmethode met twee dimensies van waarde de samenhang tussen die dimensies (in de tijd) inzichtelijk. Los van elkaar zeggen de waardedimensies weinig over de mate van waardebehoud.

Er is besloten om de waarde-indicatoren alleen op de schaalniveaus product, element en materiaal toepasbaar te maken. Bij de waarde van een bouwwerk spelen ook veel niet-technische aspecten een rol, zoals de locatie. Het is complex om deze aspecten ook meetbaar te maken. Er is ook voor gekozen om resultaten niet overerfbaar te laten zijn op een hoger schaalniveau. Het is namelijk niet zo dat de waarde van een bouwwerk de som van de waarde van de (deel)objecten is.

### **Technisch-functionele waarde**

De kaders voor de indicatoren voor technisch-functionele waarde zijn opgesteld op basis van inzichten uit vermogensbeheer (assetmanagement), *systems engineering* en waardeanalyse (*value engineering*).

### **Economische waarde**

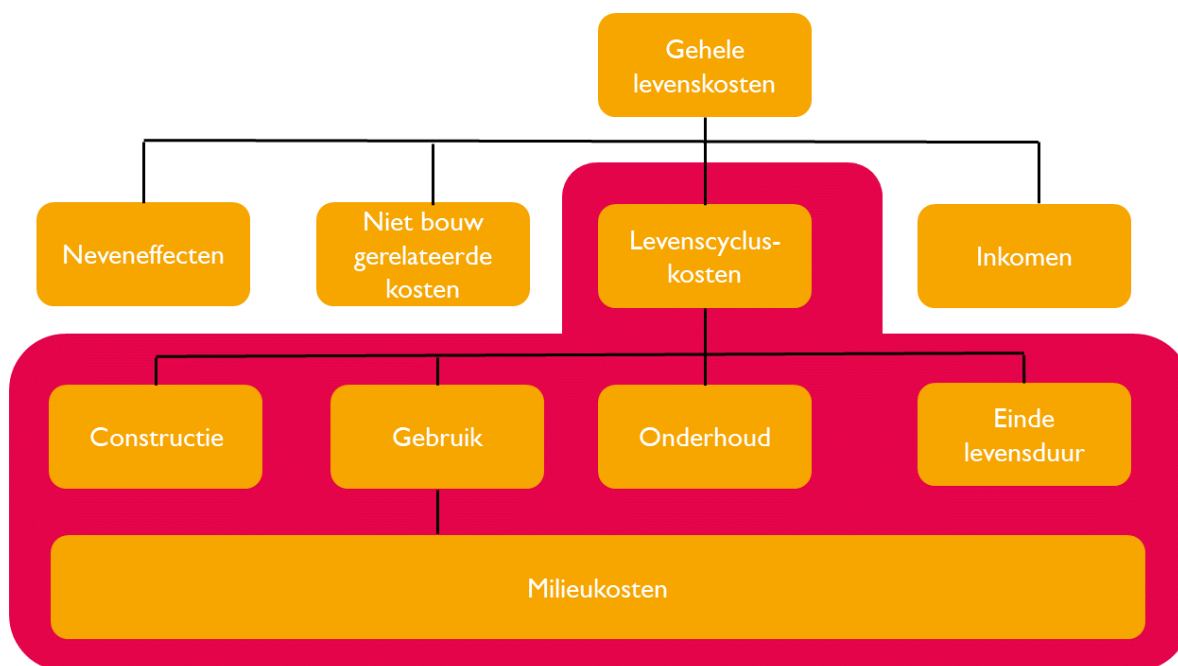
De indicatoren voor economische waarde zijn opgesteld op basis van het principe van *Total Cost of Ownership* (TCO). TCO zijn de totale kosten die worden gemaakt over de gebruiksduur van een bouwwerk. In de praktijk wordt vaak alleen gekeken naar investeringskosten en gebruikskosten (en wordt geprobeerd om die te minimaliseren). Met de TCO-benadering wil het actieteam ervoor zorgen dat ook kosten en baten aan het einde van de gebruikscyclus worden meegenomen. Daaronder valt ook de restwaarde (die tot nu toe in de praktijk vaak op nul wordt gesteld). Alleen dan geven de indicatoren voor economische waarde daadwerkelijk een beeld van waardebehoud.

Om de TCO te berekenen wordt gebruikgemaakt van de methode *Whole-Life Costing* (WLC). De WLC-methode is een uitbreiding van de veelgebruikte methode voor levenscycluskosten (*Life Cycle Costing*, LCC). Het belangrijkste verschil is dat in de WLC-berekening ook positieve geldstromen (inkomsten) worden meegenomen. Met de WLC-methode worden dus ook de restwaarde van de grond en de restwaarde van (deel)objecten onderdeel van de berekening voor het behoud van economische waarde.

Figuur 24 geeft het verschil tussen de WLC-methode en de LCA-methode visueel weer.

---

<sup>96</sup> Functionele waarde is als procesaanpak bij ontwerpen wel een bruikbaar en veelgebruikt concept.



**Figuur 24 – Verschillen tussen de WLC-methode en de LCC-methode**

Het actieteam kiest met de WLC-methode voor de levenscyclusfasen (zie tabel 9 in paragraaf 5.3.12) die ook worden gebruikt om behoud van het milieu te berekenen (indicator 4, zie paragraaf 5.3.9). Hierdoor wordt het makkelijker om een integrale afweging te maken tussen het beschermen van het milieu en het beschermen van economische waarde.

#### **8.4 Rapportage over het adaptief vermogen**

Voor de handvatten voor de rapportage over het adaptief vermogen is een uitgebreid bronnenonderzoek gedaan. Ook zijn experts uit de GWW-sector geraadpleegd.

De lijst met aspecten van adaptief vermogen (zie paragraaf 6.4.2) is mede opgesteld op basis van wetenschappelijke meetcriteria voor het adaptief vermogen van een gebouw. Daarbij is uitgegaan van wetenschappelijk onderzoek (Schmidt III, 2014) naar het draagvlak voor meetcriteria<sup>97</sup>, omdat directe meetcriteria uit onderzoek meestal niet of onvoldoende generaliseerbaar zijn. Meetcriteria waar draagvlak voor is, zijn overdimensionering, standaardisering, multifunctionaliteit en open plattegronden.

<sup>97</sup> In de wetenschappelijke literatuur wordt meestal de term ‘meetcriteria’ (en niet ‘aspecten’) gebruikt.

## 9 Relaties met andere meetmethoden en initiatieven

### 9.1 Milieugerichte LCA-methoden

In de Nederlandse bouw is de milieugerichte LCA-methode een veelgebruikte manier om uitspraken te doen over de duurzaamheid van een (deel)object. Meestal gebeurt dit in de wettelijk verplichte vorm van een MPG-berekening (B&U-sector) of MKI-berekening (GWW-sector). De SBK-bepalingsmethode is een van de manieren waarop een LCA kan worden uitgevoerd.

Er zijn veel overeenkomsten tussen de milieugerichte LCA-methoden (en specifiek de SBK-bepalingsmethode) en de kernmeetmethode. Overeenkomsten zijn onder meer:

- De methoden hanteren hetzelfde toepassingsgebied en hetzelfde denkkader, waaronder het denken in levenscycli en de basis in materiaalstromen en een materiaalbalans.
- De benodigde data zijn voor een groot deel hetzelfde.

Figuur 8 in paragraaf 4.2.6 en de workflow in paragraaf 7.2 laten zien welke stappen bij de berekening volgens beide methoden hetzelfde zijn.

Verschillen zijn er ook. De twee methoden verschillen onder meer op de volgende punten:

- De kernmeetmethode richt zich op de drie doelen van circulariteit. Milieugerichte LCA's richten zich alleen op het beschermen van het milieu (zie figuur 9 in paragraaf 5.2.3) en worden ook in de kernmeetmethode gebruikt om impact op dat vlak te meten. Het meten van impact op bestaande waarde en materiaalvoorraden zijn geen onderdeel van de milieugerichte LCA-methode.
- In de bepalingswijze voor de indicatoren zijn een paar kleinere verschillen. Deze verschillen zijn besproken in paragraaf 8.3.

Om de kernmeetmethode praktisch bruikbaar te maken streeft het actieteam ernaar om de datacollectie voor circulariteitsindicatoren samen te voegen met datacollectie voor MPG/MKI. Als daarvoor in de toekomst een aanpassing aan de datacollectie nodig is, legt het actieteam daarvoor een verzoek neer bij de Rijksoverheid en de beheerder van de nationale milieudatabase (SBK).

### 9.2 Material Circularity Indicator (MCI)

De Material Circularity Indicator (MCI) is bedoeld om de mate van circulariteit te meten. De methode is ontwikkeld door de Ellen MacArthur Foundation (Ellen MacArthur Foundation, 2015), een niet-gouvernementele organisatie (ngo) die zich inzet voor een circulaire economie.

Zowel de MCI-methode als de kernmeetmethode neemt materiaalstromen tijdens de gehele levenscyclus van een (deel)object als uitgangspunt. Toch zijn er ook een aantal verschillen:

- De MCI-methode geeft alleen inzicht in impact op het beschermen van materiaalvoorraden. De kernmeetmethode doet dat ook voor het beschermen van het milieu en bestaande waarde.
- De MCI-methode neemt alleen afval uit recycling, gebruik en hergebruik mee. De kernmeetmethode doet dit ook voor productie en dekt daarmee de gehele levenscyclus af.

- In de MCI-methode hebben hernieuwbare primaire grondstoffen (of andere grondstoffen die minder gevoelig zijn voor uitputting) geen aparte status. De MCI-methode gaat dus uit van de **technische kringloop** en neemt de biologisch kringloop niet mee.
- De MCI-methode heeft een indicator voor levensduurverlenging. Dit is in de kernmeetmethode (nog) niet zo.

De data van de kernmeetmethode kunnen ook worden gebruikt om een MCI-score te berekenen. Bijlage G geeft aan hoe dat kan.

### 9.3 Level(s) framework

Het Level(s) framework (Europese Commissie, 2017) is een Europees framework bedoeld om de **milieuprestaties** van gebouwen tijdens hun levenscyclus te beoordelen. In het framework is speciale aandacht voor efficiënt omgaan met relevante hulpbronnen zoals energie, materialen en water. Op dit moment wordt in diverse landen ervaring opgedaan met het framework.

Het belangrijkste verschil tussen het Level(s) framework en de kernmeetmethode is dat het Level(s) framework meer omvat. De kernmeetmethode is ‘slanker’, omdat deze alleen indicatoren bevat die nodig zijn om impact op de drie doelen van circulair bouwen te meten.

Tabel 13 laat zien welke onderwerpen het Level(s) framework omvat. Onderwerpen die ook onderdeel zijn van de kernmeetmethode, zijn weergegeven in het roze.

