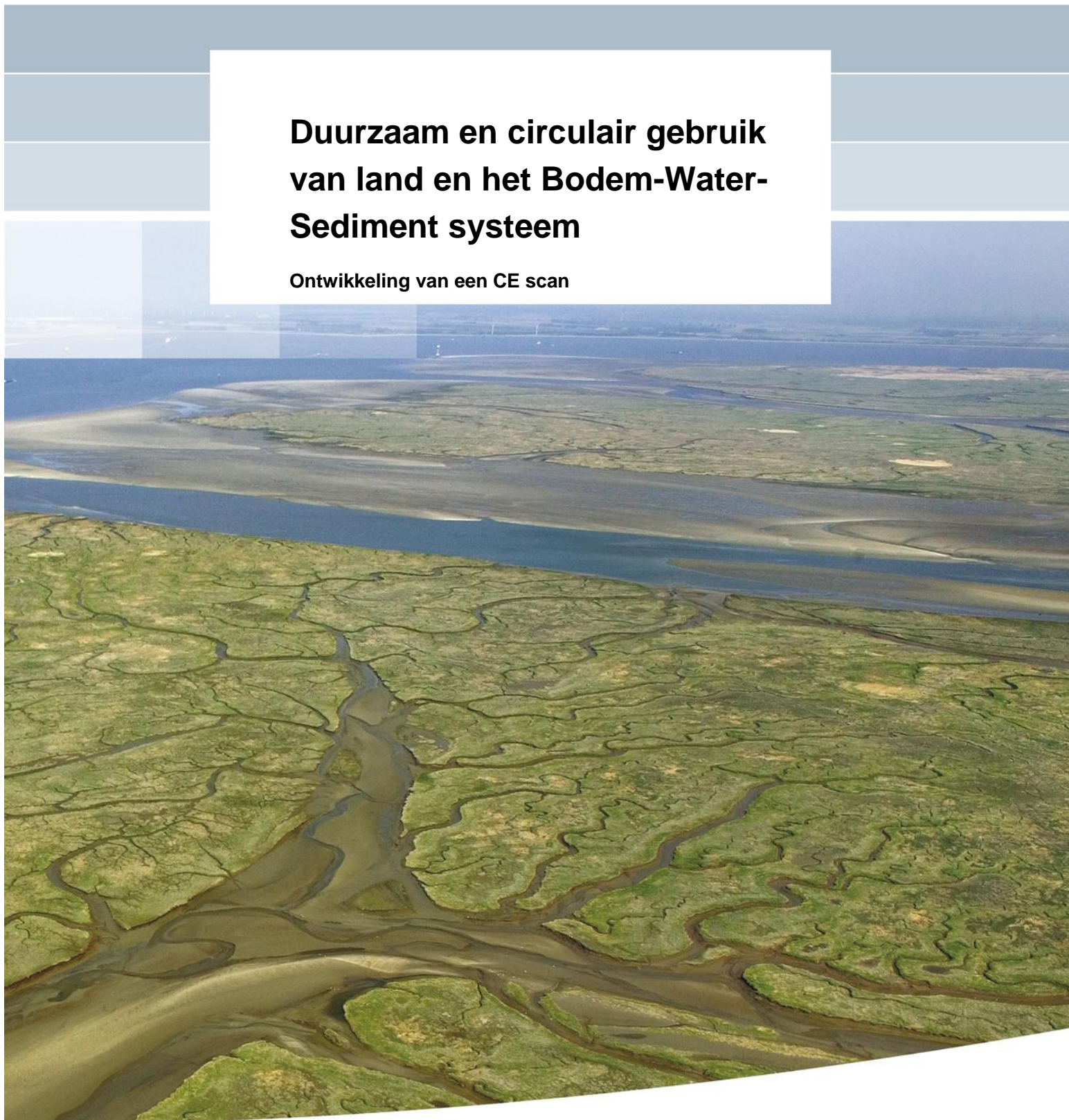


**Duurzaam en circulair gebruik  
van land en het Bodem-Water-  
Sediment systeem**

Ontwikkeling van een CE scan



# **Duurzaam en circulair gebruik van land en het Bodem-Water-Sediment systeem**

Ontwikkeling van een CE scan

**Titel**

Duurzaam en circulair gebruik van land en het Bodem-Water-Sediment systeem

**Project**

11202748-008

**Kenmerk**




11202748-008-ZWS-0001

**Pagina's**

56

**Trefwoorden**

Circulaire economie, Sediment, Bodem, Water, Systeem

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1.0	dec. 2018	S. Moinier		N. Sardjoe		Hans Vissers	
		L. Maring					
		S. Kok					

**Status**

definitief

## Inhoud

<b>1 Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>2 CE in relatie tot de leefomgeving</b>	<b>5</b>
2.1 Definitie van CE	5
2.2 Circulaire economie in relatie tot historische economische denkframes	5
2.3 Circulaire economie – technologische en biologische kringlopen	6
2.4 De rol van het natuurlijk systeem in circulaire economie	7
<b>3 CE - Concepten en methodieken</b>	<b>8</b>
3.1 CE-concepten	8
3.2 CE- methodieken	9
<b>4 CE bij Deltares: Land en BSW systeem</b>	<b>12</b>
<b>5 CE-Scan methodiek</b>	<b>16</b>
5.1.1 Tier 1 CE-Scan	17
5.1.2 Tier 2 CE-Scan	18
5.1.3 Tier 3 CE-Scan	19
<b>6 Doorwerking van de CE-scan</b>	<b>21</b>
<b>7 Literatuur</b>	<b>23</b>
<b>Bijlage Ia concepten achter CE</b>	<b>26</b>
De functionele diensteneconomie of prestatie-economie	26
Regenerative design	26
Industrial symbiosis (Lowe and Evans 1995)	26
Cleaner Production (UNEP, 1998).	26
Ecosysteemdiensten-denken (diverse auteurs zoals Constanza en de Groot)	27
Natuurlijk kapitaal	27
De blauwe economie	27
Biomimicry	28
De industriële ecologie;	28
De Cradle to Cradle ontwerpfilosofie	28
De Donut-economie	29
The Natural Step	29
Sustainable Materials Economy (Geiser 2001)	30
The Waste Hierarchy / Lansink ladder	30
Product Life-Cycle System (EPA 1993)	31
Material Efficiency (Allwood et al. 2011)	31
<b>Bijlage Ib CE methodieken</b>	<b>32</b>
9 R's - niveaus van circulariteit	32
Circulariteit in de baggerketen	33
7 pijlers van CE en circulaire potentieanalyse	33
Circulariteitsindicatoren Ellen MacArthur Foundation	34
Life Cycle Assessment	35

Material Flow analysis	35
<b>Bijlage II beschrijving kringlopen en voorbeelden</b>	<b>36</b>
Kringloop en voorbeelden: Land	36
Sediment	37
Bodem / ondergrond	38
Water	39
Nutriënten	41
Koolstof / CO <sub>2</sub>	41
Organische stof	42
Energie	43
<b>Bijlage III uitwerking voorbeelden Tier 1 werksessie</b>	<b>45</b>
E-USE(aq)	46
VONK	48
Circulaire economie scan – Grofzandbarriere	49
Circulaire economie scan – Vervanging en Renovatie van Natte Kunstwerken –	51
Circulair sedimentgebruik voor de waterschappen	53

## 1 Inleiding

We zitten in een transitieperiode. De druk op het Bodem-Sediment-Water-(BSW)-systeem wordt steeds groter door allerlei veranderingen (klimaatverandering, bevolkingsgroei) en claims (energietransitie, voedselproductie, verstedelijking) die we erop leggen. Er komt steeds meer aandacht voor en inzicht in dat we bepaalde knikpunten gaan bereiken in de draagkracht van het natuurlijk systeem, analoog aan de boodschap uit “grenzen van de groei” (Club van Rome, 1972), zoals de club van Rome al in de jaren 70 aangaf (kader 1.1).

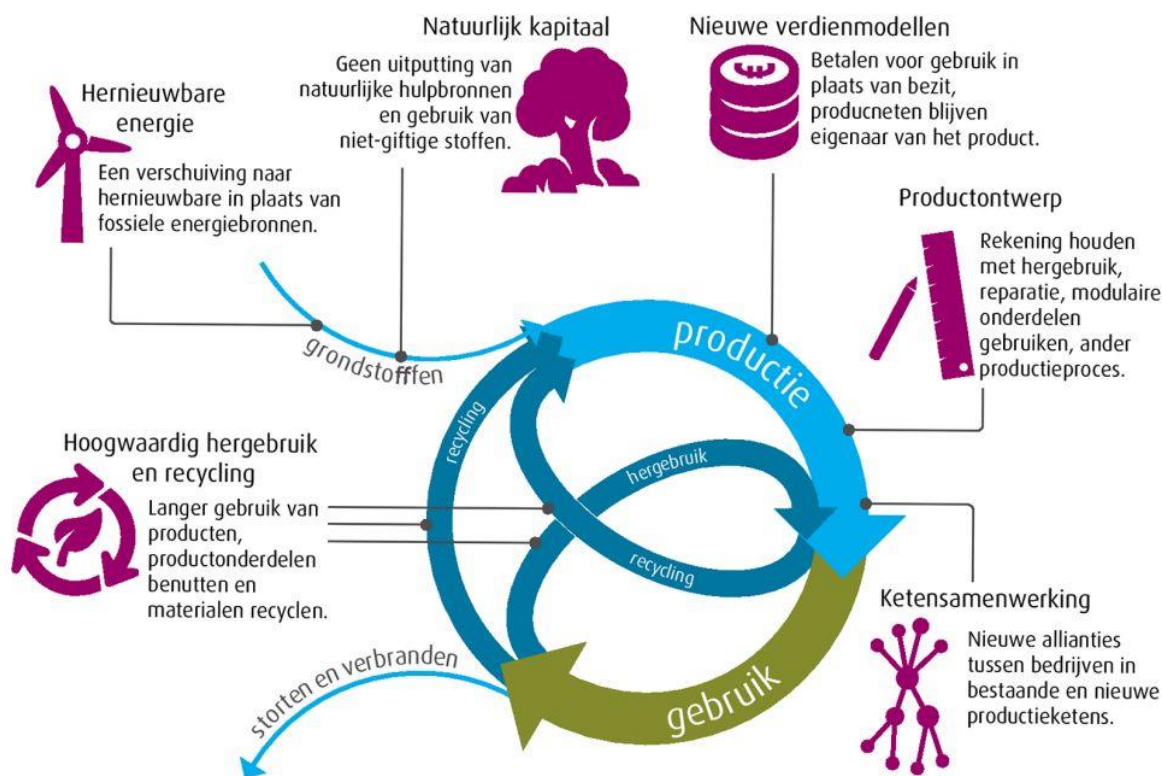
Kader 1.1: omslag naar een duurzaam scenario volgens club van Rome en PBL (Oikos denktank, 2012)

Alle scenario's in het originele rapport 'Limits to Growth' van de Club van Rome (1972) voorspellen een economische groei tot 2000: het standaardscenario (zonder wijziging van het beleid) komt uit bij een ecologische en economische crash rond 2050. Veertig jaar na de publicatie van het oorspronkelijke rapport zitten we ver voorbij de duurzame grenzen wat betreft grondstoffengebruik en vervuilende uitstoot. Zowel het originele rapport als de tweede update na 30 jaar geven duidelijk aan dat er een duurzaam scenario bestaat, waarbij we ons terug binnen de grenzen van de planeet aarde kunnen navigeren. In dit scenario zijn technologische innovatie en efficiëntere productie absoluut noodzakelijk maar niet voldoende: in het duurzame scenario moeten we onze samenleving op alle vlakken wijzigen. Dit is ook de boodschap van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL, 2009): de huidige trends zijn op termijn onhoudbaar en we hebben een radicale omslag nodig. Hierbij worden twee cruciale uitdagingen naar voor geschoven: een duurzame energievoorziening die klimaatverandering vermijdt, en het verzekeren van voedselveiligheid op een manier die dramatische biodiversiteitsverliezen voorkomt. Om dit te realiseren is een economische en culturele omslag nodig: een koolstofarme economie en duurzame levensstijlen met een veel lagere milieu-impact. De grootste uitdaging die het PBL hierbij benoemt, is de creatie van de gepaste institutionele voorwaarden met een gedurfd beleid en sturende wetgeving.

We worden ons dus steeds meer bewust van het feit dat er grenzen zijn aan groei en dat deze groei maar moeilijk samen gaat met ons huidige economische model. Dit besef heeft geleid tot nieuwe economische modellen zoals circulaire economie en de donut economie (zie bijlage Ia), mondiale afspraken (Parijs klimaatakkoord (2016), de duurzame ontwikkeldoelstellingen of 'SDG's (2016) van de Verenigde Naties, en EU beleid op gebied van duurzaamheid en circulaire economie (Europese Commissie, 2015). Deze nieuwe economische modellen zijn niet tegenstijdig, maar complementair; ze belichten elk een ander aspect of route naar een duurzame economie.

Circulaire economie kan gezien worden als een paraplu waaronder een scala aan strategieën en methodieken valt die allemaal gericht zijn op het verminderen van afval, het optimaal beheren van hulpbronnen en grondstoffen en op het verlengen van de levensduur van grondstoffen. Daarnaast proberen deze strategieën en methodieken om waarde te genereren en waardeverlies en vernietiging tegen te gaan (Blomsma, 2018).

Circulaire economie wordt gezien als een van de belangrijkste manieren om invulling te geven aan een duurzamer toekomstscenario omdat het principe direct inhaakt op het verbruik en gebruik van onze (eindige) hulpbronnen (Figuur 1.1).



Figuur 1.1 De basisprincipes van circulariteit (Bron: PBL).

Een aantal benodigde transitie in onze samenleving en voor de omgang met het natuurlijke systeem zijn in Tabel 1.1 aangegeven (niet uitputtend).

Tabel 1.1 – Benodigde transitie in de samenleving

Van	Naar
Economisch en ecologisch standaardscenario	Economisch en ecologisch duurzaamheidsscenario
Sectoraal	Integraal en systeem-georiënteerd
Probleemoplossing*	Maatschappelijke opgaven* en SDGs
Korte termijndenken	Lange termijndenken
Eeuwige groei*	Notie van eindigheid*
Maakbaarheidsdenken - Engineering*	Meebewegen met het systeem, building with nature*
Robuust, vaststaand beleid	Flexibiliteit, adaptief beleid
Lineair*	Circulair*
Welvaart	Brede welvaartvisie: welvaart, welzijn en duurzaamheid (OECD 2018)

\* Dit is eigenlijk niet anders dan het "vroeger" gebeurde. In Nederland begonnen we al tijdens de IJzertijd (ca 500 v.Chr.) met het maken van wierden en terpen om op te wonen. Rond 1000 werd begonnen met de bedijking van het rivieren- en kustgebied tegen overstromingen en in het begin van de 17<sup>e</sup> eeuw beginnen we met inpolderen (de Beemster). Met de industriële revolutie (halverwege 19<sup>e</sup> eeuw) kwam dit tot grotere vlucht door meer mogelijkheden t.a.v. techniek en meer behoefte aan landbouwgronden. Daar begon het echte maakbaarheidsdenken.

## 2 CE in relatie tot de leefomgeving

### 2.1 Definitie van CE

Circulaire economie wordt gezien als een belangrijke manier om invulling aan duurzaamheid van producten en processen te geven. Er zijn diverse smallere of bredere definities in omloop. Een aantal van deze definities zijn weergegeven in onderstaand kader (kader 2.1). In het hart van de definities ligt het doel om van een 'take-make-use-dispose' maatschappij te gaan naar een maatschappij waarin materialen, processen, onderdelen en producten zoveel mogelijk in cycli of cascades worden gebruikt, waardoor zuiniger en efficiënter met onze hulpbronnen en grondstoffen kan worden omgegaan (Blomsma, 2018). Kirchherr et al. (2017) heeft een analyse gedaan van 114 definities van circulaire economie. De definities voor circulaire economie worden door de onderzoekers gezien als operationalisering van inzichten op het gebied van duurzame ontwikkeling. De basisprincipes van circulaire economie zijn veelal hetzelfde, alleen de manier waarop deze basisprincipes worden vertaald naar concrete waarden verschilt. De definitie van de Ellen MacArthur Foundation wordt door velen als basisdefinitie van circulaire economie beschouwd.

Wij houden ook de bredere definities aan, zoals die van de Ellen MacArthur Foundation en de Europese commissie, omdat deze passen bij het doel, i.e. het circulair beschouwen van het BSW systeem in gebiedsprocessen.

#### *Kader 2.1 Een aantal definities van circulaire economie*

"A circular economy aims to redefine growth, focusing on positive society-wide benefits. It entails gradually decoupling economic activity from the consumption of finite resources, and designing waste out of the system. Underpinned by a transition to renewable energy sources, the circular model builds economic, natural, and social capital". (Ellen MacArthur Foundation, 2018)

"Circulaire economie is een economie waarin de waarde van producten, materialen en hulpbronnen zo lang mogelijk kan worden behouden en de afvalproductie tot een minimum wordt beperkt". Europese Commissie (2015).

"Wanneer kringlopen worden gesloten en er geen materiaal verdwijnt als reststroom, is er sprake van een circulaire economie". Smits en Linderhof (2015)

"CE is een economisch en industrieel systeem dat de herbruikbaarheid van producten en grondstoffen en het Herstellend Vermogen van natuurlijke hulpbronnen als uitgangspunt neemt, waardevernietiging in het totale systeem minimaliseert en waardecreatie in iedere schakel van het systeem nastreeft". RLI (2015)

"Een kringloopeconomie of circulaire economie is een economisch en industrieel systeem waarin geen eindige grondstofvoorraden worden uitgeput en waarin reststoffen volledig opnieuw worden ingezet in het systeem" *wikipedia*

### 2.2 Circulaire economie in relatie tot historische economische denkfames

In veel CE initiatieven wordt gesproken over producten of (kapitaal)goederen (Europese Commissie, 2018) en over "industriële ecosystemen" (Elia et al., 2017). Circulaire economie sluit aan bij de manier van kijken naar economie uit de 19<sup>e</sup> eeuw, waarin "land" en in sommige gevallen "arbeid" centraal stonden en de maat voor rijkdom waren. Land (waaronder ook het BSW- of het ecosysteem geschaard wordt) biedt (de randvoorwaarden voor) de productie van "goederen" die zorgen voor menselijk welzijn ("wellbeing"). Land levert meer op dan erin wordt

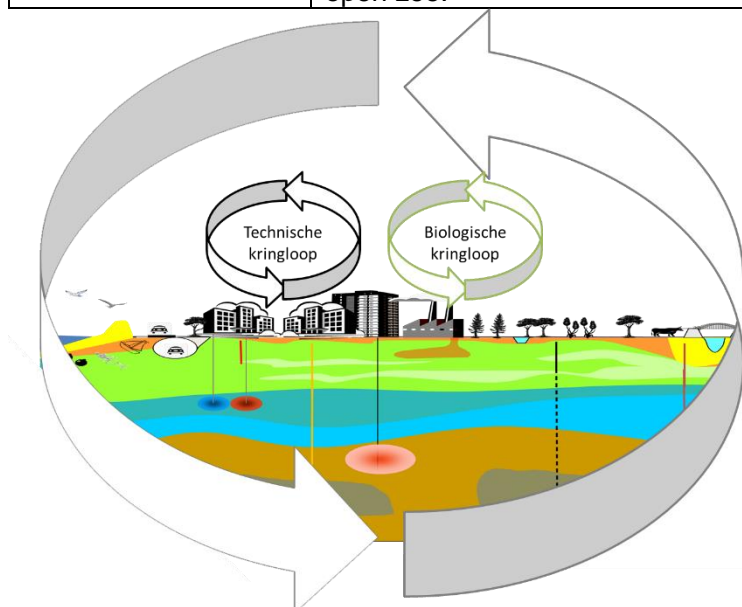
gestopt. De “extra’s” kunnen worden “verbruikt” als “luxeartikelen” of worden geherinvesteerd in het ecosysteem. De opvolger van de klassieke economie is de lineaire economie. Kort door de bocht wordt in de lineaire economie ervan uitgegaan dat waarde wordt bepaald door de link tussen vraag en aanbod en het wereldbeeld dat de mens altijd meer wil / nodig heeft (Ornelas Martins, 2016).

### 2.3 Circulaire economie – technologische en biologische kringlopen

Op dit moment wordt in het denken over de circulaire economie gefocust op het industriële ecosysteem en de technische kringloop. Daarin gaat het vooral over materialen en producten. Maar onze economie heeft ook een sterke link met terrestrische, zoetwater en mariene ecosystemen (Tabel 2.1) i.e. de biologische kringloop. Deze ecosystemen/ kringlopen leveren grondstoffen voor het industriële ecosysteem/ technische kringloop (bijvoorbeeld water voor industrieel gebruik, of bouwstoffen zoals zand), en andersom eindigen afvalproducten uit het industriële ecosysteem/ technische kringloop weer in de biologische kringloop. Deze kringlopen zijn dus sterk verweven. (Figuur 2.1)

Tabel 2.1 ecosystemen (naar: Biodiversity Information System for Europe)

Ecosysteem categorie	Ecosysteemtype
Terrestrisch	Stedelijke (gebouwde gebieden), akkerbouw, grasland, bos, struweel en heide, braakliggend land, moerassen
Zoet water	Rivieren en meren
Marien	Mariene inlaten en overgangswateren, kustzones, zandbanken en open zee.



Figuur 2.1: biologische en technische kringloop (Breure et al., 2018). Volgens de Ellen MacArthur Foundation: “The model distinguishes between technical and biological cycles. Consumption happens only in biological cycles, where food and biologically-based materials (such as cotton or wood) are designed to feed back into the system through processes like composting and anaerobic digestion. These cycles regenerate living systems, such as soil, which provide renewable resources for the economy. Technical cycles recover and restore products, components, and materials through strategies like reuse, repair, remanufacture or (in the last resort) recycling.”

Hoewel het logisch lijkt dat we met land, inclusief het ecosysteem en de goederen en diensten die deze levert duurzaam omgaan, is dit nog steeds niet altijd vanzelfsprekend. Het is daarom zonde om de focus bij CE projecten slechts te richten op gefabriceerde producten (technische

cyclus) en deze los te zien van onze volledige leefomgeving (biologische cyclus). Alle producten worden vervaardigd uit grondstoffen die voortkomen uit onze planeet. Deze producten kun je dus niet los te zien van die leefomgeving. De oproep is om de populariteit en aantrekkelijkheid van CE aan te grijpen om dit circulaire denken ook – weer - toe te passen in de leefomgeving. Dus: beschouw bij het inrichten van een ‘circulaire’ werkwijze niet alleen de “industriële ecosystemen” maar ook natuurlijke (terrestrische, zoetwater & mariene) ecosystemen. De populariteit van het concept ‘Circulaire Economie bij bedrijven en andere actoren kan een nieuwe impuls geven aan duurzaam omgang met productie in relatie tot onze leefomgeving en de duurzame leefomgeving an sich.

#### **2.4 De rol van het natuurlijk systeem in circulaire economie**

Het behoud en duurzaam inzetten van natuurlijke systemen passen goed binnen het denkraam van circulaire economie. Het gaat hierbij om i) het beschermen (en verbeteren) van de diensten die natuurlijke systemen leveren – en nadrukkelijk niet verslechteren. ii) Daarnaast kan het natuurlijke systeem ook diensten leveren (al dan niet geëngineerd door de mens) die de productie en inzet van bepaalde producten en materialen onnodig maakt. Het gaat daarbij bijvoorbeeld over waterberging in bodem en oppervlaktewater i.p.v. productie en aanleg van rioolpijpen, verkoeling door een boom in plaats van een parasol of airco of het drinken van lokaal schoon grondwater uit de kraan in plaats van geïmporteerd bronwater in een plastic fles. Het verminderen van de vraag naar producten is een effectieve manier om de druk op het natuurlijk systeem te verlagen – bijvoorbeeld zoals ingezet in de energietransitie, of het gebruik van ‘grijs’ (regen) water voor huishoudelijk gebruik.

*Daarbij is het interessant om te kijken hoeveel materialen grondstoffen nodig zijn voor “human wellbeing” zoals beschreven in de wereldbeelden en doorwerking in economische ontwikkelingen door Ornelas Martins (2016).*

### 3 CE - Concepten en methodieken

Er zijn rond hetzelfde gedachtengoed een heleboel termen, methodieken en concepten ontwikkeld. Deze worden hier kort worden toegelicht. Veel mensen krijgen hier een “oude wijn in nieuwe zakken” gevoel van, maar dat kunnen we positief zien. Goede oude wijn die aantrekkelijk wordt verpakt in een aansprekende bijdetijdse verpakking verkoopt soms nu eenmaal beter. Als eenzelfde idee meerdere malen terug blijft komen zit er blijkbaar wat in. (Kader 3.1)

*Kader 3.1 Circularity, als gedefinieerd door de Ellen McArthur Foundation<sup>1</sup> :*

“The notion of circularity has deep historical and philosophical origins. The idea of feedback, of cycles in real-world systems, is ancient and has echoes in various schools of philosophy. It enjoyed a revival in industrialised countries after World War II when the advent of computer-based studies of non-linear systems unambiguously revealed the complex, interrelated, and therefore unpredictable nature of the world we live in – more akin to a metabolism than a machine. With current advances, digital technology has the power to support the transition to a circular economy by radically increasing virtualisation, de-materialisation, transparency, and feedback-driven intelligence.”

#### 3.1 CE-concepten

Onderstaande concepten en methoden die onder CE vallen worden onder meer benoemd in Blomsma (2018) en door de Ellen MacArthur foundation.

Binnen de CE-paraplu komen verschillende methodieken of strategieën terug zoals:

- De functionele diensteneconomie of prestatie-economie (Walter Stahel, 1984);
- Product Life-Cycle System (EPA 1993)
- Regenerative design (Lyle, 1994)
- Ecosysteemdiensten-denken (diverse auteurs zoals Constanza et al., 1997)
- Cleaner Production (UNEP, 1998).
- De Cradle to Cradle ontwerpfilosofie (McDonough & Braungart, 2010);
- Sustainable Materials Economy (Geiser, 2001)
- Biomimicry (Benyus, 2002);
- De industriële ecologie (Lifset & Graedel, 2002);
- Industriële symbiose (Lowe & Evans 1995)
- Natuurlijk kapitalisme (Hawken, Lovins & Lovins, 2000)
- De blauwe economie-systeembenadering (Pauli, geen datum).
- The Waste Hierarchy (Kemp and van Lente 2011)
- Material Efficiency (Allwood et al. 2011)
- De Donut-economie (Kate Raworth, 2017)
- The Natural Step (<https://thenaturalstep.nl/>, geen datum)

In bijlage Ia is meer achtergrond te vinden over deze methodieken en concepten.

De rode lijn binnen bovenstaande methodieken, is het tegengaan van verspilling en de sterke relatie tussen het “menselijk” en “natuurlijk” systeem (biologische en technische cycli). Dat systeemddenken is de laatste tijd in de periode van maakbaarheid wat op de achtergrond geraakt, maar verdient weer de volle aandacht om redenen zoals in de inleiding beschreven. Figuur 3.1 geeft aan waarom dit belangrijk is, hoe we dit kunnen oppakken met verschillende methodieken en wat we moeten doen.

<sup>1</sup> <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept>



Figuur 3.1 Waarom hoe en wat bij circulaire economie en de leefomgeving.

### 3.2 CE- methodieken

Er bestaat een groot aantal methodieken om circulariteit te beoordelen. In de onderstaande alinea's worden een aantal methodieken op een rij gezet. Er is bewust voor gekozen om niet alle beschikbare methodieken op te nemen in dit overzicht. Het doel is niet om compleet te zijn, maar om inzicht te geven in diversiteit aan methodieken binnen het bestaande scala. Niet alle methodieken uit het overzicht zijn specifiek bedoeld om circulariteit te beoordelen. Echter, deze methodieken kunnen daar wel voor ingezet worden.

In de volgende tabel worden een aantal methodieken toegelicht. De uitgebreidere toelichting is te vinden in Bijlage Ib.

Methodiek	Beschrijving	Karakteristieken
<i>9 R's - niveaus van circulariteit (Utrecht Sustainability Institute)</i>	Hoe hoger het niveau van circulariteit, hoe minder grondstoffen er worden verbruikt en hoe kleiner de impact op het milieu. Deze niveaus vormen ook een methode voor het meten van de effecten van circulair inkopen op de economie, welzijn en het milieu. Circulaire en standaardproducten kunnen bij het inkopen worden beoordeeld op hun fysieke presteren op de niveaus	Specifiek gericht op CE
		Simpel
		Sectoraal toepasbaar
		Toepasbaar voor Materialen / BSW systeem
<i>Circulariteit in de baggerketen (Tauw, voor RWS)</i>	Specifiek ontwikkeld voor RWS. Er worden 3 levels gebruikt: 1. Behoud natuurlijk kapitaal 2. Zo lang mogelijk in de kringloop houden 3. Als keten verlaat, dan negatieve gevolgen beperken	Specifiek gericht op CE
		Simpel
		Sectoraal toepasbaar
		Toepasbaar op Materialen/BSW-systeem
<i>7 pijlers van CE en circulaire potentieanalyse (Metabolic)</i>	Er zijn zeven pijlers (o.a. biodiversiteit, water) die ten grondslag liggen aan de circulaire economie. Holistische methode, waarbij doelen op de 7 pijlers worden nagestreefd. Dit wordt meetbaar gemaakt door metrische tools, waarmee er een score kan worden gegeven aan circulariteit, getoetst aan de pijlers.	Specifiek gericht op CE
		Uitgebreid
		Integraal toepasbaar
		Toepasbaar op Materialen/BSW-systeem
<i>Circulariteitsindicatoren /i.e. Material Circularity Index or MCI (Ellen MacArthur Foundation)</i>	Bij de circulariteitsindicatoren wordt er beoordeeld hoe goed een product of bedrijf scoort in de context van circulaire economie. Hierbij wordt eigenlijk alleen op productniveau gekeken, en alleen naar materiaalstromen. Elementen van de 9R methodiek zijn terug te vinden in bovenstaande principes. Uiteindelijk volgt er uit de analyse een getal tussen 0 en 1, hoe dichterbij 0, hoe meer nieuwe materialen er gebruikt zijn in het product.	Specifiek gericht op CE
		Simpel
		Sectoraal toepasbaar
		Toepasbaar voor Materialen
<i>Life Cycle Assessment</i>	Een LCA is een kwantitatieve, wetenschappelijk onderbouwde methodiek om van de verschillende levensfasen van een product de impact op het milieu aan te geven. Een LCA kan worden gebruikt om verschillende CE strategieën af te wegen, omdat deze waarschijnlijk verschillen in de impact die ze hebben op het milieu. Een LCA zou ook gecombineerd kunnen worden met de circularity indicators (zie boven), omdat de data die nodig zijn voor de MCI overeenkomen met de data die nodig zijn voor de LCA.	Niet specifiek gericht op CE
		Uitgebreid
		Sectoraal en integraal toepasbaar
		Toepasbaar op Materialen/BSW-systeem
<i>Material Flow analysis (MFA)</i>	In Material Flow Analysis wordt de stroom van materialen door een economie weergegeven op verschillende schalen(vooral nationaal en regionaal). MFA maakt onderscheid tussen de input (i.e. materiaalinput in een economie) en de output (i.e. materiaalconsumptie, export, accumulatie en afval). Op zichzelf geeft een MFA geen mate van circulariteit weer, maar het geeft wel inzicht in de onderdelen van het systeem waar circulaire economie het grootste effect kan hebben.	Niet specifiek gericht op CE
		Uitgebreid
		Sectoraal en integraal toepasbaar
		Toepasbaar voor Materialen

Bovengenoemde methodieken zijn op verschillende manieren in te delen. Sommige methodieken richten zich op een specifieke soort keten, zoals de baggerketen. Andere methodieken richten zich op een specifieke plaats in de keten (e.g. circulair inkopen, circulaire potentieanalyse).