**Tabel 13 – Vergelijking Level(s) framework en kernmeetmethode**

Thema's	Indicatoren			
Greenhouse gas Emissions along a buildings life cycle	Use stage energy performance [kWh/m <sup>2</sup> /yr]	Life cycle Global Warming Potential CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> /yr		
Resource efficient and circular material life cycles	Life cycle tool: Building bill of materials [kg]  ➤ Data voor kernmeetmethode	Life cycle tools: scenarios for lifespan, adaptability and deconstruction  ➤ losmaakbaarheid ➤ adaptieve gebouwen ➤ waarde	Construction & demolition waste and materials kg/m <sup>2</sup>  ➤ primaire- en secundaire input- en outputstromen ➤ hoogwaardigheid van hergebruik van recyclestromen ➤ hoeveelheden per afvalstroom	Life Cycle Assessment (cradle to cradle)  ➤ Milieu-prestatie
Efficient use of water resources				

Thematic area Health and Comfort			
Healthy and comfortable spaces	Indoor Air Quality	Time out of thermal comfort range	Potential future aspects - lighting and visual comfort - acoustics and protection against noise
Thematic area: cost, value and risk			
Adaptation and resilience to climate change	Life cycle tool: scenarios for projected future climate conditions	Potential future aspects - increased risk of extreme weather events - increased risk of flood events	
Optimised life cycle cost and value	life cycle cost [€/m <sup>2</sup> /yr]	Value creation and risk factors ➤ Waarde	

## 9.4 R-principes

R-principes worden veel gebruikt om over circulariteit na te denken en deze te verbeteren. Onder de R-principes vallen bijvoorbeeld *refuse*, *rethink* en *reduce*. Het belangrijkste onderscheid tussen de R-principes en de kernmeetmethode is dat de kernmeetmethode circulaire **impact** meet. De R-principes kunnen alleen worden gebruikt om te kijken of een circulaire **strategie** is gehanteerd (zie voor dit verschil paragraaf 3.3). Uitgangspunt van de kernmeetmethode is dat deze de impact van elke circulaire strategie meet (zie paragraaf 2.2.3), dus ook die van de R-principes.

Vaak worden de R-principes in een ladder gepresenteerd. De suggestie daarbij is dat een strategie hoger op de ladder meer bijdraagt aan circulariteit. De circulaire impact verschilt echter per toepassing. De kernmeetmethode kan die verschillen zichtbaar maken, de R-principes niet.

Een voorbeeld van een toepassing waarin de R-principes niet volstaan, is een modulair brugdek. Zo'n brugdek kan in tweehonderd jaar vier keer opnieuw worden gebruikt (**re-use**). Onderdelen van het brugdek zijn daarna functioneel of technisch niet meer toereikend. Als van de samengestelde materialen weer een nieuw brugdek kan worden gemaakt (*recycle*), wordt ook na die tweehonderd jaar het gebruik van primaire grondstof vermeden. Als dit niet mogelijk is, moet worden afgewogen of de voordelen van modulair ontwerpen voor vier cycli opwegen tegen de nadelen van een ontwerp dat niet recyclebaar is na afloop van die cycli.

## 9.5 Nationale initiatieven

De kernmeetmethode wordt, waar mogelijk, gebruikt als input voor initiatieven en meetmethoden op nationaal niveau. Er is contact met de regieraad van Platform CB'23 en onder andere het Transitieteam circulaire bouwconomie, SBK en het PBL.

SBK en Platform CB'23 hebben bijvoorbeeld de intentie te zorgen dat de SBK-bepalingsmethode en de kernmeetmethode gezamenlijk één systeem vormen en dus goed op elkaar aansluiten en elkaar aanvullen. Hiervoor worden al stappen ondernomen.

Daarnaast wordt onderling afgestemd tussen partijen die in Nederland bezig zijn met het beoordelen en het meten van de impact van adaptief vermogen. In dit kader vindt regelmatig overleg plaats met onder meer Brinkgroep en het Transitieteam circulaire bouweconomie.

## 9.6 Internationale normalisatie-initiatieven

Het actieteam formuleert werkafspraken, die later mogelijk de basis vormen voor normen. Ook in internationaal verband wordt nagedacht over normen voor circulariteit. Het actieteam neemt de inzichten uit internationale initiatieven mee, omdat in Nederland uiteindelijk internationale (Europese) normen gaan gelden. Daarnaast levert het actieteam met de kernmeetmethode zelf ook input vanuit Nederland die in internationale normen kan worden gebruikt.

Bij het actieteam zijn de volgende normalisatie-initiatieven bekend:

- Er is een mondiale ISO-commissie *Circular Economy* opgericht. De focus van deze commissie ligt op het toepassen van circulaire principes in de bedrijfsvoering. Daartoe wordt ook een meetmethode ontwikkeld.<sup>98</sup>
- Er is een Europese normcommissie *Energy-related products - Material Efficiency Aspects for Ecodesign*. Deze commissie formuleert eisen op het gebied van materiaalefficiëntie voor energiegerelateerde producten.<sup>99</sup> Hieronder vallen ook bouwproducten als verlichting en elektrische deuren en ramen.
- Er wordt nagedacht over de oprichting van een Europese normcommissie *Circular Economy in the Construction Sector*.

---

<sup>98</sup> Voor meer informatie zie ISO/TC 323, 2018.

<sup>99</sup> Voor meer informatie zie Europese Commissie, 2019.



## **10 Resultaten, vervolgstappen en aanbevelingen**

### **10.1 Resultaten**

#### **10.1.1 Verdere uitwerking indicatoren en rapportage over het adaptief vermogen**

In leidraad 2.0 zijn diverse onderdelen van de kernmeetmethode verder uitgewerkt. Daardoor meet de methode nu echt impact op alle drie de doelen van circulair bouwen. De belangrijkste indicatoren die zijn toegevoegd, zijn de indicatoren voor schaarste (indicatoren 1.3 en 1.4) en voor waarde (indicatoren 5 t/m 7). Ook is er nu een hoofdstuk over adaptief vermogen (zie hoofdstuk 6).

De indicatoren voor functioneel-technische waarde zijn alleen op hoofdlijnen ontwikkeld. Daarmee is wel een belangrijke stap gezet naar indicatoren die aansluiten bij bestaande ontwerpprocessen. Het denken in dubbele 'waardepiramides' (zie paragraaf 5.3.11) helpt daarbij. Het onderzoek naar waarde-indicatoren heeft ook duidelijk gemaakt welke kennis over waarde nog ontbreekt.

De indicatoren voor schaarste zijn ontwikkeld. Deze geven een breed beeld van de mate waarin schaarse materialen worden gebruikt.

Met het thema adaptief vermogen is in leidraad 2.0 een verdiepingsslag gemaakt, zowel voor de B&U-sector als voor de GWW-sector. De invloed van adaptief vermogen op toekomstige materiaalstromen is daardoor veel duidelijker geworden. Het onderzoek naar adaptief vermogen heeft ook duidelijk gemaakt dat de kernmeetmethode in de toekomst meerdere levenscycli in de analyse moet meenemen. Dit kwam ook uit het onderzoek naar waarde-indicatoren naar voren.

Bij al deze onderdelen is, net als bij de onderdelen in leidraad 1.0, duidelijk geworden waarover brede consensus bestaat. Dat maakt harmonisatie mogelijk en zorgt voor helderheid in de transitie naar een circulaire bouw.

#### **10.1.2 Nieuwe actieteamleden**

Ook het totstandkomingsproces van leidraad 2.0 heeft meerwaarde gehad. Bij de leidraad zijn veel nieuwe actieteamleden betrokken geweest. Daardoor wordt de kernmeetmethode breder bekend en breder toepasbaar.

Actieteamleden hebben veel onderzoek gedaan en zijn uitgebreid met elkaar in gesprek gegaan. Dat leverde interessante uitwisselingen van ideeën op. Actieteamleden hebben hun kennis gedeeld én nieuwe kennis opgedaan. Zij hebben samen geëxperimenteerd met nieuwe ideeën en waar nodig hun eigen belangen opzijgezet voor het grotere doel. Dit gezamenlijke leerproces helpt om de circulaire transitie te versnellen.

#### **10.1.3 Eerste stappen met testen**

Het was de bedoeling om de kernmeetmethode te testen in de praktijk. Hoewel het moeilijk bleek om aan data te komen, zijn de eerste stappen toch gezet. De analyse van de materiaalstromen (zie paragraaf 5.2.1) blijkt goed praktisch uitvoerbaar voor de gebruiker. Ook sluit de kernmeetmethode goed aan op milieuprestatieberekeningen, als die beschikbaar zijn.

Delen van de methode zijn onder meer gebruikt door Rijkswaterstaat en NIBE, en studenten van de HAN University of Applied Sciences en studenten van de Universiteit van Amsterdam.

### 10.1.4 Afspraken over gebruik en toepassing

Tijdens een laatste bijeenkomst hebben werkgroepleden nagedacht over wat hun organisatie kan betekenen om de kernmeetmethode verder te ontwikkelen en toe te passen. Zij deden de volgende toezeggingen:

- Adviseurs gaan de kernmeetmethode gebruiken in projecten.
- Een toolbouwer gaat zijn tool geleidelijk aanpassen op basis van de kernmeetmethode.
- Een architect gaat de kernmeetmethode gebruiken bij het ontwerpen van een voorbeeldproject.
- Een actieteamlid gaat de kernmeetmethode gebruiken als basis voor een reactie op de Kamerbrief over maatregelen voor bevordering vancirculair bouwen (Rijksoverheid, 2019).
- Een onderzoeker brengt de kernmeetmethode onder de aandacht in internationale onderzoeksgroepen.
- Een onderzoeker gaat de kernmeetmethode gebruiken in het universitair onderwijs. De methode dient dan onder meer als aanknopingspunt voor nieuwe projecten, waaronder een afstudeerproject over adaptief vermogen in de GWW-sector.
- De kernmeetmethode wordt gebruikt bij het ontwikkelen van het Global Sustainable Enterprise System (GSES). GSES is een wereldwijd systeem dat bedrijven en organisaties meet op duurzaam en circulair ondernemen.

## 10.2 Vervolgstappen in leidraad 3.0

### 10.2.1 Terminologie

Bij de transitie naar een circulaire bouw is het belangrijk om dezelfde taal te spreken en termen goed te definiëren. Dat was al bekend, en bleek opnieuw in discussies in het actieteam dat werkte aan leidraad 2.0. Volgens het actieteam is er aanleiding om opnieuw te kijken naar de volgende termen:

- termen die samenhangen met de levensduur, zoals gebruiksduur, levenscyclus, gebruikscyclus, eindelevensduurscenario, **technische levensduur**, **economische levensduur** en levensduur zelf;
- primair en secundair materiaal, waarbij het gaat om de vraag hoe materiaal dat als restproduct is gewonnen, moet worden gecategoriseerd;
- hergebruik en recycling, waarbij het gaat om de vraag na hoeveel bewerkingen een (deel)object niet meer onder het begrip 'hergebruik' valt;
- de menselijke tijdschaal bij hernieuwbaar materiaal (zie paragraaf 5.3.2).