Er zitten ook verschillen tussen de methodieken op het gebied van hoe breed CE wordt ingestoken. De 7 pijlers van Metabolic richten zich op het hele systeem, en kijken daarbij verder dan alleen de (eigenschappen van) de materialen zelf. Enige voorzichtigheid is hier echter wel geboden. Het gevaar van overkoepelende methodieken is dat de essentie van circulaire economie verloren gaat. De Ellen MacArthur Foundation gebruikt voor de Material Circularity Index daarom juist een hele smalle insteek (i.e. enkel focus op samenstelling van producten).

De LCA's en de MFA's richten zich in tegenstelling tot de andere genoemde methodieken niet zozeer op circulariteit zelf, maar de informatie die met deze methodieken gegenereerd wordt, zou hier wel goed voor ingezet kunnen worden.

Wanneer we specifiek kijken naar het bodem-water-sedimentsysteem zijn er een aantal zaken belangrijk. Wanneer we deze systemen circulair willen maken, dan kunnen we ons niet alleen tot producten beperken, want de producten zijn onderdeel van het systeem waarin ze zitten. Wanneer we bijvoorbeeld sediment als product zien, dan heeft dit product altijd interactie met de omgeving waarin het zit. Daarnaast gaan ingrepen in het bodem-water-sedimentsysteem veelal over de lange termijn en daarmee wordt logischerwijs niet altijd rekening mee gehouden in methodieken. We weten nog niet goed hoe het milieu op de lange termijn gaat veranderen en we weten niet welke maatregelen over de lange termijn bekeken het beste zijn.

## 4 CE bij Deltares: Land en BSW systeem

*Kader 4.1: CE bij Deltares. (uit: Deltares strategische agenda 2018-2021)*

*Het begrip circulaire economie wordt nog vooral ingevuld als 'hergebruik en terugwinnen van grondstoffen'. Grondstoffen, energie en waterkringlopen zijn echter sterk met elkaar verbonden. Deltares richt zich dan ook vooral op deze onderlinge samenhang. Daarnaast zien we dat een circulaire economie een belangrijke bijdrage levert aan het voorkomen van tekorten van 'resources' zoals water. Voor ons werkterrein is de ontwikkeling van 'nature based solutions' interessant, omdat hierbij natuurlijke, hernieuwbare materialen de plaats innemen van niet vernieuwbare materialen met een grote footprint (beton, staal, etc.).*

Bij Deltares houden we ons in projecten veelal bezig met terrestrische, zoetwater en mariene ecosystemen (Tabel 2.1). We beschouwen daarin een aantal "materialen" (Tabel 4.1) binnen bepaalde gebieden van bepaalde schalen. Deze "materialen" kun je circulair beschouwen: land, bodem, sediment en water, maar ook de stoffen die zich in natuurlijke kringlopen in en tussen deze gremia bewegen: nutriënten en koolstof in verschillende vormen (zoals CO<sub>2</sub> en organische stof). Ook projecten die over energie – en warmteopwekking gaan (bijvoorbeeld door opslag in de ondergrond of in oppervlaktewater, of windmolens op zee) zijn relevant in het kader van circulaire economie, energietransitie en klimaatverandering'.

Wij focussen in dit traject op het ontwikkelen van een CE scan die aansluit op de natuurlijke systemen en gebiedsprocessen, door te kijken het circulair gebruik van land en het bodem-sediment-watersysteem en de goederen en diensten die zij leveren in brede zin. We kijken dus niet alleen naar materialen die nu of in de nabije toekomst schaars zijn of zullen worden. We maken nadrukkelijk de koppeling tussen circulaire economie en ruimte. De schaal (tijd en ruimte) spelen een belangrijke rol.

### Goederen

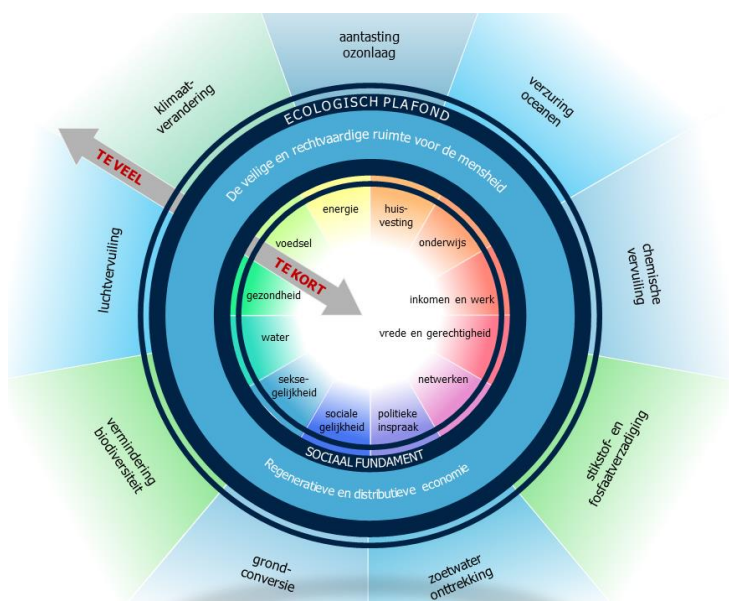
Deze goederen zijn uitputtelijk (delfstoffen, fossiele brandstoffen). Deze zouden, wanneer aan het BSW-systeem onttrokken, volgens de principes van de CE wel zo lang mogelijk in gebruik gehouden moeten worden, zo mogelijk zonder kwaliteitsverlies. Voorbeelden zijn het hergebruik van grond of bouwstoffen.

### Diensten

De ecosysteemdiensten zijn potentieel onuitputbaar, mits ze duurzaam beheerd worden binnen bepaalde grenzen van het systeem (productiefunctie van de bodem, klimaatregulatie, esthetische diensten). We "engineeren" ook diensten zoals geïmplementeerd binnen "building with nature" concepten. Denk aan waterzuivering of de inzet van blauwgroene structuren voor klimaatadaptatie in steden.

### Systeemgrenzen

Het natuurlijk systeem van de aarde levert ecosysteemdiensten (onuitputbaar mits duurzaam beheerd) en goederen op basis van uitputbare grondstoffen (delfstoffen/ fossiele brandstoffen). Een circulair (of duurzaam) gebruik van deze goederen en diensten houdt in dat ze op zo een manier gebruikt worden dat systeemgrenzen niet worden overschreden.



Figuur 4.1: Donut economie (Hans Buchi 2018)

Een concept dat rekening houdt met de systeemgrenzen is de Donut-economie (Raworth, 2017). In dit concept wordt ervan uitgegaan dat oneindige groei niet mogelijk is zoals al eerder in dit artikel is benoemd. Het systeem waarin we leven wordt gevisualiseerd als een donut. De binnenste ring van de donut wordt gevormd door de basisvoorzieningen die nodig zijn voor de mens om te kunnen leven. De buitenste ring van de donut wordt gevormd door de ecologische grenzen van onze planeet. Als we over deze grenzen heen gaan dan putten we onze planeet uit.

De ruimte waarin de mens duurzaam op de wereld kan leven, is tussen de twee grenzen in, in het eetbare deel van de donut. Zie ook concepten achter CE in bijlage Ia.

Tabel 4.1 “materialen” die categorieën die je circulair kunt ontwerpen, beheren, circulair kunt ontwerpen, beheren. Houd bij het invullen van de tabel rekening met / benoem het te beschouwen gebied (schaal) en benoem ook de tijdschaal.

<b>Materialen</b>	<b>Schaarste (alternatieven beschikbaar? Maakbaarheid?)</b>	<b>Irreversibiliteit (als onttrokken wanneer weer beschikbaar)</b>	<b>Verandering (Verandert het materiaal bij gebruik?)</b>	<b>Belang (Maatschappelijke meerwaarde)</b>
Land		+/-		Land as a resource, SDG 15
Bodem/grond*		-		SDG 15 kwaliteit
Zand / grind /klei*	+	-		Bouw, SDG 11
Sediment*		+/-		Teveel / tekort in NL
Water		+		Teveel / tekort in NL, kwaliteit
Oppervlaktewater		+		
Grondwater		+		
Nutriënten		+		Teveel / tekort in NL
Energie		?		Energietransitie, SDG 7
Fossiele brandstoffen*				Energietransitie, klimaat, SDG 7
CO <sub>2</sub> *		+		Klimaat, SDG 13
Organische stof*		+		SDG 15
<b>Hier ook ruimte bieden voor de technische kringloop: Leeg veld of Materialen (beton, asfalt, metalen etc)</b>				Schaarste, diverse SDGs

\* Maken deel uit van de koolstofkringloop (Langdurende / kortdurende / biotische /abiotische C kringloop)

In tabel 4.1 zijn ook een aantal kolommen aangegeven:

- **Schaarste**, zijn er alternatieven beschikbaar? Is dit ook (na)maakbaar? Is voor sommige materialen gebiedsspecifiek, schaal maakt uit: micro (het object/bedrijf), meso (verzameling van objecten/bedrijven) en macro (stad, regio, land, internationaal) (Su e.a., 2013)
- **Irreversibiliteit**: (Hernieuwbaarheid/Uitputbaarheid). **Als dit materiaal wordt onttrokken wordt het weer beschikbaar en wanneer?** Tijd van de cycli (denk ook ten opzichte van bestuurscycli) is van belang. Ook hier is dit in sommige gevallen en voor sommige materialen gebiedsspecifiek, de schaal maakt uit.
- **Verandering**: Verandert het materiaal bij gebruik? (kwaliteitsverlies<sup>2</sup>)
- **Belang**: wat is de maatschappelijke meerwaarde van dit materiaal, of om dit materiaal circulair te beschouwen? Dit verschilt per doelgroep.

Alle bovenstaande 'materialen' kennen een bepaalde kringloop. Waarbij de "landkringloop" voornamelijk door menselijk handelen vorm krijgt en de bodem-, sediment-, water-, koolstof- en nutriëntenkringloop (hoewel zeer sterk door menselijk handelen beïnvloed) natuurlijker van aard zijn. We koppelen de kringlopen altijd aan gebieden (kader 4.2), dat kunnen bijvoorbeeld rurale of urbane gebieden, of stroom- of grondwatergebieden zijn, al dan niet met een bepaalde administratieve grens. In bijlage II worden de kringlopen kort omschreven en er worden voorbeelden gegeven waar dit "materiaal" circulair is ingezet in een gebied.

*Kader 4.2 relaties tussen CE en de fysieke omgeving*

Jonkeren (2016) geeft aan dat in de literatuur waarin relaties tussen CE en de fysieke omgeving wel binnen een bepaalde ruimtelijke context worden besproken, dat deze kunnen worden ingedeeld in een van de volgende contexten: 'bedrijventerreinen', 'stedelijk gebied', 'landelijk gebied' en 'transport en logistiek'. Hij benadrukt overigens in zijn artikel dat "geen enkele studie is gevonden die specifiek de relatie tussen CE en de fysieke omgeving behandelt."

<sup>2</sup> De definitie van bodemkwaliteit luidt: "Soil quality is an account of the soil's ability to provide ecosystem and social services through its capacities to perform its functions under changing conditions (Tóth et al. 2007.)." Dus de kwaliteit om te kunnen doen wat je ermee wil doen onder veranderende omstandigheden. Dit geldt ook voor land, sediment, en water. De kwaliteit mag niet afnemen gedurende gebruik. Deze indicator is met name goed toepasbaar voor de cases waar je de (ecosysteem)diensten wil gebruiken van land en het BSW-systeem.

## 5 CE-Scan methodiek

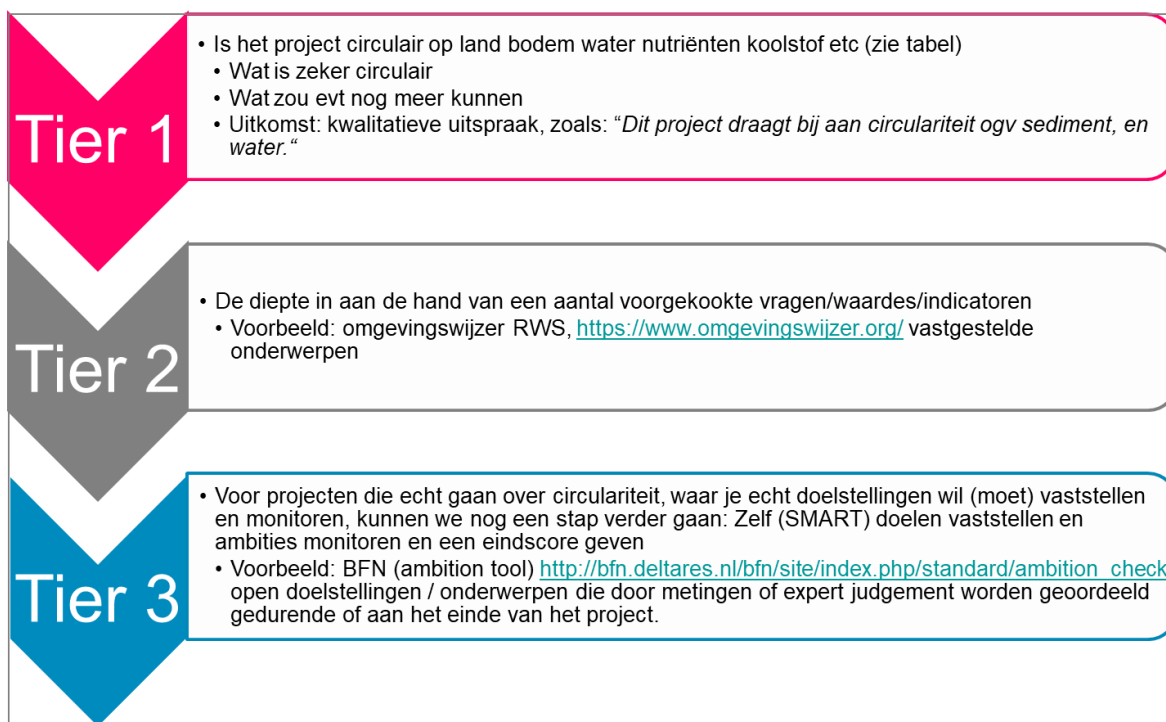
In hoofdstuk 3.2 zijn al een aantal methodieken weergegeven en geanalyseerd. Voor de CE-scan in dit project is het idee om een gefaseerde of “tiered approach” uit te werken om projecten te beoordelen. Voor de methodiek in dit project worden een aantal randvoorwaarden gehanteerd, die deels geïnspireerd zijn op de methodieken uit hoofdstuk 2.

Het primaire doel van de CE-scan is om, zoals de naam al zegt, een project te “scannen” op circulaire economie of de potentie voor circulaire economie, aan de hand van een aantal indicatoren. De scan is nu primair bedoeld om projecten te toetsen op CE, niet als handleiding / richtlijn om CE in projecten vorm te geven.

Wanneer we kijken naar de bestaande methodieken, dan levert een LCA waardevolle informatie op, maar kan het uitvoeren van een LCA wel zeer tijdrovend zijn. Een methodiek als de circulaire potentieanalyse van Metabolic komt qua functionaliteiten het dichtst in de buurt; er wordt integraal gekeken naar het hele systeem (in plaats van alleen naar producten) en het gaat in op de langere termijn omdat er voor de lange termijn doelen worden gesteld. Wat er echter nog mist, is de afweging tussen de verschillende doelen. Ook lijkt het alsof circulariteit zelf soms “ondergesneeuwd” raakt onder de andere duurzaamheidsdoelen die ook in de methodiek verwerkt zijn. Tenslotte sluit deze methodiek ook onvoldoende aan bij bestaande methodieken. Lering trekkend uit bovenstaande karakteristieken van de bestaande methodieken, moeten er bij de nieuw te ontwikkelen CE scan de volgende ontwerpcriteria in acht genomen worden:

1. Het moet gemakkelijk uit te voeren zijn
2. Het moet binnen een kort tijdsbestek uit te voeren zijn
3. Het moet zoveel mogelijk aansluiten bij bestaande goed werkende methodieken
4. De scan moet de informatie op een praktische manier presenteren.
5. Tegelijkertijd moet de methodiek wel de juiste informatie opleveren t.a.v. de vraag.

Bij de scan wordt er onderscheid gemaakt tussen 3 Tiers, waarbij er steeds diepgaandere analyses uitgevoerd kunnen worden: Tier 1 is bedoeld om een project snel te toetsen op de huidige en eventueel toekomstige bijdrage aan CE. In Tier 2 wordt de bijdrage aan CE tot in verder detail uitgewerkt, en in Tier 3 is het ook mogelijk om ambitieniveaus vast te stellen en toe te werken naar een circulair doel. De eerste opzet voor de methodiek is te vinden in Figuur 5.1.



Figuur 5.1 CE-scan, gefaseerde aanpak.

5.1.1 Tier 1 CE-Scan

Tier 1 beantwoordt de vraag: *is het project circulair of zou het project circulair kunnen worden?* Allereerst wordt bekeken op welke materialen of stoffen het project zich richt. Om een zo compleet mogelijk beeld te krijgen vallen hier ook energie, CO<sub>2</sub> en landgebruik onder. Van deze materialen wordt in kaart gebracht hoe schaars deze zijn in dit projectgebied. Ook wordt er gekeken of het gebruik van deze materialen reversibel is en of de materialen veranderen tijdens het gebruik. Er wordt in kaart gebracht of er binnen het project een CE doel is vast gesteld en of er kansen zijn voor koppelingen met andere diensten of opgaven. De uitkomst van de analyse is een kwalitatieve conclusie, zoals: "Dit project draagt bij aan circulariteit o.g.v. sediment, en water" en "deze kansen bestaan:...". In onderstaande tabel staat de tabel ingevuld voor een project over Warmte Koude Opslag (WKO) systemen.

Materialen	beschrijving	schaarste	irreversibel	verandering	CE doel	Meekoppel- of gemiste kans
Landgebruik	Maakt gebruik van (wko bovengronds maar vooral zonnecellen)	Schaars in dit gebied	Reversibel	Nee	Nee	Nee
Bodem/ Ondergrond	Maakt gebruik van					

Grondwater	Wordt rondgepompt	Nee	Ja maar kost wat investering	Warmt op, koelt af	Nee	Neutraal opleveren zonder warme en koude bel. Koppelen met sanering indien van toepassing
Energie	Fossiele brandstoffen worden beperkt, maar worden nog wel wat ingezet				Ja	
CO <sub>2</sub> – onder energie	CO <sub>2</sub> wordt beperkt					
Materialen voor wko, zonnecellen	Meer gebruik dan alternatief (LCA)	Nee			Nee	Aanleg blijkt uit de LCA redelijk negatief te scoren tav referentiemogelijkheden

Tijdens een werksessie zijn een aantal voorbeelden van Deltares-projecten uitgewerkt. Deze zijn terug te vinden in bijlage III.

### 5.1.2 Tier 2 CE-Scan

Tier 2 gaat wat meer de diepte in aan de hand van een aantal voorgekookte vragen/waardes/indicatoren. Deze Tier is ook toe te passen voor projecten waarbij CE van belang is, eigen projecten of projecten van opdrachtgevers. Tier 2 zou ook naast kansen benoemen, meer in kunnen gaan op randvoorwaarden voor het wel/niet kunnen verzilveren van deze meekoppelkansen

Een voorbeeldmethodiek waarbij zou kunnen worden aangesloten, is de omgevingswijzer van RWS<sup>3</sup>. Aan de hand van twaalf vastgestelde duurzaamheidsthema's wordt op gestructureerde wijze de discussie gevoerd over de duurzaamheid van projecten.

1. Energie en materialen
2. Water
3. Bodem en Ondergrond
4. Ecologie en biodiversiteit
5. Ruimtegebruik (wat en waar)
6. Ruimtelijke kwaliteit (hoe)
7. Welzijn en gezondheid
8. Sociale relevantie
9. Bereikbaarheid

<sup>3</sup> <https://www.omgevingswijzer.org/>

- 10. Investerings
- 11. Vestigingsklimaat voor de bedrijvigheid
- 12. Vestigingsklimaat voor de bevolking

**Water**

Om een duurzame en veilige leefomgeving te creëren in Nederland, hebben we een duurzame en klimaatbestendige bescherming nodig tegen onder andere zeewater, rivierwater, grondwater en regenwater. Hierdoor kunnen we de waterveiligheid waarborgen van overstroombare gebieden. Om wateroverlast te voorkomen dient het water zo lang mogelijk vastgehouden te worden. Om een tekort aan zoetwater zoveel mogelijk tegen te gaan, zijn verdringsreeksen opgesteld die duidelijkheid geven over de waterverdeling in tijden van schaarste. De verandering van het klimaat zal zorgen voor meer extremen in neerslag en droogte wat zijn effecten zal hebben op waterveiligheid, overlast en zoetwaterverdeling. Meer info: [Klimaat-effectatlas](#)

**A. Waterveiligheid**

Het risico op overstromingen, o.a. als gevolg van klimaatveranderingen, wordt verkleind. Verbetering van de waterveiligheid wordt gerealiseerd door middel van de lagenbenadering:

- 1. Kans op overstroming beperken, 2. Gevolgen beperken en 3. Herstel bevorderen.

Meer info: [Helpdesk Water](#) of [Klimaat-effectatlas](#)

[Geef toelichting >](#)



**B. Wateroverlast**

Wateroverlast (o.a. als gevolg van klimaatveranderingen) wordt beperkt door 1. Water vasthouden, 2. Water bergen en 3. Water afvoeren

Meer info: [Helpdesk Water](#) of [Klimaat-effectatlas](#)

[Geef toelichting >](#)



**C. Waterkwaliteit**

De waterkwaliteit wordt verbeterd. Denk hierbij aan: 1. Schoon water schoon houden, 2. Scheiden van vuil en schoon water, 3. Schoonmaken wat verontreinigd is en 4. Natuurlijke inrichting (bijvoorbeeld nietkragen)

Meer info: [Helpdesk Water](#)

[Geef toelichting >](#)



**D. Watertekort**

Een toekomstig zoetwatertekort wordt tegengegaan. Denk hierbij aan het bijdragen aan het realiseren van een regionale zelfvoorzienendheid en optimalisatie van de waterverdeling volgens de verdringsreeks (zo veel mogelijk sparen/niet gebruiken, besparen en hergebruiken van zoetwater). Bijvoorbeeld door het afkoppelen en opvangen van regenwater of door rekening te houden met water in de gebiedsinrichting (zo min mogelijk verstenen van tuinen).

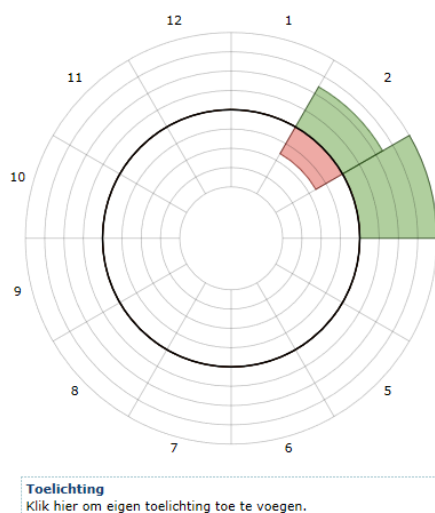
Meer info: [Helpdesk Water](#)

[Geef toelichting >](#)



**E. Klimaatbestendigheid**

Figuur 5.1 omgevingswijzer



Het idee is dat binnen Tier 2 van de CE-scan circulariteit getoetst zou kunnen worden aan de hand van thema's die specifiek toepasbaar zijn op circulaire economie. Tier 2 is een diepgaandere analyse dan de analyse in Tier 1, en geeft bovendien aan in hoeverre een bepaalde mate van circulariteit behaald is t.o.v. een maximale haalbare waarde. De verschillende categorieën voor materialen uit Tier 1 worden vertaald naar Tier 2.

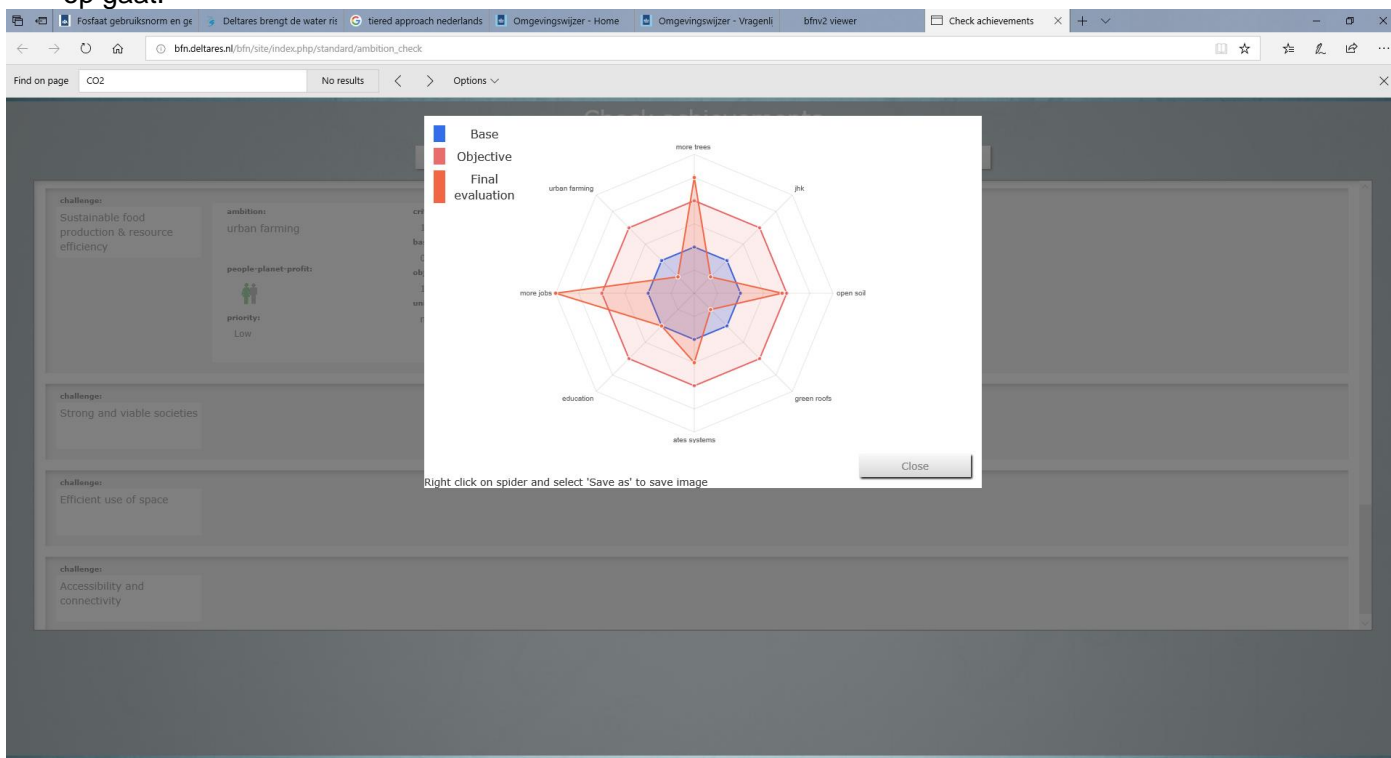
5.1.3 Tier 3 CE-Scan

Tier 3 gaat de diepte in voor projecten die echt gaan over circulariteit, waar je echt doelstellingen wil (moet) vaststellen en monitoren. Deze Tier is ook toe te passen op een hoger niveau, om echt vorm te geven aan CE of (projectoverschrijdend) om bijvoorbeeld trends te signaleren, bijvoorbeeld door naar een portfolio van projecten te kijken.

Een voorbeeld is bijvoorbeeld de *vision and ambition* tool van de Brownfield navigator <sup>4</sup>. Aan de voorkant van projecten wordt de gebruiker gevraagd zelf doelstellingen (ambities) SMART te

<sup>4</sup> <http://bfn.deltares.nl/>

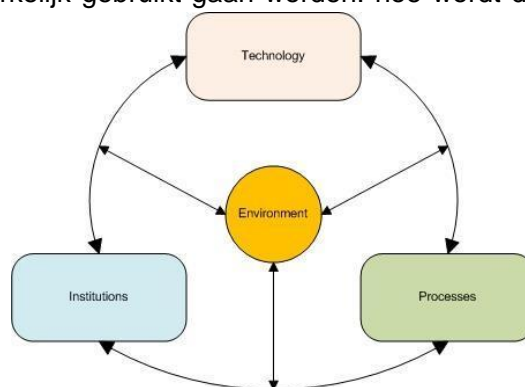
maken en deze in te voeren in een tool. Deze kunnen gedurende en aan het einde van het traject gemeten of beoordeeld worden (expert judgement) om te kijken in hoeverre deze doelstellingen zijn behaald. Zo is het niet alleen een beoordelingsinstrument, maar ook een instrument om te monitoren en tijdig kunnen bijstellen van activiteiten als het de verkeerde kant op gaat.



Figuur 5.2: De vision / ambition & check achievements tool uit de brownfieldnavigator

## 6 Doorwerking van de CE-scan

Het is belangrijk om bij het ontwerpen van nieuwe methodieken zoveel als mogelijk aan te sluiten bij de praktische behoeften van de gebruiker(s). Dat betekent dat het vooropgezette doel steeds centraal gesteld wordt bij elke iteratie van het ontwerp. De tool bezit een sterk technisch karakter: bij de analyse middels de verschillende tiers worden er steeds diepere technisch inhoudelijke vragen gesteld. Echter, een methodiek/tool/kader functioneert nooit los van de omgeving. Er is een vaak een interactie tussen de gebruiker, de te gebruiken tool en de bestaande/nieuwe instituties, denk bijvoorbeeld aan nieuwe vormen van contracten resulterend uit een analyse middels de CE scan, waarin eisen gesteld kunnen worden aan het gebruik van nieuwe soorten materialen. Daarnaast moet de CE tool ook daadwerkelijk gebruikt gaan worden: hoe wordt dit naar de organisatie gecommuniceerd en gecoördineerd? Op welke manieren kan ervoor gezorgd worden dat het scannen van een bepaald project op circulaire elementen ook ingebed wordt in het bestaande proces, en dus als vanzelfsprekend wordt ervaren? Hoe wordt hier draagvlak voor gecreëerd? Deze belangrijke, vaak onderschatte lacunes tonen aan dat er ook nagedacht moet worden over procesgeoriënteerde elementen, tezamen met het technisch ontwerp en de institutionele eisen/veranderingen (zie Figuur 6.1).



Figuur 6.1, het TIP ontwerp model

Het is noodzakelijk te beseffen dat niet alle tiers van de CE Scans in elke fase van de analyse gebruikt hoeven te worden. Waar men vooral gericht is op het proberen te creëren van bewustzijn, kan het best gefocust worden op Tier 1. Hier kan de link gelegd worden met de vierlagentheorie van Williamson, welke aangeeft op welk niveau instituties op welke termijn eventueel aan verandering onderhevig kunnen zijn, zie daarvoor Tabel 6.1 (Williamson, 2000).