Platform CB'23-breed is er ook discussie over de vraag of neutrale termen (bijvoorbeeld 'beschermen') of motiverende termen (bijvoorbeeld 'verbeteren') moeten worden gebruikt. Mogelijk dragen motiverende termen sterker bij aan de transitie.

Alle terminologiekwesties moeten worden besproken op het niveau van Platform CB'23 (en dus niet alleen op het niveau van het actieteam Meten van circulariteit). Veel van de genoemde termen staan immers ook in het *Lexicon circulaire bouw versie 2.0* (Platform CB'23, 2020a). Als definities worden heroverwogen, moet daarbij ook afstemming plaatsvinden met de SBK-bepalingsmethode.

Meer dan één levenscyclus Zoals aangegeven in paragraaf 3.4, vindt het actieteam dat resultaten van de kernmeetmethode meer dan één levenscyclus moeten beslaan. Het voornemen is om hieraan invulling te geven in leidraad 3.0.

In de volgende leidraad moet onder meer worden bepaald wat het uitgangspunt wordt: een vast aantal levenscycli, een vast aantal jaar of iets anders. Daarnaast moet worden bekeken of van alle inputstromen (voor opwaardering, onderhoud, enz.) in volgende levenscycli data nodig zijn, en hoe de kernmeetmethode met die data omgaat. Kennis van gebruikers van (deel)objecten in volgende cycli kan helpen om met dit onderwerp verder te komen.

Een andere vraag is met welke methode LCA's (indicator 4) over meerdere levenscycli kunnen worden opgeteld. De Stichting Bouwkwiteit gaat in haar bepalingsmethode wijzigingen doorvoeren die hiervoor mogelijk kunnen worden gebruikt. Het is dus goed om die wijzigingen eerst af te wachten.

### **10.2.2 Mate van onzekerheid bij verwachte circulariteit**

Het actieteam wil graag transparant maken welk deel van de resultaten van de kernmeetmethode gebaseerd is op verwachte circulariteit en welk deel op gerealiseerde circulariteit (zie paragraaf 3.5). Bij verwachte circulariteit moet ook inzichtelijk worden hoe zeker de verwachte resultaten zijn.

Een belangrijke vraag hierbij is hoe de mate van zekerheid transparant wordt gemaakt.<sup>100</sup> Het probleem met langetermijnberekeningen is dat al snel kans op kans wordt gestapeld. Het actieteam ziet een zwart-witonderverdeling in 'zeker' en 'onzeker' niet als de beste oplossing. Alternatieven zijn oplossingen met waarschijnlijkheidspercentages of een houdbaarheidsdatum voor resultaten.

In leidraad 3.0 moet ook worden onderzocht of het wenselijk is om een weegfactor (eventueel gekoppeld aan het waarschijnlijkheidspercentage) te hanteren bij resultaten op basis van onzekere data.

Tot slot moet worden onderzocht of het in alle gevallen nuttig is om de mate van onzekerheid transparant te maken. Is dit voor bouwproducten en bouwwerken bijvoorbeeld even relevant? En geldt dit voor elk moment in de levenscyclus?

### **10.2.3 Toekomstscenario's**

Ook het gebruik van toekomstscenario's moet in leidraad 3.0 verder worden uitgewerkt. Toekomstscenario's zijn al onderdeel van de rapportage over het adaptief vermogen (zie paragraaf 6.3). Maar als de kernmeetmethode met meerdere cycli gaat rekenen (zie paragraaf 10.3.2) en de mate van zekerheid transparant wordt (zie paragraaf 10.3.3), wordt het belang van toekomstscenario's groter.

De belangrijkste vraag over toekomstscenario's is welke regels hiervoor moeten gelden om deze betrouwbaar te maken. Welke aannames mag de gebruiker doen? Hoe mag hij verwachte input- en outputstromen en bijbehorende circulaire resultaten claimen? Moet worden gevraagd om (reproduceerbare) *best practices* voor de volgende cyclus vast te leggen? Is het zinvol als het actieteam enkele basisscenario's uitwerkt, bijvoorbeeld het scenario voor de energietransitie of een scenario voor innovaties die het adaptief vermogen beïnvloeden? Al deze vragen moeten in leidraad 3.0 worden uitgewerkt.

---

<sup>100</sup> Het artikel 'Beter omgaan met onzekerheid in MKBA's infrastructuur' (Bos et al., 2016, zie ook paragraaf 6.2.2) is hiervoor een goed vertrekpunt.

#### **10.2.4 Hoog- en laagwaardig hergebruik en recycling**

Het actieteam heeft voor hergebruik en recycling (indicatoren 2.1 en 2.2) nog geen onderscheid gemaakt tussen hoogwaardigheid en laagwaardigheid. Wel is met de (aanzet voor de) waarde-indicatoren meer te zeggen over verschillende soorten hergebruik en recycling. Of hiermee de behoefte aan indicatoren voor hoog- en laagwaardigheid voldoende is afgedekt, moet gebruik van de (aanzet voor) waarde-indicatoren in de praktijk uitwijzen.

Bij het verkennen van het onderscheid tussen hoogwaardig en laagwaardig liep het actieteam onder meer aan tegen de volgende vraagstukken:

- Het bleek niet makkelijk om bestaande methoden te harmoniseren. Mogelijk komt dit doordat de termen hoogwaardig en laagwaardig hergebruik/recycling vooral gebruikt worden in de afvalwetgeving (LAP). Die wetgeving dient niet noodzakelijk circulariteitsdoelen.
- Hoog- en laagwaardig is een binaire onderverdeling. Het actieteam kwam tot de conclusie dat aan schaal (mate van hoogwaardigheid) zinvoller is als indicator.
- Het is niet altijd mogelijk om te beoordelen of de nieuwe functie van hergebruik meer of minder waard is dan de vorige.

#### **10.2.5 Verdere uitwerking adaptief vermogen**

Het actieteam ziet nog drie vervolgstappen om het onderwerp 'adaptief vermogen' verder uit te diepen:

- De gevolgen van adaptief vermogen kwantitatief inbedden in de materiaalbalans die ten grondslag ligt aan de berekening van de indicatoren. Hierdoor worden adaptieve maatregelen in bepaalde toekomstscenario's echt zichtbaar in de resultaten op de indicatoren.
- De relatie tussen het adaptief vermogen en waardebehoud verder onderzoeken.
- Vastleggen welke voorwaarden er zijn voor de 'borging van adaptief vermogen' (zie paragraaf 6.5), voordat circulariteitsresultaten mogen worden geclaimd.

#### **10.2.6 Samengevoegde totaalscore**

Op termijn moet de kernmeetmethode leiden tot een samengevoegde totaalscore voor de mate van circulariteit (zie paragraaf 2.2.1). Dit vraagt om een interpretatieslag waarbij het relatieve belang van alle indicatoren moet worden gewogen.

#### **10.2.7 Bruikbaarheid voor aanbestedingen**

Veel partijen in de bouw (zie paragraaf 8.2 en bijlage E) willen de kernmeetmethode gebruiken voor aanbestedingen. Op dit moment kan nog worden niet gewaarborgd dat in de kernmeetmethode dezelfde data tot dezelfde resultaten leiden. Daarom is het belangrijk dat opdrachtgevers een goed beeld hebben van de keuzes die de leidraad nog overlaat aan de gebruiker. De leidraad beschrijft bijvoorbeeld nog niet precies genoeg welke databronnen mogen worden gebruikt, hoe tot een samengevoegde totaalscore kan worden gekomen, welke functionele eenheden moeten worden gebruikt en hoe de levensduur waarmee wordt gerekend, precies wordt vastgesteld (zie paragraaf 10.3.10).

Platform CB'23 wil een aparte leidraad maken voor het gebruik van de kernmeetmethode in aanbestedingen. Ook is het de bedoeling om in de praktijk met aanbestedingen te experimenteren, om risico's op verkeerde interpretatie en manipulatie te achterhalen.

## 10.2.8 Afstemming met nationale en internationale initiatieven

Platform CB'23 stemt werkafspraken steeds af met andere nationale en internationale initiatieven (zie de paragrafen 9.5 en 9.6). Dit blijft een aandachtspunt voor leidraad 3.0.

Op nationaal niveau is het vooral belangrijk dat de kernmeetmethode aansluit op de SBK-bepalingsmethode (Stichting Bouwkwiteit, 2019) en de monitoring van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL). Op internationaal niveau blijft het actieteam zich inzetten om te zorgen dat inzichten uit de kernmeetmethode worden meegenomen in normen.

Datasets (zie paragraaf 5.2.2) spelen een belangrijke rol bij het meten van circulariteit. Op dit moment zijn bestaande datasets lang niet altijd afgestemd op de kernmeetmethode. Ook zijn datasets niet voor iedereen beschikbaar. Het actieteam blijft daarom met de beheerder van de Nationale Milieudatabase (SBK) in gesprek over de ontwikkeling en de toegankelijkheid van de NMD.

## 10.2.9 Overige onderwerpen

Tot slot zijn er een aantal losse, openstaande vragen die in leidraad 3.0 kunnen of moeten worden uitgewerkt. Het gaat om de volgende vragen:

- Moet bij de schaarste-indicatoren (indicatoren 1.3 en 1.4) een andere eenheid worden gebruikt dan massa in kilogrammen? Een kilogram schaars materiaal kan namelijk al problematisch zijn vanuit het doel om materiaalvoorraden te beschermen, terwijl het maar een klein deel is van de totale massa van een bouwwerk.
- In hoeverre is de kernmeetmethode goed toepasbaar op **biobased grondstoffen**? Is een aparte indicator voor de verbranding van hernieuwbare grondstoffen (als deelindicator van indicator 3) wenselijk?
- Hoe kunnen inzichten uit het vermogensbeheer (assetmanagement) over de gebruiksfase van (deel)objecten onderdeel worden van de kernmeetmethode?
- Welke kaders moeten er gelden voor data? In de huidige leidraad staan vooral transparantie en herkomst van materialen centraal, maar zijn er weinig restricties voor databasegebruik.
- Hoe moeten de functionele eenheden voor verschillende (deel)objecten worden vastgesteld, zodat resultaten van hetzelfde type (deel)objecten kunnen worden vergeleken?
- Wat moet de rol zijn van onderwerpen als luchtkwaliteit, biodiversiteit en voedselvoorziening in de kernmeetmethode?
- Hoe kan de kernmeetmethode 'robuuster' worden gemaakt?
- Hoe kan de kernmeetmethode begrijpelijker worden gemaakt voor een bredere doelgroep? Voorbeelden van circulaire (deel)objecten kunnen hierbij mogelijk een rol spelen.

## 10.3 Aanbevelingen voor andere partijen

### 10.3.1 Organisaties in de bouwsector

De kernmeetmethode is alleen nog op zeer kleine schaal getest (zie paragraaf 10.1.3). Het actieteam ziet daarom meer testen als een belangrijke volgende stap. Het actieteam nodigt organisaties in de bouwsector dan ook uit om samen aan de hand van de kernmeetmethode circulariteitsberekening uit te voeren. Een voorwaarde is dat relevante data beschikbaar zijn en dat een organisatie bereid is de testresultaten te delen.