Laag	Specificatie	Tijd nodig om veranderingen te realiseren
Meta level: norms and principles	Norms, values, codes, orientation, culture, informal institutions	100-1000 years
Macro level: rules and laws	Formal rules, laws, regulations, constitutions and the process arrangements that constitute them	10-100 years
Meso level: decision-making and collaboration	Covenants, contracts, agreements, plans and the processes that constitute them	1-10 years
Micro level: interactions	Actors and interactions, aimed at creating or influencing services, provisions, planning, outcomes	Continuous

Tabel 6.1 Lagen gebaseerd op de theorie van de Institutionele Economie (Williamson, 2000)

Uit de tabel is te zien dat het doorgaans tussen de 10-100 jaar duurt om regels en wetgevingskaders te veranderen. De resultaten die uit het uitvoeren van de CE scan komen, moeten zoveel als mogelijk hier rekening mee houden. Dat wil zeggen dat ook hierover tijdens de ontwerpfase nagedacht moet worden. De focus zou in deze fase van het ontwerp en voorzichtige implementatie daarom kunnen liggen op het microlevel: bewustzijn creëren bij de betrokken actoren, terwijl er in co-creatie nagedacht wordt hoe de stap gemaakt kan worden naar het mesolevel om de mogelijke uitkomsten van de tool daadwerkelijk te gaan gebruiken in bestaande processen.

Het is voor de doorwerking van de CE Tool belangrijk om te beseffen dat er naast het technisch ontwerp, ook rekening gehouden moet worden met de institutionele setting.

## 7 Literatuur

- Allwood Julian M., Michael F. Ashby, Timothy G. Gutowski, Ernst Worrell. 2011 Material efficiency: A white paper. In Resources, Conservation and Recycling Volume 55, Issue 3, January 2011, Pages 362-381 <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.11.002>
- Benyus Janine M., 2002. Biomimicry: Innovation Inspired by Nature ISBN-10:0060533226 Biodiversity Information System for Europe (BISE) <https://biodiversity.europa.eu/maes/typology-of-ecosystems>
- Blomsma. (2018) Collective 'action recipes' in a circular economy - On waste and resource management frameworks and their role in collective change. Journal of Cleaner Production 199 (2018) 969-982
- Breure Ton, Johannes Lijzen, Linda Maring (Deltares), Michiel Rutgers (2018) Bodem als niet-hernieuwbare hulpbron. In Bodem nummer 01 | februari 2018. blz 10-12  
Brownfieldnavigator bfn.deltares.nl
- Buchi, Hans 2018 <https://www.hansbuchi.nl/content/donut-economie>
- Circular Economy Action Plan (COM(2015) 614) and the 7th Environmental Action Plan (Decision No 1386/2013/EU of the European Parliament and of the Council)
- Club van Rome, 1972. Limits to Growth.
- Costanza Robert, Ralph d'Arge, Rudolf de Groot, Stephen Farber, Monica Grasso, Bruce Hannon, Karin Limburg, Shahid Naeem, Robert V. O'Neill, Jose Paruelo, Robert G. Raskin, Paul Sutton & Marjan van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. In: Nature volume 387, pages 253–260 (15 May 1997)
- Cramer J. (2014a) *Milieu*. Elementaire Deeltjes: 16. Amsterdam: Amsterdam University Press B.V.
- Deltares, 2017, Strategische Agenda 2018-2021 <https://www.deltares.nl/app/uploads/2017/05/strategisch-plan-2018-2021-NED.pdf>
- Duurzame ontwikkeldoelstellingen (2015) <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>
- Elia, Valerio, Maria Grazia Gnoni, Fabiana Tornese (2017). Measuring circular economy strategies through index methods: A critical analysis. Journal of Cleaner Production Volume 142, Part 4, 20 January 2017, Pages 2741-2751. Doi <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.196>
- Ellen MacArthur Foundation <https://www.ellenmacarthurfoundation.org>
- Energy, Climate change, Environment [https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment\\_en](https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment_en)
- Europese Commissie (2015) Maak de cirkel rond – Een EU-actieplan voor de circulaire economie, Brussel 02/12/2015 COM(2015) 614 final.
- Europese Commissie (2018) Towards an EU Product Policy Framework contributing to the Circular Economy (GEN - 902.00)
- Europese Commissie (2011) A resource efficient Europe” (COM(2011) 571 final) of the EUROPE 2020 Strategy
- Geiser, Ken & Gros, X.E.. (2001). Materials matter: Toward a sustainable materials policy. <https://doi.org/10.7551/mitpress/4475.001.0001>
- Groot Rudolf S de, Matthew A Wilson, Roelof M. Je Boumans. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. In: Ecological Economics Volume 41, Issue 3, June 2002, Pages 393-408. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7)

- Hawken Paul, Amory Lovins, L. Hunter Lovins 2000. Natural Capitalism Creating the Next Industrial Revolution ISBN 9780316353007
- Hoekstra N.K., Groot, J.J., 2013. "To safely store what no one has stored before" Bodem 3 pp 17-18.
- HOMBRE - HOlistic Management of Brownfield REgeneration [www.zerobrownfields.eu](http://www.zerobrownfields.eu)
- INSPIRATION Briefing Note: Sediment <http://www.inspiration-h2020.eu/sites/default/files/upload/documents/inspiration-briefingnote-sos.pdf>
- Jonkeren, Olaf (2016), Circulaire economie, de fysieke omgeving en omgevingsbeleid, Den Haag: PBL.
- Kemp R., van Lente H. 2011, The dual challenge of sustainability transitions. In: Environmental Innovation and Societal Transitions 1 (2011) pages 121–124 doi:10.1016/j.eist.2011.04.001
- Ketenakkoord Fosfaatkringloop (2011) <https://www.uvw.nl/wp-content/uploads/2011/10/Ketenakkoord-Fosfaatkringloop-2011.pdf?x27930>
- Kirchherr Julian, Denise Reike, Marko Hekkert. (2017) Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. Resources, Conservation & Recycling 127 221–232
- Lifset Reid en Thomas Graedel 2002 Industrial ecology: goals and definitions.
- Lowe Ernest A., Laurence K. Evans Industrial ecology and industrial ecosystems. In: Cleaner Prod., Vol. 3, No. 1-2, pp. 47-53, 1995. Elgar online - 9781843765479
- Lyle John Tillman, 1994. Regenerative Design for Sustainable Development John Wiley & Sons, 8 nov. 1996 - 338 pages. ISBN: 978-0-471-17843-9
- McDonough William, Michael Braungart. 2010. Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things ISBN: 9781429973847
- OECD 2018 - Measuring Well-being and Progress: Well-being Research <http://www.oecd.org/statistics/measuring-well-being-and-progress.htm>
- Oikos Denktank (2012) Grenzen aan de groei, 40 jaar later <https://www.oikos.be/component/k2/item/213-grenzen-aan-de-groei-40-jaar-later>
- Omgevingswijzer [www.omgevingswijzer.org](http://www.omgevingswijzer.org)
- Ornelas Martins, Nuno, 2016. Ecosystems, strong sustainability and the classical circular economy. In: Ecological Economics 129 32–39 <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.06.003>
- Parijs klimaatakkoord (2016) <https://www.un.org/sustainabledevelopment/cop21/>
- Gunter Pauli. (diverse drukken) The blue economy / De blauwe economie (vertaling in Nederlands) (Zie ook <https://www.gunterpauli.com/the-blue-economy.html>)
- PBL, 2009 Growing within Limits. A Report to the Global Assembly 2009 of the Club of Rome. PBL publication number 500201001. ISBN: 978-90-6960-234-9
- Raworth, Kate (2017) donut economie <https://www.kateraworth.com/doughnut/>
- RLI (2015) Circulaire Economie: van wens naar uitvoering, Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur, Den Haag.
- Smits M-J, Linderhof V. (2015) Circulaire economie in de landbouw; een overzicht van concrete voorbeelden in Nederland, LEI Wageningen UR.
- Stahel Walter R., 1986 The Functional Economy: Cultural and Organizational Change first published in: 'Hidden innovation' in: Science & Public Policy, London, vol 13 no 4, August 1986
- Su B, Heshmati A, Geng Y, Yu X. (2013) A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation, Journal of Cleaner Production, 42, 215-227.
- Tóth Gergely, Vladimir Stolbovoy, Luca Montanarella. 2007 SOIL QUALITY AND SUSTAINABILITY EVALUATION JRC position paper. EUR 22721 EN

UNEP, 1998 Cleaner Production–UNEP Industry and Environment January newsletter N° 14  
1998 <http://www.unep.fr/shared/docs/review/vol21no1-2/cp14uk.pdf>  
U.S. EPA. Life cycle design guidance manual - environmental requirements and the product  
system. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/SR-92/226,  
1993.  
Utrecht Sustainability Institute (2015) *Circulaire Economie: van visie naar realisatie*, juni  
2015.

*Alle benoemde websites zijn geraadpleegd najaar 2018*

## Bijlage Ia concepten achter CE

Onderstaande beschrijvingen van concepten zijn gekopieerd vanuit verschillende vermelde bronnen.

### **De functionele diensteneconomie of prestatie-economie**

A functional economy is one that optimizes the use (or function) of goods and services and thus the management of existing wealth (goods, knowledge, and nature). The economic objective of the functional economy is to create the highest possible use value for the longest possible time while consuming as few material resources and energy as possible. This functional economy is therefore considerably more sustainable, or dematerialized, than the present economy, which is focused on production and related material flows as its principal means to create wealth. (Walter Stahel, 1986)

### **Regenerative design**

Regenerative design is a process-oriented whole systems approach to design. The term "regenerative" describes processes that restore, renew or revitalize their own sources of energy and materials. Regenerative design uses whole systems thinking to create resilient and equitable systems that integrate the needs of society with the integrity of nature. Designers use systems thinking, applied permaculture design principles, and community development processes to design human and ecological systems. The development of regenerative design has been influenced by approaches found in the biomimicry, biophilic design, ecological economics, circular economics. (Lyle, 1994)

### **Industrial symbiosis (Lowe and Evans 1995)**

A central goal is to move from a linear to a closed-loop system in all realms of human production and consumption. In this and other ways the industrial world can move closer to an ecological model in its dynamics. Industrial ecosystems embody a concrete strategy for developing closed-loop systems locally, in industrial parks or regions. Such concepts and projects demonstrate key steps on the path toward sustainable development. Industrial Symbiosis draait om het optimaliseren van het gebruik van bronnen door een groep bij elkaar gelegen bedrijven. In dergelijke systemen worden lineaire processen herontworpen tot circulaire processen waarin afval, bijproducten en end-of-life producten worden gerecycled. Bijproducten van het ene bedrijf worden ook gebruikt als input voor een ander bedrijf (Jonkeren, 2016)

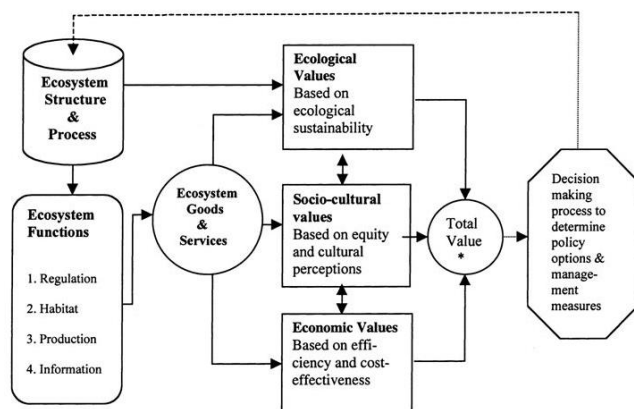
### **Cleaner Production (UNEP, 1998).**

Cleaner Production betreft een integrale en preventieve strategie voor processen, producten en diensten welke economische, sociale, gezondheids-, veiligheids- en milieuvordelen najaagt (UNEP, 1998). Waar het 'kringloopdenken' bij Cradle-to-Cradle duidelijk naar voren komt, is dit niet het geval bij Cleaner Production. Cleaner Production, (net zoals ecology (Lowe & Evans, 1995)), legt de nadruk juist weer op de hoeveelheid energie, grondstoffen, emissies en afval in (circulaire) processen. Het produceren en transporteren van meer afval omdat het een veel gevraagde input is kan resulteren in dikkere stofkringen (Cradle-to-Cradle), maar ook meer negatieve externe effecten (congestie, emissies) met zich meebrengen. Het is de vraag of dit wenselijk is omdat in een circulaire economie een duurzame productie (Cleaner Production) ook van belang is (Jonkeren 2016).

## Ecosysteemdiensten-denken (diverse auteurs zoals Constanza en de Groot)

Ecosystem functions: The capacity of natural processes and components to provide goods and services that satisfy human needs. (de Groot, 1992)

Ecosystem Services: Valued Ecosystem Functions.



R.S. de Groot et al. / *Ecological Economics* 41 (2002) 393–408

Figuur 1a.1: ecosysteemdiensten (De Groot et al, 2002)

## Natuurlijk kapitaal

“Natural capital” refers to the world’s stocks of natural assets including soil, air, water and all living things. Radically increase the productivity of natural resources - Through radical changes to design, production and technology, natural resources can be made to last much longer than they currently do. The resulting savings in cost, capital investment and time will help to implement the other principles. Shift to biologically inspired production models and materials - Natural capitalism seeks to eliminate the concept of waste by modelling closed-loop production systems on nature’s designs where every output is either returned harmlessly to the ecosystem as a nutrient or becomes an input for another manufacturing process. Move to a “service-and-flow” business model - Providing value as a continuous flow of services rather than the traditional sale-of-goods model aligns the interests of providers and customers in a way that rewards resource productivity.

Reinvest in natural capital - As human needs expand and pressures on natural capital mount, the need to restore and regenerate natural resources increases. (Hawken, Lovins & Lovins, 2000)

## De blauwe economie

The Blue Economy is an open-source movement bringing together concrete case studies, initially compiled in an eponymous report handed over to the Club of Rome. As the official manifesto states, ‘using the resources available in cascading systems, (...) the waste of one product becomes the input to create a new cash flow’. Based on 21 founding principles, the Blue Economy insists on solutions being determined by their local environment and physical/ecological characteristics, putting the emphasis on gravity as the primary source of energy. (Gunter Pauli <https://www.gunterpauli.com/the-blue-economy.html>)

### Biomimicry

'innovation inspired by nature'. Biomimicry relies on three key principles:

- Nature as model: Study nature's models and emulate these forms, process, systems, and strategies to solve human problems.
- Nature as measure: Use an ecological standard to judge the sustainability of our innovations.

Nature as mentor: View and value nature not based on what we can extract from the natural world, but what we can learn from it. (Benyus, 2002);

### De industriële ecologie;

Industrial ecology is the study of material and energy flows through industrial systems.

Focusing on connections between operators within the 'industrial ecosystem', this approach aims at creating closed-loop processes in which waste serves as an input, thus eliminating the notion of an undesirable by-product. Industrial ecology adopts a systemic point of view, designing production processes in accordance with local ecological constraints whilst looking at their global impact from the outset, and attempting to shape them so they perform as close to living systems as possible. This framework is sometimes referred to as the 'science of sustainability', given its interdisciplinary nature, and its principles can also be applied in the services sector. With an emphasis on natural capital restoration, industrial ecology also focuses on social wellbeing. (Lifset & Graedel, 2002)

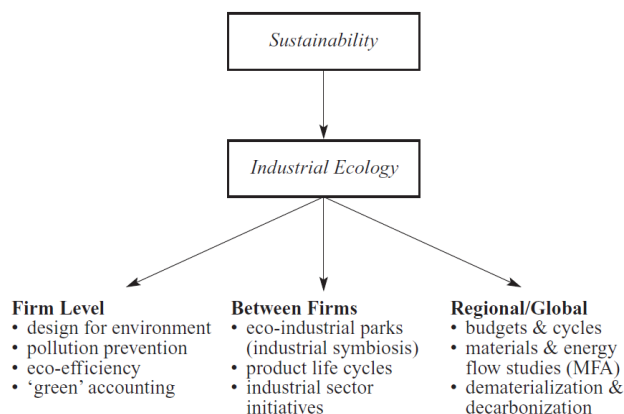


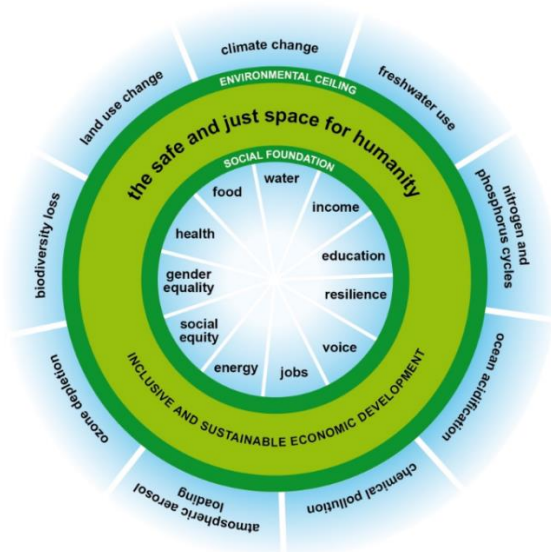
Figure 1a.2: The elements of industrial ecology seen as operating at different levels

### De Cradle to Cradle ontwerpfilosofie

- Eliminate the concept of waste. "Waste equals food." Design products and materials with life cycles that are safe for human health and the environment and that can be reused perpetually through biological and technical metabolisms. Create and participate in systems to collect and recover the value of these materials following their use.
- Power with renewable energy. "Use current solar income." Maximize the use of renewable energy.
- Respect human & natural systems. "Celebrate diversity." Manage water use to maximize quality, promote healthy ecosystems and respect local impacts. Guide operations and stakeholder relationships using social responsibility. (McDonough & Braungart, 2010);

## De Donut-economie

(Kate Raworth, 2017) geeft invulling aan het denken over systeemgrenzen. In dit concept wordt ervan uitgegaan dat oneindige groei niet mogelijk is. Onderstaand figuur geeft het concept van de donuteconomie weer. De buitenste cirkel vertegenwoordigt de ecologische bovengrens: alles wat daar aan economische activiteit buiten valt, schaadt onze planeet en ons welzijn. De binnenste cirkel staat voor de sociale ondergrens en geeft weer wat we minimaal nodig hebben om wereldwijd in de basisbehoeften van elke mens te voorzien ("wellbeing"). In de toekomst moeten we onze industriële en economische activiteit binnen die twee cirkels van de donut houden.



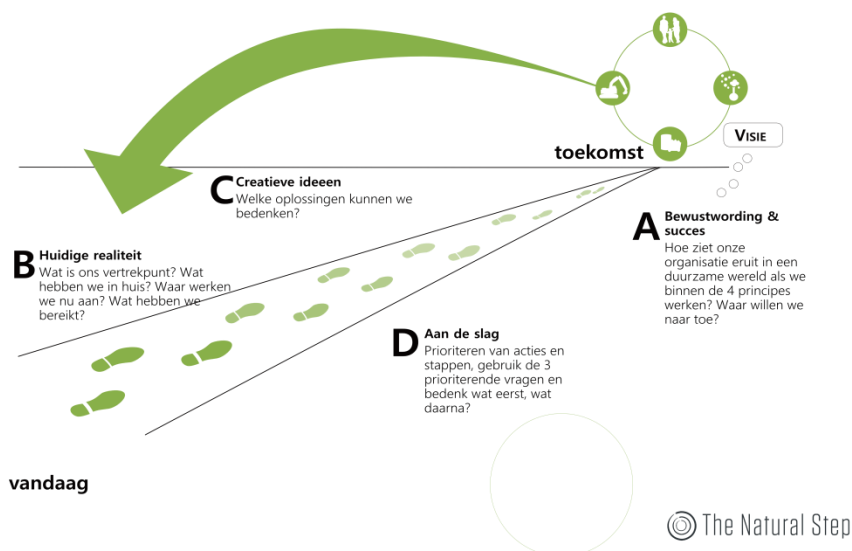
Figuur 1a.3: De donuteconomie (Raworth, 2017)

## The Natural Step

Het TNS raamwerk bestaat uit vier heldere spelregels die fungeren als een kompas en een aanpak die zich inmiddels 100% heeft bewezen in de praktijk.

- Niet meer en niet sneller stoffen uit de aardkorst in het milieu brengen dan de natuur kan verwerken.
- Niet meer en sneller natuur-vreemde stoffen in het milieu brengen dan de natuur kan verwerken.
- De natuur niet sneller afbreken dan de tijd die nodig is om te herstellen.
- Geen dingen doen waardoor we mensen beperken in het vervullen van hun fundamentele behoeften

Om de spelregels goed te kunnen gebruiken hebben we een proces nodig dat ons helpt te beschrijven hoe de toekomst eruit ziet als we helemaal duurzaam zijn geworden om vervolgens te kijken waar we vandaag staan en welke stappen we moeten zetten. Dit proces heet 'backcasten' oftewel terugredeneren.



Figuur 1a.4: The natural step

### Sustainable Materials Economy (Geiser 2001)

The products we purchase and use are assembled from a wide range of naturally occurring and manufactured materials. But too often we create hazards for the ecosystem and human health as we mine, process, distribute, use, and dispose of these materials. Until recently, most research has focused on the waste end of material cycles. The safest and least costly point at which to avoid environmental damage is when materials are first designed and selected for use in industrial production. We can use fewer materials and eliminate the use of many toxic chemicals by focusing directly on material (chemical) use when products are designed. Manufacturers can save money by increasing the effectiveness of material use and reducing the use of toxic chemicals. Manufacturers, suppliers, and customers need to set more socially responsible policies for products and services to achieve higher environmental and health goals.

### The Waste Hierarchy / Lansink ladder

Before 1970 waste management consisted primarily of landfilling. Getting rid of waste was the primary concern. After that, waste and the absence of good waste management practices received increasing attention. The 1972 Report to the Club of Rome about limits to growth, together with the oil crisis in 1973, drew attention to the scarcity of raw materials. An important cognitive institution was the famous 'waste hierarchy' proposed in the Dutch parliamentary motion of Ad Lansink in 1979, known as Lansink's Ladder. The waste management hierarchy went from prevention, through re-use (of products), recycling (of materials) and incineration (with energy-production) to landfilling as the last option.



Figuur 1a.5: waste management hierarchy (presented in: Kemp and van Lente 2011)

### Product Life-Cycle System (EPA 1993)

The U.S Environmental Protection Agency's (EPA) Risk Reduction Engineering Laboratory and the University of Michigan are cooperating in a project to reduce environmental impacts and health risks through product system design. The resulting framework for life cycle design is presented in Life Cycle Design Manual: Environmental Requirements and the Product System. Environmental requirements in life cycle design are chosen to minimize aggregate resource depletion, energy use, waste generation, and deleterious human and ecosystem health effects. The manual adopts a systems-oriented approach based on the product life cycle. A product life cycle includes raw materials acquisition, bulk and engineered materials processing, manufacturing/assembly, use/service, retirement, and disposal. Design activities address the product system, which includes product, process, distribution, and management/information components. Integrating environmental requirements into the earliest stages of design is a fundamental tenet of life cycle design. Concepts such as concurrent design, total quality management, cross-disciplinary teams, and total cost assessment are also essential elements of the framework. A multilayer requirements matrix is proposed to balance environmental, performance, cost, cultural, and legal requirements. The following design strategies for pollution prevention and resource conservation are presented: product life extension, material life extension, material selection, reduced material intensiveness, process management, efficient distribution, and improved business management (which includes information provision). Environmental analysis tools for developing requirements and evaluating design alternatives are outlined.

### Material Efficiency (Allwood et al. 2011)

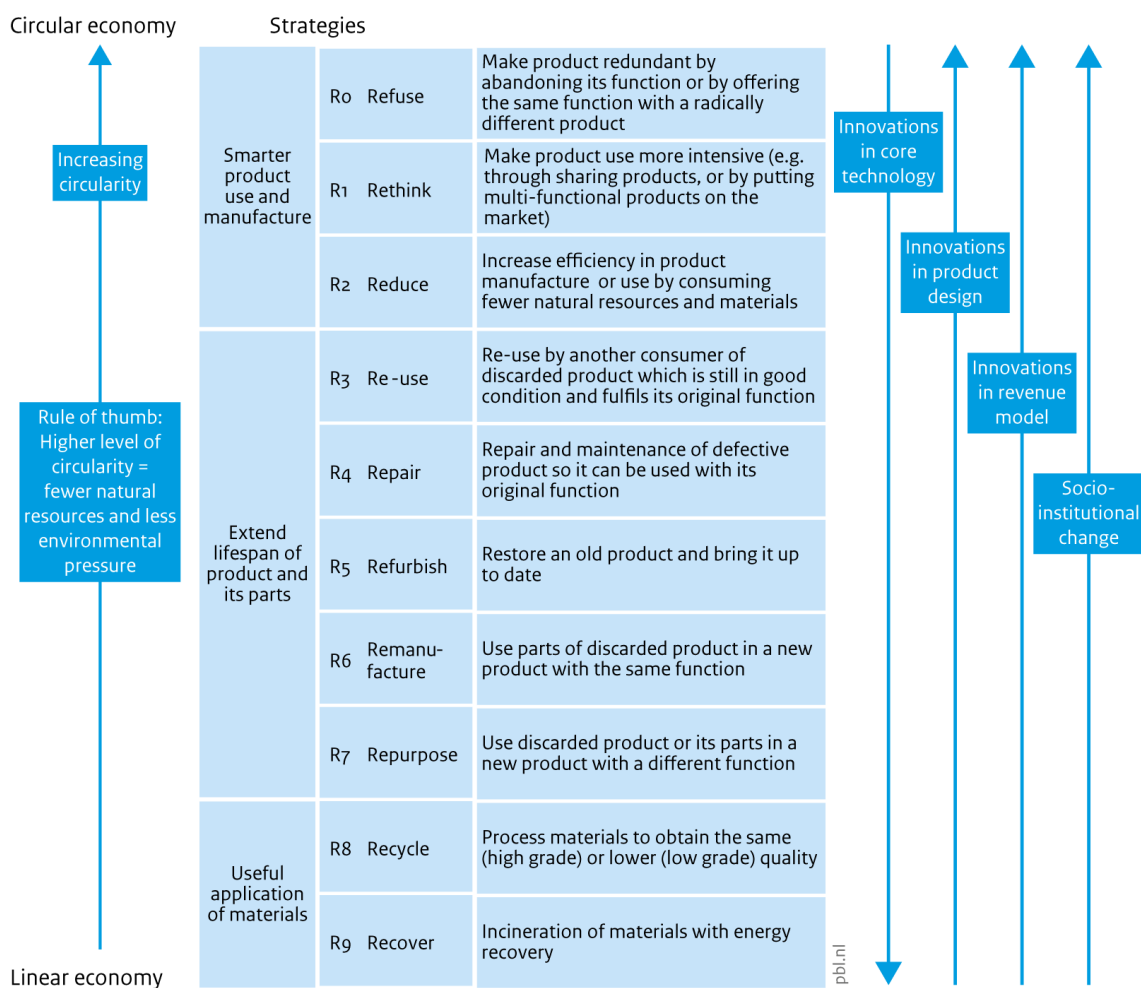
For most materials used to provide buildings, infrastructure, equipment and products, global stocks are still sufficient to meet anticipated demand, but the environmental impacts of materials production and processing, particularly those related to energy, are rapidly becoming critical. These impacts can be ameliorated to some extent by the ongoing pursuit of efficiencies within existing processes, but demand is anticipated to double in the next 40 years, and this will lead to an unacceptable increase in overall impacts unless the total requirement for material production and processing is reduced. This is the goal of material efficiency. It contains major strategies for reducing material demand through material efficiency: longer-lasting products; modularisation and remanufacturing; component re-use; designing products with less material. In industrialised nations, these strategies have had little attention, because of economic, regulatory and social barriers. However, evidence from waste management and the pursuit of energy efficiency suggests that these barriers might be overcome.

## Bijlage Ib CE methodieken

### 9 R's - niveaus van circulariteit

Vaak gebruikt zijn de niveaus van circulariteit, of de "9 R's" (figuur Ib.1). Hoe hoger het niveau van circulariteit, hoe minder grondstoffen er worden verbruikt en hoe kleiner de impact op het milieu.

#### Circularity strategies within the production chain, in order of priority



Source: RLI 2015; edited by PBL

Figuur Ib.1: 9 R's - niveaus van circulariteit (RLI, 2015)

Deze niveaus vormen ook een methode voor het meten van de effecten van circulair inkopen op de economie, welzijn en het milieu. Circulaire en standaardproducten kunnen bij het inkopen worden beoordeeld op hun fysieke presteren op de niveaus (zie Utrecht Sustainability Institute (2015) voor meer informatie).

### Circulariteit in de baggerketen

Bij het voorbeeld circulariteit in de Baggerketen (TAUW voor RWS) worden 3 levels gebruikt:

1. Behoud natuurlijk kapitaal
2. Zo lang mogelijk in de kringloop houden
3. Als keten verlaat, dan negatieve gevolgen beperken

### 7 pijlers van CE en circulaire potentieanalyse

Volgens Metabolic, een van de pioniers op het gebied van circulaire economie in Nederland, zijn er zeven pijlers die ten grondslag liggen aan de circulaire economie:

1. Een hoogwaardige circulatie van materialen
2. Energie wordt duurzaam gewonnen
3. Biodiversiteit wordt bewaakt en gestimuleerd
4. Maatschappij en cultuur worden beschermd
5. De gezondheid van mens en dier wordt structureel ondersteund
6. Menselijke activiteiten creëren waarde op meerdere schalen dan alleen financieel gewin
7. Water wordt op een duurzame manier gewonnen en bronherstel wordt gemaximaliseerd.



Figuur 1b.2: 7 pijlers van CE



Metabolic gaat uit van het feit dat het hele systeem een verandering moet ondergaan wanneer we de transitie maken naar een circulaire economie. Als we alleen vanuit materialen blijven kijken, dan komen we er niet. Een goed voorbeeld hiervan is de energietransitie; wanneer we overgaan op nieuwe vormen van energie, zullen we meer kritieke grondstoffen nodig hebben, omdat we o.a. allerlei metalen nodig hebben voor de batterijen en elektriciteitskabels. Daarom zullen we ons niet alleen moeten richten op duurzamere vormen van energie, maar ook op het minder gebruiken van energie. Metabolic heeft uiteindelijk 7 karakteristieke gedefinieerd (zie boven) die een soort ideaal systeem beschrijven. De 7<sup>e</sup> pijler is recentelijk aangepast; water hoorde tot 2017 nog niet expliciet bij de 7 pijlers. Het is niet realistisch dat alle doelen ooit tegelijk worden behaald, maar het is wel goed om na te streven. Er zijn parallellen te trekken met de Sustainable Development Goals, die ook tezamen een ideale wereld beschrijven.

Metabolic heeft de zeven pijlers vertaald in metrische tools, waarmee er een score kan worden gegeven aan circulariteit, getoetst aan de pijlers. Een voorbeeld van zo'n metrische tool is de circulaire potentieanalyse, gemaakt voor de Spaarndammertunnel in Amsterdam (Kennedy et al. 2016). Metabolic heeft onderzocht hoe de Spaarndammertunnel op een meer circulaire manier ontwikkeld had kunnen worden. Er is een beoordelingsraamwerk

opgesteld die uiteindelijk 100 punten bevatte, verdeeld over de verschillende pijlers. Uiteindelijk is er een totaalscore berekend en is er een voorbeeldscenario uitgewerkt interventies om de circulariteit te verhogen.