Door te testen kan onder meer worden achterhaald of de kernmeetmethode echt breed toepasbaar is (zie het toepassingsgebied in paragraaf 2.2). Is de methode bijvoorbeeld ook bruikbaar in de GWW-sector, bij processen aan het begin van de productieketen (zoals het maken van betonmortel), in de ontwerpfase en bij mutaties/renovaties?

Testen maken ook inzichtelijk hoe reproduceerbaar en betrouwbaar de kernmeetmethode is en welke afspraken nog ontbreken in de methode. Het actieteam wil aan de hand van testen daarnaast onderzoeken wat nodig is om de methode gebruiksvriendelijker te maken. Daarbij kan het bijvoorbeeld gaan om tools (zie paragraaf 10.4.2) of een handleiding voor het gebruik van de kernmeetmethode in aanbestedingen (zie paragraaf 10.3.8).

### **10.3.2 Toolbouwers**

Op dit moment is de kernmeetmethode nog niet ingebed in tools die berekeningen voor de gebruiker uitvoeren. Het actieteam wil dat graag veranderen. De eerste stap daarvoor zijn gesprekken met commerciële partijen die tools aanbieden voor het meten van circulariteit. In die gesprekken wil het actieteam achterhalen wat commerciële partijen nodig hebben om tot een rekentool te komen.

Commerciële partijen, zoals toolbouwers, kunnen ook een rol spelen bij het wegen en/of interpreteren van scores uit de kernmeetmethode. Deze stap valt vooralsnog buiten het toepassingsgebied van deze leidraad (zie paragraaf 2.2.1), maar is wel belangrijk voor het gebruik van de kernmeetmethode in de praktijk.

### **10.3.3 Universiteiten**

In deze leidraad zijn de waarde-indicatoren op hoofdlijnen uitgewerkt (zie de paragrafen 5.3.10 t/m 5.3.12). Ook is aangegeven welke voorwaarden gelden om deze indicatoren verder in te vullen. Omdat de stap naar indicatoren complex is, adviseert het actieteam (technische) universiteiten om hier een onderzoekstraject aan te wijden.

# Totstandkoming

## Platform CB'23

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

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

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

## 2023 als stip op de horizon

CB'23 staat voor Circulair Bouwen in 2023. Daarmee heeft het platform direct de stip op de horizon van 2023 benoemd. 2023 is al over drie jaar. Kort genoeg om druk op de ketel te zetten en lang genoeg om tot concrete resultaten en afspraken te komen.

## Totstandkoming leidraad Meten van circulariteit

Aan de totstandkoming van deze leidraad en *Leidraad Paspoorten voor de bouw* is sectorbreed gewerkt. Hiervoor heeft NEN zogenoemde actieteams geformeerd. Op een oproep om aan deze actieteams deel te nemen heeft zich een groot aantal bedrijven en organisaties aangemeld. De selectie van de deelnemers is gedaan op basis van diversiteit van disciplines en invalshoeken. Zie voor de totale deelnemerslijst bijlage H (2018-2019) en I (2019-2020).

Vervolgens zijn vanuit de actieteams werkgroepen geformeerd. Deze werkgroepen hebben elk één onderdeel van de leidraad met elkaar uitgediept en verder gebracht. Voor deze leidraad zijn dat de volgende werkgroepen:

- schaarste van grondstoffen;
- adaptief vermogen in de B&U en GWW;
- testen en implementatie leidraad 1.0;
- waarde en hoogwaardigheid.

Telkens wanneer de leidraad een nieuwe fase bereikte, zijn de uitkomsten door de werkgroepleden aan de actieteamleden gepresenteerd. Tijdens deze gezamenlijke sessies konden de actieteamleden feedback geven op het werk van de werkgroepleden. Deze wijze van werken moest een breed draagvlak voor de leidraad waarborgen.

De startbijeenkomst voor de totstandkoming van de leidraad had plaats op maandag 7 oktober 2019 bij NEN in Delft. Daar was het volledige actieteam bij aanwezig. In totaal kwam het actieteam tijdens de totstandkoming van de leidraad drie keer bij elkaar. De werkgroepen zijn zeven keer plenair bij elkaar gekomen.

## **Begeleidingsteam**

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

## **Leidraad in de consultatieronde**

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

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

## **Afstemming leidraad met het andere actieteam**

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



## Literatuur<sup>101</sup>

Alba Concepts (2019). *Een methode voor losmaakbaarheid*. Rosmalen: Alba Concepts.

Amfori (2020). Geraadpleegd 29-06-2020 via <https://www.amfori.org/>.

Bos, F., T. van der Pol, P. Zwaneveld (2016). *Beter omgaan met onzekerheid bij MKBA's infrastructuur*. Amsterdam: ESB.

De bouwagenda (2018). *Transitieagenda Circulaire Bouweconomie. Samen bouwen aan de circulaire economie voor Nederland in 2050*. Delft: De bouwagenda.

Durmisevic, E. (2006). *Transformable building structures: Design for disassembly as a way to introduce sustainable engineering to building design & construction*. Delft: TU Delft.

Ellen MacArthur Foundation (2015). *Circularity indicators: An approach to measuring circularity methodology*. Cowes: Ellen MacArthur Foundation. Geraadpleegd 18-03-2020 via [www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/insight/Circularity-Indicators\\_Project-Overview\\_May2015.pdf](http://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/insight/Circularity-Indicators_Project-Overview_May2015.pdf).

Europese Commissie (2017). *Critical Raw Materials for the EU*. Brussel: Publications Office of the European Union. Geraadpleegd 16-03-2020 via <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/25421/attachments/1/translations/en/renditions/native>.

Europese Commissie (2019). *Energy-related products – Material Efficiency Aspects for Ecodesign*. Brussel: Publications Office of the European Union. Geraadpleegd 29-03-2020 via [https://www.cenelec.eu/dyn/www/f?p=104:110:1625033049620401:::FSP\\_ORG\\_ID,FSP\\_PROJECT,FS P\\_LANG\\_ID:2240017,65687,25](https://www.cenelec.eu/dyn/www/f?p=104:110:1625033049620401:::FSP_ORG_ID,FSP_PROJECT,FS P_LANG_ID:2240017,65687,25).

Europese Commissie (2020). *Product Environmental Footprint Pilot Guidance, annex C*. Brussel; Publications Office of the European Union. Geraadpleegd 18-03-2020 via [https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/PEFCR\\_OEFSR\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/PEFCR_OEFSR_en.htm).

Europese Commissie (2017). *Level(s) – A common EU framework of core sustainability indicators for office and residential buildings – Parts 1 and 2*. Brussel: Publications Office of the European Union.

Global compact self assessment (2020). *Global Compact Self Assessment*. Geraadpleegd op ( 29-06-2020 via <https://globalcompactselfassessment.org/>.

Green Transformable Building (2018). *Reversible Building Design Basis*. Heerlen: Green transformable building.

Guinee, J.B. 2002. *Handbook on life cycle assessment operational guide to the ISO standards*. The International Journal of Life Cycle Assessment 7(5): 311–313.

ISO/TC 323 (2018). *Circular economy*. Geraadpleegd 16-03-2020 via <https://www.iso.org/committee/7203984.html>.

Kennisplatform CROW (2018). *Standaardsystematiek voor Kostenramingen*. Ede: CROW. Kennisplatform. Geraadpleegd op 23-6-2020 via <https://www.crow.nl/thema-projectmanagement/kostenmanagement/standaardsystematiek-voor-kostenramingen->

---

<sup>101</sup> De literatuurlijst bevat alleen bronnen waarnaar letterlijk wordt verwezen in de tekst van de leidraad. Andere bronnen die in de ontwikkeling van de afspraken zijn gebruikt, zijn niet opgenomen.

(ssk)#:~:text=De%20Standaardsystematiek%20voor%20Kostenramingen%20(SSK,de%20SSK%20op%20eenduidige%20wijze.

Lodder, M., C. Roorda, D. Loorbach, C. Spork (2017). *Staat van transitie: patronen van opbouw en afbraak in vijf domeinen*. Rotterdam: Drift for transition.

Manewa, A., C. Pasquire, A. Gibb, A. Ross, M. Siriwardena (2013). *Adaptable Buildings: Striving Towards a Sustainable Future*.

MVO Risico checker (2020). Geraadpleegd 29-06-2020 via <https://www.mvorisicochecker.nl/nl/ doe-de-check>.

NBN (2017). *Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Core rules for the product category of construction products*. Brussel: NBN. Geraadpleegd 16-03-2020 via [https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth\\_theme\\_file/20170216\\_be-pcr\\_draft\\_v4\\_1\\_clean\\_after\\_consultation\\_e350.pdf](https://www.health.belgium.be/sites/default/files/uploads/fields/fpshealth_theme_file/20170216_be-pcr_draft_v4_1_clean_after_consultation_e350.pdf).

NEN (1996). NEN 2660, *Orderingsregels voor gegevens in de bouw – Termen, definities en algemene regels*. Delft: NEN.

NEN (2012). NEN-EN 15804:2012, *Duurzaamheid van bouwwerken – Milieuverklaringen van producten – Basisregels voor de productgroep bouwproducten*. Delft: NEN.

NEN (2019). NEN-EN 15804:2012+A2:2019, *Duurzaamheid van bouwwerken – Milieuverklaringen van producten – Basisregels voor de productgroep bouwproducten*. Delft: NEN.

Platform CB'23 (2019a). *Framework circulair bouwen versie 1.0*. Delft: Platform CB'23. Geraadpleegd 16-03-2020 via <https://platformcb23.nl/downloads>.

Platform CB'23 (2019b). *Kernmethode voor het meten van circulariteit in de bouw*. Delft: Platform CB'23. Geraadpleegd 16-03-2020 via <https://platformcb23.nl/downloads>.

Platform CB'23 (2020a). *Platform CB'23 Lexicon circulaire bouw versie 2.0*. Delft: Platform CB'23.

Platform CB'23 (2020b). *Leidraad Paspoorten voor de bouw versie 2.0*. Delft: Platform CB'23.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (2018). *Grondstofscanner*. Den Haag: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. Geraadpleegd 16-02-2020 via <https://www.grondstoffenscanner.nl/#/>.

Rijksoverheid (2016). *Nederland circulair in 2050*. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu en ministerie van Economische Zaken. Geraadpleegd 18-06-2020 via <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/documenten/rapporten/2016/09/14/bijlage-I-nederland-circulair-in-2050>.

Rijksoverheid (2019). *Kamerbrief over maatregelen voor bevorderen circulair bouwen*. Den Haag; en Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. Geraadpleegd 18-06-2020 via <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2019/10/08/kamerbrief-over-maatregelen-voor-bevorderen-circulair-bouwen>.

Royal HaskoningDHV (2018). *Circulair sturen op hoogwaardig hergebruik van toegepaste en toe te passen materialen*. Nijmegen: Royal HaskoningDHV.

Russell, P., and S. Moffatt. 2001. *Assessing buildings for adaptability*. IEA Annex 31 *Energy-Related Environmental Impact of Buildings*.

Sala S., L. Benini, V. Castellani, B. Vidal-Legaz, V. De Laurentiis, and R. Pant (2019). *Suggestions for the update of the Environmental Footprint Life Cycle Impact Assessment: Impacts due to resource use, water use, land use, and particulate matter – EUR 28636 EN*.

Schmidt III R., K Sanchez Vibeak, S. Austin (2014). *Evaluating the adaptability of an industrialized building using dependency structure matrices*. *Construction Management and Economic.*, 32:1-2, 160-182, DOI: 10.1080/01446193.2013.847274.

Schmidt, R., T. Eguchi, S. Austin, A. Gibb (2010). *What is the meaning of adaptability in the building industry*. Bilbao: 16th International Conference on Open and Sustainable Building.

Stichting Bouwkwiteit (2019). *Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken*. Rijswijk: SBK.

Stichting Bouwkwiteit (2020). *Nationale Milieudatabase*. Rijswijk: SBK. Geraadpleegd 16-03-2020 via <https://www.milieudatabase.nl/>.

Straub, A., H. Van Nunen, R. Janssen, M.A.A.M. Liebregts (2011). *Levensduur van bouwproducten. Methode voor referentiewaarden*. Rotterdam: SBR.

TNO (2015). *Materialen in de Nederlandse economie; een kwetsbaarheidsanalyse*. Delft: TNO. Geraadpleegd 23-6-2020 via [www.grondstofscanner.nl](http://www.grondstofscanner.nl).

Van Dale online woordenboek (2019). Utrecht: Van Dale. Geraadpleegd 4-6-2019 via <https://www.vandale.nl/opzoeken>.

Wolf, M.-A., R. Pant, K. Chomkamsri, S. Sala, and D. Pennington. (2012). *The International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook*. European Commission. JRC References Reports. Publications Office of the European Union.

## Bijlage A

### Afspraken voor transitie naar circulaire bouw

Zoals aangegeven in paragraaf 1.2 zet Platform CB'23 zich in voor afspraken die de transitie naar een circulaire bouweconomie ondersteunen. Platform CB'23 ziet behoefte aan eenduidige afspraken op (vooral nog) zeven samenhangende hoofdonderwerpen. Deze hoofdonderwerpen zijn weergegeven in figuur 25.



**Figuur 25 – Hoofdonderwerpen circulair bouwen**

Allereerst is het belangrijk om in de circulaire bouw dezelfde taal te spreken (onderwerp 1). Afspraken over concepten, termen en definities helpen daarbij. Platform CB'23 heeft in dit kader het *Framework circulair bouwen versie* (Platform CB'23, 2019a) en het *Lexicon circulaire bouw* (Platform CB'23, 2020a) opgesteld.

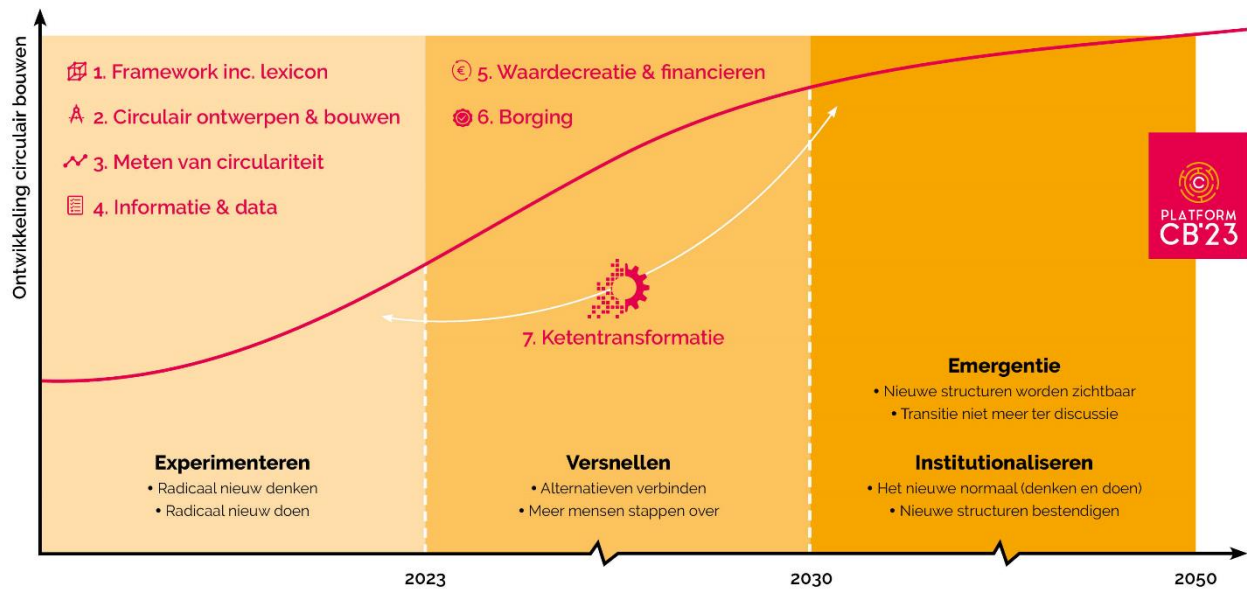
De onderwerpen 2 t/m 6 zijn inhoudelijke onderwerpen die verder moeten worden uitgewerkt. Met de onderwerpen 'meten van circulariteit' en 'informatie & data' is een start gemaakt in deze leidraad en in *Leidraad Paspoorten voor de bouw* (Platform CB'23, 2020b). Het is nog niet aan te geven waar en wanneer de overige onderwerpen worden uitgewerkt. Ook is nog onduidelijk of er onderwerpen (het rechter blok in figuur 25) moeten worden toegevoegd.

Het laatste onderwerp is de benodigde ketentransformatie (onderwerp 7). Dit is een onderliggende procesmatige verandering.

In de verschillende transitiefasen ligt het zwaartepunt op afspraken over verschillende onderwerpen. Platform CB'23 onderscheidt vier fasen.<sup>102</sup> Deze fasen zijn weergegeven in figuur 26.<sup>103</sup> Voor de eerste twee fasen is geschetst welke onderwerpen daarin het belangrijkste zijn.

<sup>102</sup> Deze fasen zijn gebaseerd op het transformatiemodel van Lodder (Lodder et al., 2017).

<sup>103</sup> Figuren 25 en 26 zijn als losse bestanden te downloaden op platformCB23.nl.



**Figuur 26 – Ontwikkelingen afspraken uitgezet in de tijd**

## Bijlage B

### Bestaande methoden voor de ontwikkeling van technisch-functionele waarde-indicatoren

In paragraaf 5.3.11 is aangegeven dat bestaande methoden in de B&U- en de GWW-sector kunnen worden gebruikt bij het ontwikkelen van de indicatoren voor technisch-functionele waarde. Het actieteam vindt dat de volgende methoden daarvoor in aanmerking komen:

- *Systems engineering*  
Ontwerpmethoden *systems engineering* en *value engineering* beginnen beide met het bepalen van functionele waarde. Beide methoden vertalen de functionele waarde naar technische prestatie-eisen. De methoden kunnen dus worden gebruikt voor de indicatoren voor technisch-functionele waarde.
- *Assetmanagement*  
Assetmanagement is een methode voor goed beheer tijdens de gebruiksfase. De methode biedt onder meer inzicht in kwaliteitsmanagement van materialen/producten en constructies, (het voorkomen van) degradatie en waardebehoud door levensduurverlenging. De methode kan ook worden gebruikt om levensduurverlenging, adaptief vermogen en inzet in volgende cycli te beoordelen.
- *Conditiemeting NEN 2767*  
De NEN 2767-conditiemeting is een werkwijze waarbij door visuele inspectie de conditie van een bouwwerk wordt bepaald. Deze norm kan ook worden gebruikt om de kwaliteit/waarde van een bouwwerk te beoordelen na een eerste levenscyclus.
- *(Technische) nulmeting*  
In een technische nulmeting wordt de technische prestatie van een element of product vastgelegd. Er bestaan verschillende methoden voor verschillende materialen en de gewenste prestaties. Deze nulmeting kan voor circulair bouwen op verschillende momenten worden uitgevoerd (bijvoorbeeld tijdens de gebruiksfase, aan het einde van de eerste levenscyclus, na demontage van een element en na transport).
- *DGBC losmaakbaarheid*  
De DGBC-methode voor losmaakbaarheid is gerelateerd aan ontwerpaspecten die iets kunnen zeggen over hoe goed producten/elementen demontabel zijn.
- *Levensduur NEN-ISO 15686*  
Met NEN-ISO 15686 kan de restlevensduur van een bouwwerk worden bepaald aan de hand van een **referentielevensduur** en specifieke factoren. Deze norm kan ook worden gebruikt om toekomstige waarde te bepalen. De norm biedt namelijk handvatten om de restlevensduur te bepalen aan de hand van generieke uitgangspunten met correcties voor de specifieke omstandigheden van het beschouwde project.

#### Formule geschatte levensduur

Geschatte levensduur = referentielevensduur \* vormfactoren

## Bijlage C

### Voorbeeld van de berekening van economische waarde

Paragraaf 5.3.12 bevat de bepalingwijze voor de indicatoren voor economische waarde. Deze bijlage bevat een voorbeeld van deze bepalingwijze om deze te verduidelijken.

Het voorbeeld is een kantoorpand met ca. 1000 m<sup>2</sup> BVO, gebouwd in 2020 met een levensduur van 50 jaar. Voor dit pand ziet de berekening van de economische waarde er als volgt uit:<sup>104</sup>

- Levenscyclusfase A ( $K_A$ ): € 1.000,-/m<sup>2</sup> BVO bouwkosten;
- Levenscyclusfase B ( $K_B$ ): € 50,-/m<sup>2</sup> BVO exploitatiekosten, verdisconteerd tot 2020;
- Levenscyclusfase C ( $K_C$ ): € 25,-/m<sup>2</sup> BVO einde-gebruiksduurkosten, verdisconteerd tot 2020;
- Levenscyclusfase D ( $B_D$ ): € 75,-/m<sup>2</sup> BVO baten, verdisconteerd tot 2020.

De hoeveelheid beschikbare economische waarde voor de volgende cyclus (indicator 6.2) wordt dan:

$$EW_b = \frac{75}{1000 + 50 + 25} * 100\% = 7.98\%$$

De hoeveelheid verloren economische waarde (indicator 7.2) wordt dan:

$$EW_v = 100\% - 7.98\% = 92.02\%$$

Hoe lager  $EW_v$ , hoe beter vanuit circulair oogpunt. In het ideale geval is  $B_D$  gelijk aan of groter dan de som van  $K_A$ ,  $K_B$  en  $K_C$ . Daardoor komt  $EW_b$  op 0% uit of krijgt deze zelfs een negatieve waarde (wat vanuit circulariteitsoogpunt dus positief is). In dat geval zijn de investeringen in een (deel)object aan het einde van de levenscyclus behouden of zelfs vermeerderd. Uiteraard is dat niet de (huidige) realiteit.