De 7 pijlers van Metabolic zijn interessant omdat ze een holistische benadering aanhouden, en oog hebben voor het hele systeem en de (lange termijn) afwegingen die daar bij horen. De 7 pijlers zelf en de kwantitatieve tools die daaruit voortkomen, geven echter nog geen inzicht in de afwegingen zelf maar richten zich op het zoveel mogelijk behalen van *alle* doelen.

### Circulariteitsindicatoren Ellen MacArthur Foundation

In tegenstelling tot de indicatoren van Metabolic, richten de circulariteitsindicatoren van de Ellen MacArthur Foundation zich juist niet op het hele systeem. Het gevaar van een overkoepelende methodiek is dat de essentie van circulaire economie verloren gaat. Daarom wordt er in sommige methodieken bewust uitgegaan van een smalle definitie en een smalle scope. Bij de circulariteitsindicatoren van de Ellen MacArthur foundation (i.e. Material Circularity Index or MCI) wordt er beoordeeld hoe goed een product of bedrijf scoort in de context van circulaire economie. Hierbij wordt eigenlijk alleen op productniveau gekeken, en alleen naar materiaalstromen. De methodiek gaat uit van vier principes:

1. alleen grondstoffen van hergebruik of gerecyclede bronnen
2. hergebruik componenten of recyclen van materialen na gebruik van het product
3. langer gebruik van producten (door hergebruik en/of herverdelen)
4. producten intensiever gebruiken

Elementen van de 9R methodiek zijn terug te vinden in bovenstaande principes. De waarde die met de methodiek wordt berekend is een indicatie van hoeveel van de materialen van een product circuleren. Uiteindelijk volgt er uit de analyse een getal tussen 0 en 1, hoe dichterbij 0, hoe meer nieuwe materialen er gebruikt zijn in het product. Hierbij wordt niet gekeken naar wat deze materialen zijn of wat de impact is op het milieu. Er worden ook geen afwegingen gemaakt tussen de verschillende CE strategieën.



Figuur 1b.3: circulariteitsindicatoren Ellen MacArthur Foundation

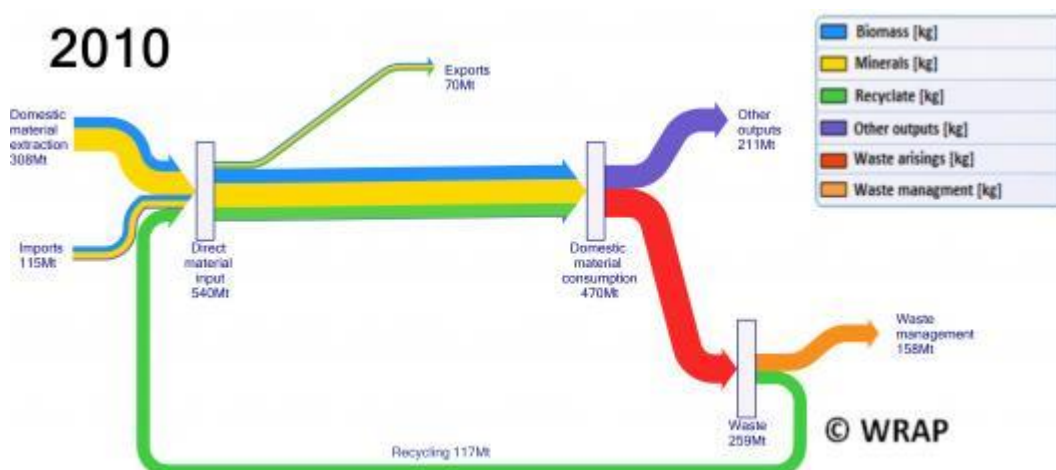
### Life Cycle Assessment

Een life cycle assessment (LCA) richt zich juist wel op het milieu. Een LCA is een kwantitatieve, wetenschappelijk onderbouwde methodiek om van de verschillende levensfasen van een product de impact op het milieu aan te geven. Een LCA zou heel goed gebruikt kunnen worden om verschillende CE strategieën af te wegen, omdat deze waarschijnlijk verschillen in de impact die ze hebben op het milieu. Een LCA zou ook goed gecombineerd kunnen worden met de circularity indicators van de Ellen MacArthur foundation (zie boven). Dit is goed mogelijk, omdat de data die nodig zijn voor de MCI overeenkomen met de data die nodig zijn voor de LCA.

Er zitten wel een aantal beperkingen aan het gebruik van LCA's. Een LCA maken kost veel tijd, zeker wanneer deze wordt toegepast in combinatie met de MCI. Daarnaast is het maar de vraag of de impact op het milieu in alle gevallen het beste afwegingskader is voor circulaire economie; de afwegingen die spelen binnen de circulaire economie zijn complex en gaan verder dan de directe impact van een product op het milieu.

### Material Flow analysis

In Material Flow Analysis wordt de stroom van materialen door een economie weergegeven, op verschillende schalen (vooral nationaal en regionaal). MFA maakt onderscheid tussen de input (i.e. materiaalinput in een economie) en de output (i.e. materiaalconsumptie, export, accumulatie en afval). Deze methodiek is dus puur en alleen op materialen gericht en werkt op relatief grote schaal. Op zichzelf geeft een MFA geen mate van circulariteit weer, maar het geeft wel inzicht in de onderdelen van het systeem waar circulaire economie het grootste effect kan hebben.



Figuur 1b.4: example of a material flow analysis (source: <http://www.wrap.org.uk/content/wraps-vision-uk-circular-economy-2020>)

## Bijlage II beschrijving kringlopen en voorbeelden

### Kringloop en voorbeelden: Land

Land wordt steeds meer gezien als waardevolle en uitputbare bron binnen Europa (European Commission, 2011). Stedelijk gebied neemt ongebreideld toe ten koste van groene ruimte. Tegelijkertijd ontstaan binnen de stedelijke omgeving steeds meer onderbenutte gebieden, die een negatieve invloed hebben op het omliggende land en de waarde ervan. Hergebruik van “brownfields” is een oplossing om consumptie van “greenfields” (“land grabbing”) tegen te gaan. Land wordt gezien als een waardevolle en cyclisch herbruikbare bron. Daarbij hoort een wezenlijke verschuiving in de manier van denken over landgebruik en landmanagement. Door land op een meer gebiedsgerichte en continue manier te managen (circulair landmanagement), in nauwe samenspraak met de stakeholders, kan – langdurige - onderbenutting van land worden voorkomen. Dit leidt uiteindelijk tot een duurzame en bewustere benutting van de ruimte en kansen die de omgeving ons biedt.

*Kader II.1: Voorbeeldproject land, HOMBRE - HOlistic Management of Brownfield REgeneration*

In het KP7-project HOMBRE (HOlistic Management of Brownfield REgeneration) is gewerkt aan het “zero-brownfields” concept. Hierin wordt land gezien als een waardevolle en cyclisch herbruikbare bron: land is in gebruik of in transitie. Daarbij hoort een wezenlijke verschuiving in de manier van denken over landgebruik en landmanagement. In plaats van problemen op brownfields uit te vergroten tot onoverkoombare (financiële) drempels voor herontwikkeling, wordt gekeken waar meerwaarde zit in het gebied en de omgeving, en hoe die meerwaarde kan helpen herontwikkeling mogelijk te maken. Door land op een meer gebiedsgerichte en continue manier te managen (circulair landmanagement), in nauwe samenspraak met de stakeholders, kan – langdurige - onderbenutting van land worden voorkomen. De managementfasen in deze cyclus bestaan uit: 1) anticiperen op veranderingen die aangeven dat land tot een brownfield kan vervallen, 2) faciliteren van transitie, het “herontwikkelingsproject”, en 3) toetsen van de resultaten om zo te leren van de ervaringen en weer te kunnen anticiperen op mogelijke veranderingen. Dit leidt uiteindelijk tot een duurzame en bewustere benutting van de ruimte en kansen die de omgeving ons biedt.

[www.zerobrownfields.eu](http://www.zerobrownfields.eu)

*Kader II.2 Voorbeeldproject land, China*

Wat betreft de rol van beleid voor EIP's stimuleert in China het Ministerie van Milieubescherming (Ministry of Environmental Protection) sinds 2002 projecten voor de ontwikkeling van EIP's. Daarnaast worden in China bedrijven door middel van stedelijke planning verplaatst vanuit de stad naar locaties buiten de stad. Ze worden daarbij dan vaak samengebracht in EIP's. Hierdoor kunnen ze makkelijker samenwerken op een relatief klein landoppervlak wat leidt tot een efficiënter landgebruik. Tegelijkertijd wordt hiermee ruimte teruggegeven aan de stad. De voormalige locaties van de industrieën in de stad worden weer gebruikt voor residentiele en ecologische doeleinden (R6: re-purpose van land). Verder levert dit een afname van de vervuiling in de stad op. Tenslotte zijn grondprijzen buiten de stad lager dan in de stad. De hierdoor hogere bedrijfswinsten worden gestoken in meer geavanceerde fabrieken met schonere technologieën die minder verbruiken en minder afval genereren. Wat betreft de fysieke omgeving nemen EIP's een plek in, in het landschap, gaan ze zuiniger om met water en energie (R1: reduce), brengen ze lagere emissies voor lucht, bodem en oppervlaktewater met zich mee en behoort aanleg en gebruik van een gezamenlijke infrastructuur ook tot de mogelijkheden (Jonkeren, 2016).

*Kader II.3: Voorbeeldproject energie, grondstoffen en land, urban mining, stortplaatsen*

Krook en Baas (2013) definiëren urban mining als het onttrekken van secundaire metalen uit verouderde, in onbruik geraakte (en daardoor bruikbare) reserves in steden. Merk op dat de relatie tussen CE en de fysieke omgeving in het geval van urban mining en meer specifiek in de bouwsector erg close is: de gebouwde omgeving wordt gebruikt als in-put in een circulair proces en is tevens output van dat proces.

Een andere toepassing van CE in landelijk gebied is landfill mining.<sup>15</sup> Dit betreft het proces van het terugwinnen van materialen en energiebronnen uit afval in stortplaatsen. In Jones e.a. (2013) wordt het potentieel van landfill mining voor de EU-2716, gekwantificeerd op 5% van de jaarlijkse binnenlandse materiaalconsumptie van deze 27 landen gedurende 25 jaren. Het is waarschijnlijk dat dit potentieel voor Nederland kleiner is omdat Nederland in tegenstelling tot andere EU-landen al langere tijd een stortverbod voor brandbaar of recyclebaar afval kent en omdat sommige afgesloten stortplaatsen inmiddels een bepaalde bestemming hebben gekregen (een golfterrein of park bijvoorbeeld). De opbrengst van landfill mining ligt in de sfeer van het schoner worden van bodems. Het ligt voor de hand dat afvalbeleid en wetgeving betreffende bodembescherming hierbij betrokken is. (Jonkeren 2016)

In spite of all efforts in separation of waste products in the EU, only 40% of urban waste is reused or recycled. The remainder ends up in landfills (27%) or is incinerated (33%), which leaves potentially reusable materials unused.

In Europe, there are approximately between 150.000 and 500.000 landfills. Many of them contain materials that are becoming scarce such as copper and rare earth materials.

Boundaries to reclaim these materials are the costs and law and regulation.

According to Hoekstra & Groot (2013), points in favour for landfill mining can be:

1. Revenues from reclaimed energy.
2. Revenues from reclaimed materials.
3. Incrementing value due to high-value re-use of now derelict land
4. Decreasing and ending costs for maintenance.
5. Release of reservations for future remediation

These points are not yet sufficient to make landfill mining economically feasible. The concept of “temporary storage” was therefore developed. Materials that currently have insufficient value to be mined, are conditionally stored. When technology has enhanced and (potentially) resources have increased value due to scarcity, these materials can be reclaimed from the temporary storage. (Hoekstra en Groot, 2013)

### **Sediment**

Een verstoorde sedimentbalans leidt wereldwijd en ook in Nederland, tot problemen zoals rivierbedinsnijding en kusterosie. Menselijke ingrepen hebben de sedimentstromen in rivier-zeesystemen verstoord. Deze ingrepen resulteren in een tekort of overschot aan sediment. Een overschot veroorzaakt dichtslibben van reservoirs met negatieve effecten op waterenergieproductie en wateropslag, waterwegen slibben dicht wat de navigeerbaarheid en waterveiligheid van watersystemen aantast. Daarnaast veroorzaakt het “hypertroebelheid” in estuaria, wat een verslechtering van ecosystemen ten gevolge heeft. Tekorten aan sediment zorgen voor kusterosie en terugtrekkende of verdrinkende delta's. Ook neemt erosie van rivierbeddingen toe en wordt de morfologie van kanalen aangetast, wat de habitats in rivieren en het grondwater in overstromingsgebieden beïnvloed.

*Nota bene: erosie en sedimentatie etc zijn een deelkringloop van de koolstofkringloop, de langlopende anorganische kringloop*

*Kader II.4: Voorbeeld sediment : SEDNET roept op tot meer onderzoek rond sediment tekorten en overschotten*

Sustainable and resilient solutions to disturbed sediment continua should be sought at the entire river-sea system scale. Presently, there are on-going R&I activities which only partially target “end-of-pipe” management solutions. Up to now, hardly any concerted R&I action is taken on the entire river-sea systems scale. R&I is needed which:

- Addresses entire river-sea systems, so crossing geographical as well as political borders;
- Carefully balances social, economic and environmental values;
- Involves stakeholders;
- Embraces the entire soil-sediment-water system (integrated solutions);
- Respects natural processes and functions;
- Not results in unwanted impacts elsewhere in the river-sea system (up- or downstream), not now, nor in the future;
- Recommends early solutions to decision makers where they can be implemented.

### **Bodem / ondergrond**

De bodem is één van de natuurlijk kapitaalgoederen binnen de circulaire economie. Daarbij is zij schaars en niet vervangbaar. De vorming van een ecologisch functionele toplaag gaat zeer langzaam. Hierdoor zijn herstel van de kwaliteit van bodem en grondwater zeer langzame processen. Een circulaire economie is afhankelijk van de bodem als leverancier van ‘commons’ (ruimte, hulpbronnen, energie, grondstoffen en diensten die de bodem levert aan de maatschappij) voor het sluiten van kringlopen. Om aan deze functies op de lange termijn te kunnen voldoen binnen de circulaire economie is een kader voor het beheer dit natuurlijk kapitaal nodig met doelstellingen voor efficiënt gebruik en beheer daarvan. De bodem in een circulaire economie is uit de eerder benoemde drie dimensies te beschrijven:

1. **Goederen:** Integratie van de voorziening van grondstoffen en hulpbronnen in het maatschappelijk systeem. De winning van mineralen in ondergrondse mijnen en in dagbouw hebben een grote invloed op het landschap, de biodiversiteit en de kwaliteit van bodem en grondwater. Een ander voorbeeld is de productie van biologische grondstoffen voor de biologische cyclus van de circulaire economie op landbouwpercelen die anders voor de voedsel- en veevoerproductie worden ingezet.
2. **Diensten** Bodembeheer en ruimtelijke inrichting. Een bodem met een passende kwaliteit is een eindige hulpbron, die bedreigd wordt door bodemdegradatie. De toenemende achteruitgang van de bodemkwaliteit heeft invloed op de biogeochemische cycli en andere ecologische functies van de bodem, inclusief haar rol als leverancier van grondstoffen (bijv. schoon water), klimaatmitigatie (bijv. koolstofopslag) en ruimte voor natuur en maatschappelijke activiteiten.
3. **Systeemgrenzen:** Binnen dit perspectief worden de grenzen aangegeven van het biofysische systeem, waarbinnen de mensheid veilig kan opereren. Om binnen deze grenzen te blijven, zullen de belastingen van de biogeochemische cycli, milieuverontreiniging en biodiversiteitsverlies moeten worden teruggedrongen.