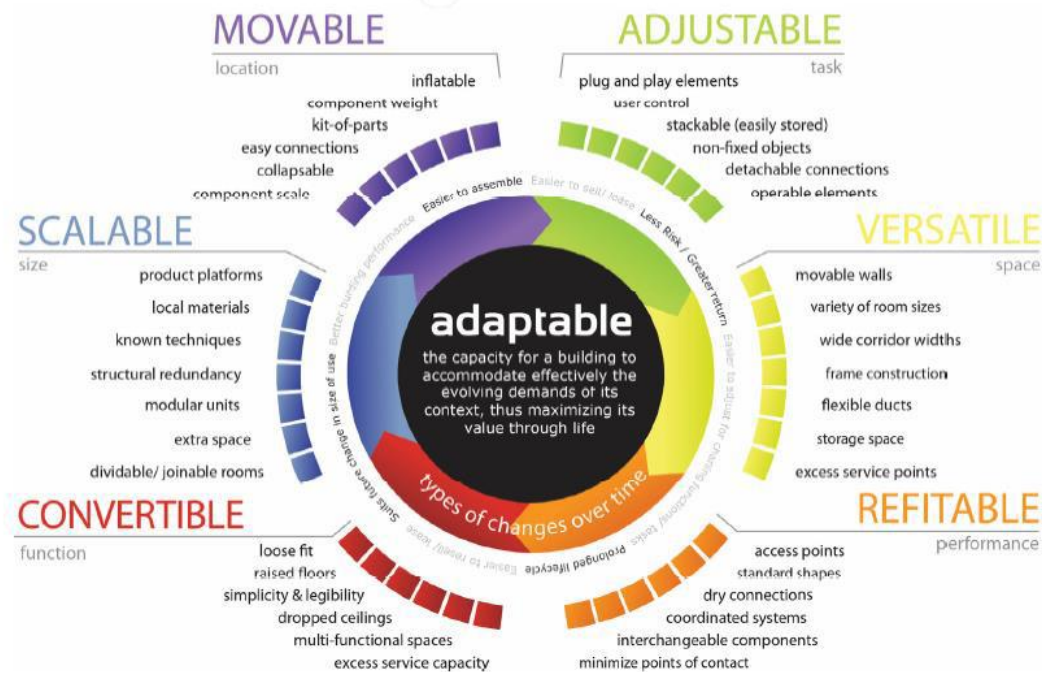
---

<sup>104</sup> De getallen zijn arbitrair, het voorbeeld is alleen bedoeld om de bepalingwijze te illustreren.

## Bijlage D

### Schaal van Schmidt

In paragraaf 6.4.1 wordt de schaal van Schmidt geïntroduceerd. In deze schaal worden zes typen adaptieve maatregelen onderscheiden. De schaal van Schmidt wordt gebruikt in de tabellen met aspecten van adaptief vermogen. Deze bijlage licht de Schaal van Schmidt<sup>105</sup> (zie figuur 27) verder toe.



Figuur 27 – De schaal van Schmidt

Een gebouw herinrichtbaar (*adjustable*) maken betekent dat de functie kan veranderen door aanpassingen aan los meubilair, maar zonder aanpassing aan het gebouw. Multifunctionaliteit (*versatility*) gaat over de mogelijkheid om ruimten in een gebouw anders in te delen, bijvoorbeeld met verplaatsbare wanden of panelen. Een aanpasbaar (*refitable*) gebouw heeft elementen (bijvoorbeeld een gevel of een vloer) die kunnen worden vervangen, verplaatst of verwijderd. Een gebouw is converteerbaar (*convertible*) als de functie kan veranderen door interne of externe aanpassing aan het gebouw. Bij een schaalbaar (*scalable*) gebouw kan de grootte worden aangepast, meestal door het gebouw uit te breiden. Een gebouw is tot slot verplaatsbaar (*movable*) als het naar een andere fysieke locatie kan worden overgebracht.

Figuur 28<sup>106</sup> geeft een korte extra toelichting bij de verschillende adaptieve maatregelen.

<sup>105</sup> Zie voor meer informatie over de schaal van Schmidt Manewa et al., 2013.

<sup>106</sup> De figuur is afkomstig uit Schmidt III et al, 2010.



able	type of change	decision-level	B-E scale	Time (cycle speed)	Brand's layers						
					Stuff	Space	Services	Skin	Structure	Site	
adjustable	change of task	user	components	daily/ monthly	○						
versatile (flexible)	change of space	user	components	daily/ monthly	○	○					
refitable	change of performance	user/ owner	components	7 years		○	○	○			
convertible	change of function	user/ owner	building	15 years		○	○	○			
scalable	change of size	owner	building	15 years		○	○	○	○		
movable	change of location	owner	building	30 years					○	○	

**Figuur 28 – De schaal van Schmidt in relatie tot de bouwwerklagen van Brand**

## Bijlage E

### Gebruikersverhalen denkkader

In paragraaf 8.2 is aangegeven dat fundamentele keuzes over het toepassingsgebied (zie hoofdstuk 2) en het denkkader (zie hoofdstuk 3) van de kernmeetmethode zijn gemaakt op basis van zes gebruikersverhalen. Deze bijlage bevat deze gebruikersverhalen.

**Tabel 14 – Gebruikersverhaal Rijkswaterstaat**

<b>Organisatie</b>	<b>Rijkswaterstaat (RWS)</b>
<b>Rol organisatie</b>	Opdrachtgever van grote GWW-projecten
<b>Project</b>	Nieuwbouw, beheer, onderhoud, uitbreiding en demontage van snelwegen, bruggen, tunnels, sluizen, dijken en waterkeringen. We gaan hierbij uit van een relatief lange levensduur.
<b>Waarom circulair bouwen?</b>	We hebben de ambitie om in 2030 volledig circulair te werken. Daarbij zou volgens het Rijksbrede programma circulaire economie uit 2017 minstens 50% minder primaire grondstoffen moeten worden gebruikt. Circulair bouwen zal gevolgen hebben voor een groot aantal werkprocessen binnen Rijkswaterstaat, en voor de samenwerking met partners uit de bouwcyclus. We werken aan een Impuls Programma CE, dat duidelijk moet maken hoe beide ambities kunnen worden gerealiseerd. Platform CB'23 speelt niet alleen een belangrijke rol bij het samen met marktpartijen realiseren van pilotprojecten met circulaire oplossingen, maar ook bij de ontwikkeling van nieuwe vormen van samenwerking met onze bouwpartners. We zien circulair bouwen als onderdeel van een bredere doelstelling gericht op meerdere duurzaamheidsdoelen. Zo wordt onder meer gezocht naar een integrale benadering van klimaat en circulaire doelen.
<b>Wanneer gebruik je de meetmethode?</b>	Het liefst gedurende het gehele circulaire bouwproces. Dus van de eerste verkenningen voor een project (op basis waarvan we de criteria voor het ontwerp en de realisatie bepalen) tot het ondersteunen in de keuzes die moeten worden gemaakt voor het vaststellen van het uiteindelijke plan. Ook monitoren we graag de prestatie met betrekking tot circulariteit van ons gehele areaal.
<b>Wat wil je dan weten?</b>	We hebben graag meer inzicht in de eigenschappen van gebruikte materialen: zijn ze primair of secundair, hoogwaardig hergebruikt of niet, hernieuwbaar of niet, schaars of niet. Ook willen we graag weten of het materiaal dat wordt gebruikt, echt noodzakelijk is. Kunnen we bijvoorbeeld zonder vangrail? Met minder hetzelfde doen kan ook betekenen dat een bouwwerk makkelijk(er) aan te passen is aan de gevraagde capaciteit. Of zelfs in zijn geheel te verplaatsen en te hergebruiken is als het niet meer geschikt is op de ene plek, maar nog niet helemaal hoeft te worden afgeschreven. Daarnaast willen we graag beter weten welke afvalstromen we kunnen verwachten. Hoe hoogwaardig kunnen die worden hergebruikt en wat voor verwerkingskosten kunnen we verwachten? Natuurlijk bekijken we al deze vragen altijd in relatie met de milieu-impact. Uiteindelijk moet dat beter uitpakken over alle levenscycli om alle circulaire aanpassingen te verantwoorden.

**Tabel 15 – Gebruikersverhaal Heijmans**

<b>Organisatie</b>	<b>Heijmans</b>
<b>Rol organisatie</b>	Opdrachtnemer in de bouw en infra, aansturen veel (kleinere) onderaannemers/partners en leveranciers
<b>Project</b>	Inschrijving op een aanbesteding voor of realisatie van een infraproject en/of gebouw. We doen zowel nieuwbouw als renovatie, beheer en onderhoud en demontage.
<b>Waarom circulair bouwen?</b>	We zien circulair bouwen als een middel om minder primaire materialen te gebruiken en milieu-impact te verlagen (zoals CO <sub>2</sub> -uitstoot).
<b>Wanneer gebruik je de meetmethode?</b>	Bouwbedrijven willen een prestatie kunnen leveren op het gebied van circulariteit en zich daarmee duidelijk kunnen onderscheiden van anderen. Ook willen we vóór het aanbod verschillende ontwerpvarianten met elkaar kunnen vergelijken. Verder is het belangrijk dat leveranciers op een eenduidige manier kunnen aangeven hoe circulair hun product is.
<b>Wat wil je dan weten?</b>	Vooral de grootte van de inputstromen van primair en secundair materiaal, de hoogwaardigheid van hergebruik in de inputstromen en de te verwachten hoogwaardigheid van hergebruik van recyclestromen. Ook willen we graag een manier hebben om de afweging te kunnen maken tussen ontwerpen met een korte levensduur en relatief lage milieu-impact en ontwerpen met een langere levensduur en een relatief hoge milieu-impact.

**Tabel 16 – Gebruikersverhaal Rijksvastgoedbedrijf**

<b>Organisatie</b>	<b>Rijksvastgoedbedrijf (RVB)</b>
<b>Rol organisatie</b>	Beheerder van rijksgebouwen en gronden
<b>Project</b>	Opdrachtverlening voor bouwen, onderhouden, renoveren, uitbreiden of demonteren van onder andere grote kantoren (bijvoorbeeld voor ministeries), gevangenissen, rechtbanken, musea en paleizen.
<b>Waarom circulair bouwen?</b>	We zien circulair bouwen als onderdeel van bouwen met minder milieu-impact. Circulair bouwen richt zich daarbinnen specifiek op vermindering van de druk op primaire materialen en waardebehoud, kortom het verbeteren van hoogwaardig hergebruik van toekomstige product- en recyclestromen.
<b>Wanneer gebruik je de meetmethode?</b>	We willen de meetmethode gebruiken bij inkoop van projecten en producten. Zowel als harde ondergrens (eis) als na te streven ambitie (gunningcriterium). Met de meetmethode kunnen we het circulaire niveau van onze voorraadbrede jaaractiviteiten aantonen, inclusief de verbeterstappen die we maken. Belangrijk is dat de methode toepasbaar is op veel verschillende vastgoedingrepen (nieuwbouw, renovatie, onderhoud, de aanschaf van een los product en de afdankfase). In de afdankfase geeft de score (per product, laag van Brand of gebouw) informatie over oogstbare waarden.
<b>Wat wil je dan weten?</b>	<p>Eén circulariteitsscore die de milieu-impact van een product uitdrukt en deze afzet tegen de aannemelijke levensduur en de mate van herbruikbaarheid (bijv. door losmaakbaarheid) van die toegepaste grondstoffen.</p> <p>Daarbij gaan we ervan uit dat zaken als adaptief bouwen, het benutten van materialen/producten uit andere gebouwen, toxiciteit en de aannemelijke levensduur versus de regenerbaarheid van de aarde worden meegenomen.</p> <p>Het liefst zouden we de circulaire prestatie integreren met de milieuprestatie tot één score.<sup>107</sup> Toepasbaar van product- tot gebouwniveau. De score moet, ongeacht de gebruikte tool en/of uitvoerende partij leiden tot een en dezelfde uitkomst.</p> <p>Hoewel sociale rechtvaardigheid een belangrijk (randvoorwaardelijk) aspect is van duurzaam inkopen, vinden we dat het niet meegenomen moet worden in de leidraad. We denken dat het te complex wordt.</p>

<sup>107</sup> Extra opmerking RVB: Belangrijk is dat de scores gelijk op lopen met de stand der (recycling)techniek. De milieudatabase moet wellicht worden gekoppeld aan een database met hoogwaardig hergebruikpotentie per grondstofstroom. Samen met een paspoort heb je daarmee een circulariteitsscore die altijd actueel is. En niet alleen interessant bij inkoop, maar ook bij einde levensduur.

**Tabel 17 – Gebruikersverhaal Branchevereniging Nederlandse Architectenbureaus (BNA)**

<b>Organisatie</b>	<b>Branchevereniging Nederlandse Architectenbureaus (BNA)</b>
<b>Rol organisatie</b>	Belangenorganisatie voor architecten
<b>Project</b>	Ontwerp van een nieuw te bouwen, te renoveren of uit te breiden bouwwerk of gebied
<b>Waarom circulair bouwen?</b>	Als architecten willen we graag zo veel mogelijk waarde creëren met een bouwwerk. Dat betekent dat we in het kader van circulariteit hoog inzetten op toekomstbestendig bouwen. Het zorgt ervoor dat een bouwwerk niet hoeft te worden afgebroken, maar interessant blijft voor een andere gebruiker of functie.
<b>Wanneer gebruik je de meetmethode?</b>	Voor onszelf is het prettig om gefundeerde keuzes te kunnen maken over de beste optie voor een design. Daarbij maken we samen met de opdrachtgever afwegingen tussen alle verschillende duurzame facetten, die soms ook tegenstrijdig met elkaar zijn. Het is belangrijk die keuzes goed te kunnen onderbouwen.
<b>Wat wil je dan weten?</b>	Voor de ontwikkeling van een bouwwerk of een gebied is het interessant om inzicht te hebben in hoe adaptief een bouwwerk is, omdat er dan meer waarde wordt gecreëerd. Daar staat tegenover dat de milieulast en de input van primaire grondstoffen zo laag mogelijk moeten zijn. We hebben behoefte aan inzicht in de hergebruikswaarde van een bouwwerk of producten als geheel, en de te verwachten hoogwaardigheid van hergebruik van vrijkomende materialen.

**Tabel 18 – Gebruikersverhaal Waternet**

<b>Organisatie</b>	<b>Waternet</b>
<b>Rol organisatie</b>	Beheerder (drink)watermanagementvoorzieningen in de regio Amsterdam
<b>Project</b>	Opdrachtverlening voor voornamelijk relatief kleine projecten voor onderhoud en renovatie van voornamelijk infrastructuur
<b>Waarom circulair bouwen?</b>	Duurzaamheid staat hoog in het vaandel voor Waternet, circulair bouwen hoort daar vanzelfsprekend bij. We zijn vooral geïnteresseerd in de CO <sub>2</sub> -besparing en materiaalbesparing die circulair bouwen op de lange termijn kan opleveren.
<b>Wanneer gebruik je de meetmethode?</b>	Vóór een inkoopprocedure willen we al bepaalde keuzes maken op basis van de resultaten van de meetmethode: we kiezen bewust voor bepaalde criteria of eisen. We proberen met de manier van opstellen van de uitvraag onder andere circulair bouwen toegankelijker te maken voor het mkb. Tijdens de daaropvolgende inkoopprocedure gebruiken we de meetmethode om het aanbod met elkaar te vergelijken. Daarnaast willen we over Waternet als geheel antwoord kunnen geven op de vraag: hoever zijn we al?
<b>Wat wil je dan weten?</b>	We zijn zeer geïnteresseerd in de CO <sub>2</sub> -uitstoot van een bepaald voorstel, en ook in de effecten van een bouwwerk in de grotere regio. Wellicht kunnen we door één bouwwerk wat aan te passen, de nieuwbouw of renovatie van andere bouwwerken voorkomen. Ook worden we graag geholpen in het maken van de afweging of het beter is om een bepaald bestaand bouwwerk nog extra lang te gebruiken, of het op korte termijn te demonteren en de onderdelen zo veel mogelijk te hergebruiken. Daarnaast willen we circulair bouwen graag combineren met de sociale doelen die we hebben als organisatie.

**Tabel 19 – Gebruikersverhaal Metropoolregio Amsterdam (MRA)**

<b>Organisatie</b>	<b>Metropoolregio Amsterdam (MRA)</b>
<b>Rol organisatie</b>	Bevorderen van samenwerking tussen gemeenten in de Metropoolregio Amsterdam
<b>Project</b>	Afspraken maken over of en hoe je in gemeenten aan de slag kunt gaan met circulair bouwen
<b>Waarom circulair bouwen?</b>	De gemeenten in onze regio zijn in het kader van circulariteit vooral geïnteresseerd in vermindering van de druk op primaire materialen en waardebehoud.
<b>Wanneer gebruik je de meetmethode?</b>	De vragen die nu leven bij onze gemeenten, zijn: Waarop baseren we welke criteria voor circulariteit we gebruiken in een uitvraag? Hoe kunnen we ervoor zorgen dat het bewijs dat aan deze criteria wordt voldaan, van vergelijkbare waarde is? En hoe weten we hoe goed we het doen als circulair bouwende gemeente?
<b>Wat wil je dan weten?</b>	Hier bestaat nog geen overeenstemming over in de MRA. Maar het ligt voor de hand dat de volgende zaken van interesse zijn voor de gemeenten: input van primair/secundair materiaal, input van hernieuwbaar materiaal, input van hoogwaardig hergebruikt materiaal, efficiëntie van materiaalgebruik, milieu-impact van materiaalgebruik, mogelijkheden tot hoogwaardig hergebruik van gehele producten of gebouwen en van materiaalstromen, en de te verwachten hoeveelheden afval.

## Bijlage F

### Gebruikersverhalen schaarste

In paragraaf 8.3.1 is aangegeven dat gebruikersverhalen zijn gebruikt om te achterhalen welke dimensies van schaarste verschillende stakeholders<sup>108</sup> in de kernmeetmethode zouden willen terugzien. Deze bijlage geeft kort de resultaten van de gesprekken met de stakeholders weer.

#### Rijkswaterstaat

Schaarste heeft voor RWS veel te maken met leveringszekerheid in de toekomst. De leveringszekerheid van sommige grondstoffen kan kleiner worden, terwijl we dat niet gelijk verwachten. Een voorbeeld daarvan is bitumen, dan als gevolg van betere raffinage processen en een verminderde beschikbaarheid van ruwe olie in de toekomst relatief schaarser kan worden. Een verhoging van de zeespiegel kan in de toekomst misschien leiden tot het relatief schaarser worden van ophoogzand.

Naast de bestaande ADP (als onderdeel van een LCA) en de geologische voorraden is het wenselijk dat soort factoren ook mee te nemen in het bepalen van de toekomstige leveringszekerheid van bouwgrondstoffen. De economische aspecten zijn dan waarschijnlijk minder van belang.

#### Heijmans

Het is van belang dat we een maat voor schaarste opnemen in de kernmeetmethode. Die maat is bij voorkeur gerelateerd aan leveringszekerheid van de grondstoffen. Daarbij is een maat voor uitputting van de grondstoffen van groot belang, maar er moet geen dubbel telling ontstaan met de reeds gebruikte ADP in de LCA methode.

#### Rijksvastgoedbedrijf

De leidraad noemt het beschermen van materiaalvoorraden als een van de doelen (zie paragraaf 3.1.1). Volgens RVB ligt de nadruk van dit beschermen vooral op de herbruikbaarheid van de toegepaste grondstoffen. Dat is reeds onderdeel van de mate van hergebruik en recycling in de kernmeetmethode. Bij materialen die hernieuwbaar zijn is het minder een issue.

Schaarste is een dagkoers. Op het moment dat je schaarste de gebouwscore mede laat bepalen, dan wordt dit eveneens een dagkoers. Wat vandaag schaars is, is het morgen wellicht niet meer schaars doordat er alternatieven zijn gevonden of de vraag afneemt. Dit is dus zelfregulerend. De voorkeur gaat er naar uit om schaarse materialen niet anders te behandelen dan andere materialen.

Wel is het belangrijk vast te leggen welke materialen in een gebouw verwerkt zijn en welke mate deze materialen herbruikbaar zijn. Dit doet een materialenpaspoort.

Schaarste wordt dus bepaald door het verschil in vraag en aanbod, dat is een economisch beginsel en heeft geen invloed op het milieuvraagstuk. Het meetbaar maken van circulariteit gaat over:

- De milieu-impact van gebruikte materialen t.o.v. kwaliteit en gebruiksduur van het bouwwerk.
- De herbruikbaarheid (welke benutte milieuwaarde wordt vernietigd / kan weer worden ingezet).

---

<sup>108</sup> Veel van deze stakeholders zijn in een eerder stadium ook gesproken over het denkkader (zie bijlage E).



- De (niet-)herstelbaarheid van de aarde (voor welke gebruiksduur / levensduur heb je iets onttrokken en hoe verhoudt zich dat tot de regenererbaarheid?).

Dit geldt voor alle materialen en staat los van schaarste.

### BNA

Voor de BNA speelt schaarste vooral een rol als factor in het *design for reassembly*. Dus eigenlijk meer de waarde vanuit het beeld dat grondstoffen beschikbaar dienen te blijven na afloop van de levensduur van bouwwerken. Daarmee kan je tot minder toevoegingen van bouwgrondstoffen aan de bestaande voorraad komen en ben je minder afhankelijk van nieuwe grondstoffen. Het behoud van waarde van de grondstoffen of de daarmee geproduceerde bouwmaterialen is daarbij voor de BNA van belang. BNA ziet een kwantitatieve maat voor zich van de toegepaste schaarse materialen. Het is belangrijk dat schaarse materialen waarvan de toepassing vanuit sociaal of milieutechnisch oogpunt onverantwoord is, niet zouden moeten worden toegepast, los van het feit of deze materialen vervolgens wel in de kringloop blijven. Die integrale afweging moet altijd worden gemaakt.

### TNO

TNO is betrokken bij veel studies over schaarste en leveringszekerheid die gedurende de afgelopen jaren zijn uitgevoerd. Er is op basis van de huidige studies wel een indicator af te leiden voor schaarste, maar de vraag is meer wat je onder schaarste verstaat. De meeste betrokkenen zullen vooral geïnteresseerd zijn in de leveringszekerheid van grondstoffen en dan is schaarste eigenlijk geen correcte term. Schaarste is meer gerelateerd aan de beschikbare voorraden van een grondstof en behelst minder de kritikaliteit of leveringszekerheid. Leveringszekerheid wordt ook bepaald door geopolitieke verdeling en machtsconcentraties. Dit is dus meer dan alleen uitputting van grondstoffen.

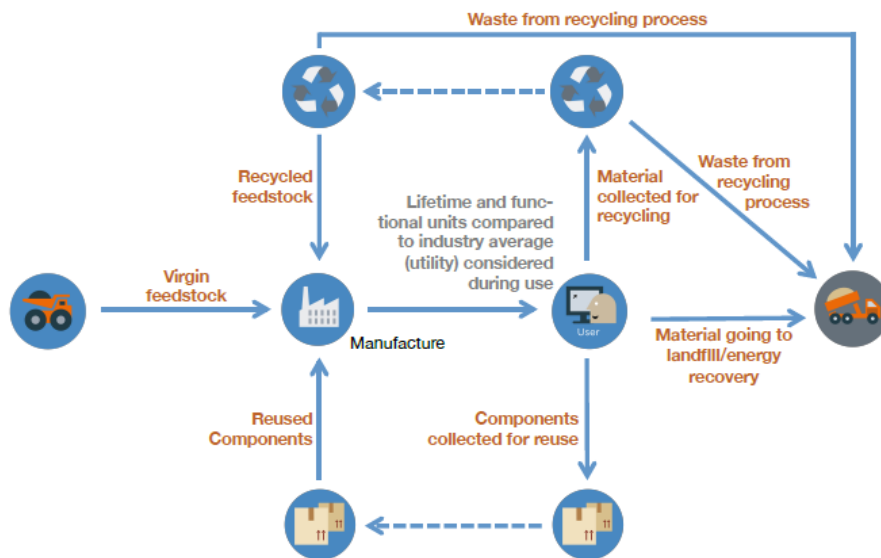
De indicator ADP in de LCA is geen goede parameter voor leveringszekerheid, omdat het begrip “reserves” moeilijk in beeld te brengen is, maar wel onderdeel van ADP uitmaakt. Dat maakt het resultaat van deze ADP minder betrouwbaar als indicator voor schaarste.

## Bijlage G

### Relatie tussen indicatoren van de kernmeetmethode en de parameters van de MCI-berekening

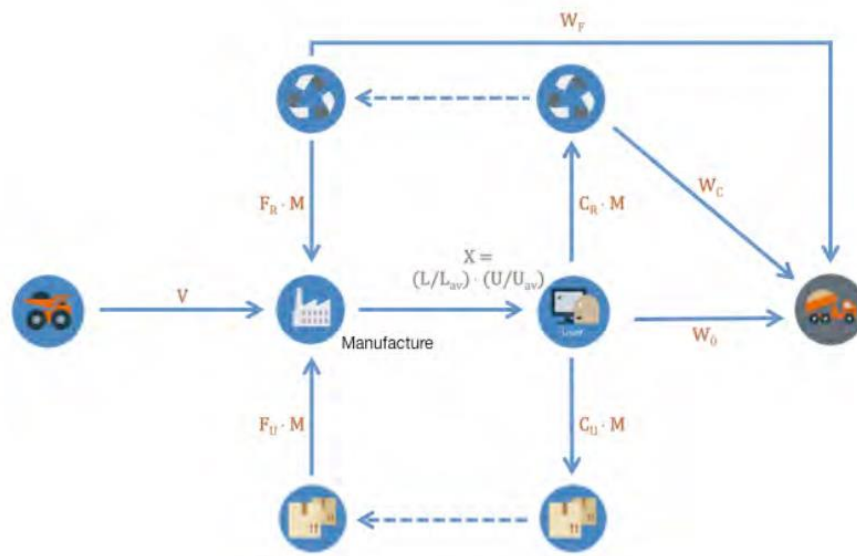
Zoals aangegeven in paragraaf 9.2 kan met de data voor de kernmeetmethode ook een MCI-score worden berekend. Deze bijlage beschrijft hoe dat in zijn werk gaat.

De berekening van de MCI-score is gebaseerd op de verschillende materiaalstromen tijdens de levenscyclus van een (deel)object. Deze materiaalstromen staan in figuur 29.



**Figuur 29 – De levenscyclus zoals die wordt beschouwd in de MCI-methode**

In de MCI-methode krijgt elke materiaalstroom een parameter. Al deze parameters zijn nodig om de MCI-score te berekenen. Deze parameters zijn weergegeven in figuur 30.



**Figuur 30 - Parameters voor berekening van de MCI-score**

In deze parameters is M de massa van het (deel)object.  $W_c$  en  $W_f$  zijn afvalstromen. Deze worden bepaald op basis van recyclingsprocessen waarmee de secundaire feedstock ( $F_r$ ) wordt geproduceerd en/of de te recyclen outputstroom ( $C_rM$ ) wordt verwerkt.

De parameters worden vervolgens ingevuld in onderstaande formules.

$$MCI^*_p = 1 - LFI \cdot F(X).$$

$$LFI = \frac{V + W}{2M + \frac{W_F - W_C}{2}}$$

$$F(X) = \frac{0.9}{X}$$

In deze formule zegt X iets over de levensduur. Als een (deel)object langer meegaat dan het industriegemiddelde, wordt X groter. X is 1 als de levensduur gelijk is aan het industriegemiddelde en bijvoorbeeld 2 als de levensduur twee keer zo lang is.

De data van de kernmeetmethode kunnen worden gebruikt om een MCI-score te berekenen. In dat geval moet worden gerekend met  $X=1$ , omdat de kernmeetmethode (nog) geen indicator kent voor levensduurverlenging. Tabel 20 geeft weer welke indicatoren uit de kernmeetmethode gelijk zijn aan welke parameters in de MCI-methode.

**Tabel 20 - Relatie tussen indicatoren van de kernmeetmethode en de parameters van de MCI-methode**

Omschrijving	Indicator kernmeetmethode	Parameter in MCI model
Virgin inputstroom <sup>109</sup>	1.1 Hoeveelheid gebruikt primair materiaal	V
Secundaire inputstroom uit hergebruik	1.2.1 Hoeveelheid secundair materiaal uit hergebruik	$F_u \cdot M$
Secundaire inputstroom uit recycling	1.2.2 Hoeveelheid secundair materiaal uit recycling	$F_r \cdot M$
Output voor recycling	2.2 Hoeveelheid materiaal voor recycling	$C_r \cdot M$
Output voor hergebruik	2.1 Hoeveelheid materiaal voor hergebruik	$C_u \cdot M$
Afval uit primair proces	Som van 3.1 (energieterugwinning) + 3.2 (stort)	$W_0$
Afval uit recycling	Niet als aparte indicator beschikbaar	$W_f$ en $W_c$

<sup>109</sup> Madaster (online bibliotheek van materialen) hanteert een variant van de MCI-methode die hernieuwbare grondstoffen beschouwt als secundaire grondstoffen, ook als ze primair zijn.

## Bijlage H

### Leden actieteam 2018-2019

De volgende organisaties waren lid van het actieteam 2018-2019:

- NIBE (voorzitter)
- Advieslab Jeeninga
- Alba Concepts
- BAM
- Betonhuis
- Branchevereniging Nederlandse Architectenbureaus (BNA)
- Boskalis
- Stichting Bouwkwiteit (SBK)
- CE Delft
- Centrum Hout
- Dutch Green Building Council
- Ecochain
- Ecotex
- Heijmans
- KWS
- Mineralz B.V.
- Movares
- Metropoolregio Amsterdam (MRA)
- NVTB
- Optimal Planet
- Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)
- Pré Sustainability
- Primum
- Rijksvastgoedbedrijf
- Rijkswaterstaat
- Rijnboutt
- RIVM
- Rockwool B.V.
- Roelofs groep
- SGS INTRON
- SGS search B.V.
- TNO
- Universiteit van Amsterdam
- Vlakglas recycling Nederland
- Vereniging van waterbouwers
- W/E adviseurs
- We boost
- Witteveen + Bos

## Bijlage I

### Leden actieteam 2019-2020

De volgende organisaties waren lid van het actieteam 2019-2020:

- NIBE (voorzitter)
- ABT B.V.
- Antea Group
- Arcadis
- Arup
- AT Lawyers
- Ballast Nedam
- BAM
- Betonhuis
- BNA
- Boskalis Nederland B.V.
- Cascade vereniging van zand- en grindproducenten
- C-creators
- Centrum Hout
- DCBAdvies
- DE MAR BLOCK2BUILD B.V.
- Eco Intelligence
- EY
- FSC Nederland
- Gemeente Den Haag
- Gemeente Utrecht
- Gemeente Rotterdam
- Heijmans
- Houtwerf
- HTC parking & security B.V.
- KNB
- LBP|SIGHT
- Lievense Bouw/Infra/Milieu
- LKSVD architecten
- Merosch
- Movares
- Nijhuis Toelevering B.V.
- NVTB
- Ooms architecten
- Optimal Planet
- Planbureau voor de leefomgeving (PBL)
- Peutz
- Pioneering
- PRé Sustainability
- Primum
- Provincie Noord-Holland
- RAU & Madaster
- Rendemint B.V.
- Rijksvastgoedbedrijf
- Rijkswaterstaat
- Rijnboutt

- RIVM
- ROCKWOOL B.V.
- Roelofs
- Royal Haskoning DHV
- Saint-Gobain Construction Products B.V.
- Sant Verde B.V.
- SBK
- SGS Intron B.V.
- SGS Search B.V.
- Smart Building Design
- Stichting Stimular
- Stroomversnelling
- Strukton Worksphere
- Sweco Nederland
- Ter Steege Advies & Innovatie
- TNO
- Transitiebureau circulaire bouweconomie
- TU Delft - Faculteit Bouwkunde
- Unica
- Unilin panels
- Universiteit Twente
- Universiteit van Amsterdam
- VELUX Nederland
- Vereniging Nederlands Kalkzandsteenplatform
- VMRG
- W/E adviseurs
- Waterschap Rivierenland
- Wienerberger B.V.
- Woonstad Rotterdam
- Xidoor