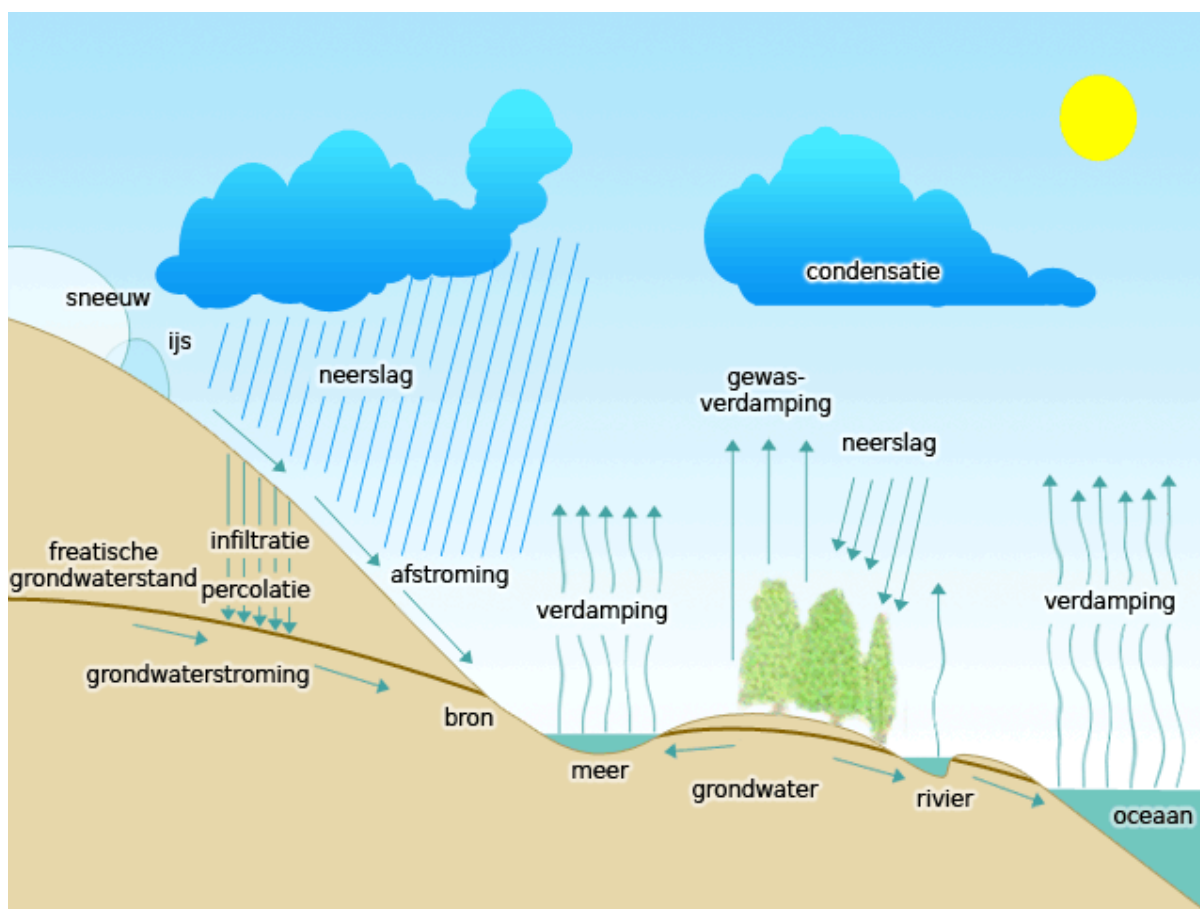
*Kader II.5: Voorbeeld bodem en sediment: afval of bron (bron RWS)*

For many years there is debate on the question whether soils and sediments are a waste or a resource. In general soils and sediments are (legally) regarded as a resource if they were excavated with the purpose to make use of it (mining of raw materials). When excavation is done for maintenance or development of infrastructure soils and sediments are often seen as waste. So, soils and sediments can be categorized as a waste or a resource. However, in a circular economy, materials should not be wasted and therefore the first management option to consider is to (re-)use soils and sediments beneficially. For such a consideration it is important to keep in mind that soils and sediments can be contaminated. The second important key question to consider is if soils and sediments are a sink for - or a source of contaminants. The Netherlands have implemented a circular approach towards the management of excavated soils and sediments. Beneficial use of soils and sediments is facilitated by the Dutch Soil Quality Decree (SQD). The SQD makes clear when excavated soils and sediments are a waste or a resource. This is also dependent on the contaminant load, and if the material is regarded as a sink or as a source for contaminants. By means of the SQD the demands of the EU Waste Framework Directive and the Water Framework, relevant for the management of soils and sediments, were implemented into Dutch Law. In practice this means that about 95% of the excavated soils and sediments are used circularly in the Netherlands. Only heavily contaminated soils and sediments cannot be re-used as soil or sediment and has to be handled (disposed or treated) as waste.

**Water**

De waterkringloop, hydrologische cyclus of watercyclus is het natuurkundige proces waarbij oppervlaktewater verdampt. In de atmosfeer vormt deze damp wolken waaruit neerslag valt. Deze komt terug op aarde in waterwegen, of zakt weg in de bodem als grondwater. Een groot deel verzamelt zich weer als oppervlaktewater.

Bij (grond- en oppervlakte-) water zijn zowel kwaliteit als kwantiteit van belang. We hebben voldoende water en water van voldoende kwaliteit nodig om aan onze behoeften te voldoen.



Figuur II.1: waterkringloop Door BE, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1813318>

Kader II.6: voorbeeldproject water WaterLoupe <https://www.sustainability2022.com/en/our-stories/waterloupe-tool>

The WaterLoupe dashboard was created to help stakeholders identify factors driving water risk across the entire watershed, and explore sustainable stewardship strategies. Preserving water resources is both a critical environmental and business priority for Kimberly-Clark. Several of our mills are located in river basins at high risk for water scarcity. To help address this challenge, Kimberly-Clark has partnered with research firm Deltares to launch WaterLoupe, an interactive, web-based tool to monitor local freshwater supplies and consumption trends and generate actionable insights to mitigate local water risks. WaterLoupe tracks data on social, economic and climate factors impacting water availability within river basins and displays the information on a highly visual, user-friendly dashboard. The tool allows users to assess water risks for an entire watershed as well as specific sectors and sub-groups, such as industrial users, farmers and households, over a 30-year time horizon. Deltares developed the dashboard based on a study of the Aburrá and Cauca Valley catchment areas in Colombia, where Kimberly-Clark operates manufacturing facilities.

### Nutriënten

De nutriëntenkringloop is met name van belang in agrarische gebieden. De nitraatrichtlijn reguleert gebruik van stikstof in de landbouw om verontreiniging van oppervlakte- en grondwater tegen te gaan. Naast stikstof is ook fosfaat gebonden aan een maximumgift om landbouwgronden te bemesten. Voor fosfaat worden tevens wereldwijd tekorten voorzien. Door de kringlopen goed mee te nemen in bedrijfsvoering, kan zuiniger omgegaan worden met mestgiften en wordt eutrofiering tegengegaan. Ook wordt steeds meer aandacht gegeven aan het terugwinnen van fosfaat uit riool/afvalwater in stedelijke gebieden.

*Kader II.7: voorbeeldproject fosfaat*

#### **'Ketenakkoord Fosfaatkringloop'**

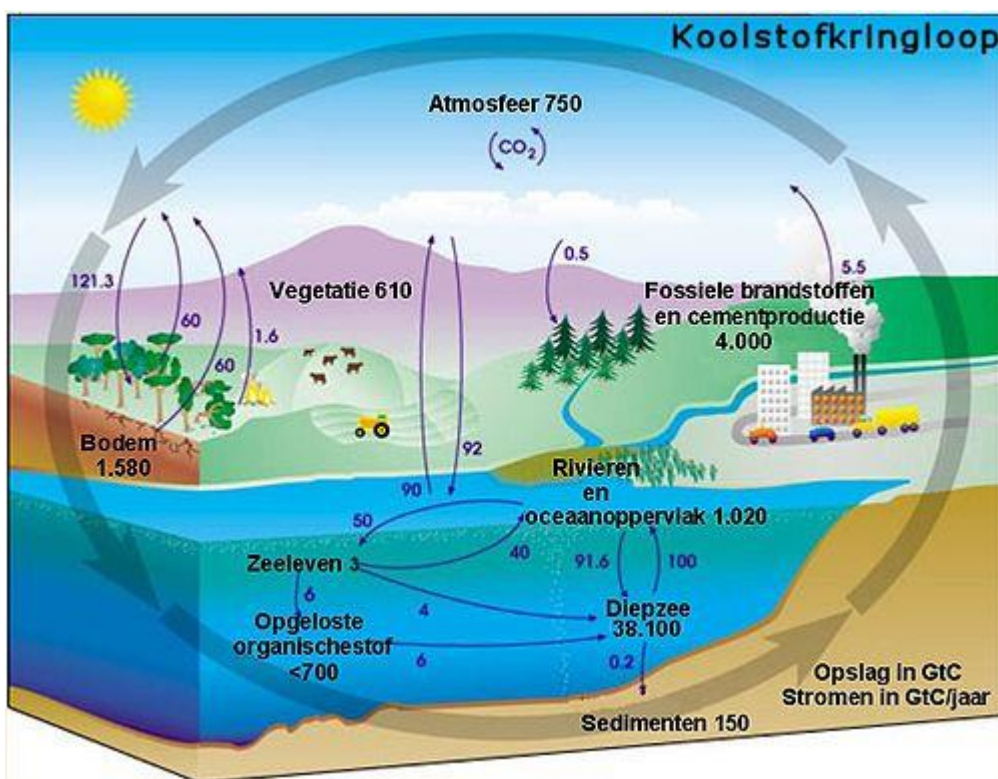
In dit ketenakkoord staat de ambitie beschreven om binnen 2 jaar een duurzame markt te creëren waarin zoveel mogelijk her te gebruiken fosfaatstromen op een milieuverantwoorde wijze in de kringloop worden teruggebracht.

#### **Struviet**

Om de wereldwijde te voorziene tekorten van fosfaat op te lossen, dient fosfaat uit organisch afval, zoals mest en zuiveringsslib te worden teruggewonnen en teruggebracht naar het gebied, waar de biomassa is geproduceerd. In Nederland, met zijn grote mestoverschotten, worden in toenemende mate technieken toegepast om fosfaat en andere nutriënten terug te winnen in een dusdanige vorm zodat transport over grote afstanden mogelijk is. Fosfaat kan worden teruggewonnen in de vorm van het mineraal struviet en worden toegepast als meststof. De International Green Deal of the North Sea Resources Roundabout faciliteert de export van struviet en probeert een stap te maken naar het verwezenlijken van een Europese markt voor struviet. Struviet kan dienen als vervanger van fosfaat die gewonnen moet worden uit guano of fosfaaterts. Verder zou een verder onderzoek naar het beschikbaar maken van fosfaat in de fosfaatverzadigde landbouwbodem aanbeveling verdienen om de afhankelijkheid van fosfaat uit bijvoorbeeld Marokko te verminderen. (Breure et al., 2018)

### **Koolstof / CO<sub>2</sub>**

De koolstofkringloop is de bekendste biogeochemische kringloop en beschrijft alle processen waarmee het element koolstof door het systeem Aarde circuleert. De koolstofkringloop beschrijft onder andere wat er gebeurt met door mensen uitgestoten koolstofdioxide in de atmosfeer.



Figuur II.2: koolstofkringloop. De zwarte getallen tonen hoeveel miljarden tonnen koolstof (GtC) in de verschillende opslagplaatsen aanwezig zijn. De paarse getallen tonen hoeveel koolstof tussen de verschillende opslagplaatsen per jaar uitgewisseld wordt. N.B. Vegetatie omvat alle organismen.

### Organische stof

Mest en andere organische reststromen kunnen worden toegepast als bodemverbeteraar, als voorziening van nutriënten voor gewassen en als energieleverancier. Er zit dus een sterke link met de nutriëntenkringloop, maar afname van organische stof o.a. in de bodemstrategie en als onderligger voor biodiversiteit als belangrijke bedreiging wordt gezien. Ook is organische stof een stroom die goed meegenomen wordt in circulaire designs en daarom bevelen we aan om de organische stof toch apart mee te nemen.

*Nota bene: de organische stof kringloop is een deelkringloop van koolstofkringloop (kortlopende organische kringloop)*

*Kader II.8: voorbeeldproject Biomassa, nutriënten en CO<sub>2</sub> in de landbouw*

In het landelijk gebied vindt CE verschillende toepassingen in de landbouw. De onderdelen natuur, bodem, water en lucht van de fysieke omgeving komen dan met name op de voorgrond. Er is een directe relatie tussen ontwikkelingen in de landbouw en behoud van natuur en biodiversiteit via grondgebruik en via emissies (Smits en Linderhof, 2015)<sup>13</sup>. In de literatuur over circulaire economie in de landbouw is vooral aandacht voor het gebruik van bio-massa als reststroom voor de productie van materialen (R5: remanufacture), energie (R8: recover) of compost (R7: recycle). In TNO (2013), welke stelt dat vooral in de landbouwsector kansen voor een CE in Nederland liggen, staan dergelijke reststroom toepassingen van biomassa beschreven. Dit betreft met name voorbeelden van zogenaamde externe kringlopen: reststromen worden extern nuttig ingezet, waardoor een afhankelijkheid tussen twee verschillende bedrijven gecreëerd wordt. Vanuit economisch

perspectief zijn deze kringlopen interessant maar vanuit ecologisch perspectief (qua druk op de fysieke omgeving) zijn interne kringlopen hoopgevender. Interne kringlopen vinden hun toepassing in het hergebruiken van reststromen binnen landbouwbedrijven<sup>14</sup> zodat wat voorheen afgevoerd werd als afval of werd beschouwd als emissie (kooldioxide, stikstof en fosfaat met name), nu intern wordt gebruikt met een minimalisatie van benodigde inputs en emissies tot gevolg. Dit speelt vooral in de veehouderij. Dit is een economisch belangrijke sector voor Nederland, die tegelijkertijd veel problemen heeft met emissies naar lucht, water en bodem. De kern van de interne kringloop in de landbouw is het combineren van plant-plant, plant-dier of dier-dier productie waarbij reststromen uit productie van de een gebruikt worden als input voor de productie van de ander. Een voorbeeld van een plant-plant combinatie zijn paddenstoelen die CO<sub>2</sub> en warmte produceren wat nuttig is voor andere gewassen. In het geval van plant-dier gaan reststromen van het dier (mest) naar de plant en gaat (een deel van) de plant naar het dier als veevoer. Voorbeelden van interne kringlopen in de landbouw zijn polydome, aquaponics, ecoferm en kringloopboeren (zie Smits en Linderhof, 2015) Jonkeren et al., 2016

### Energie

Van alle energierijke stoffen die producenten maken, blijven er aan het eind van de voedselkringloop alleen weer de anorganische stoffen over, waaruit de energierijke stoffen oorspronkelijk waren gemaakt: CO<sub>2</sub>, water en mineralen. De vastgelegde energie gaat vroeg of laat als warmte 'verloren' voor het ecosysteem. Omdat er steeds opnieuw energie binnenkomt in een ecosysteem (zon > producenten), en die energie als het ware langs alle organismen in het ecosysteem 'loopt', spreken ecologen van een energiestroom. De stroom wordt kleiner en kleiner naarmate we hoger in de voedselpiramide komen, want bij elk organisme verdwijnt een hoeveelheid uit het ecosysteem.

Echter, aangezien het BSW-systeem wel (fossiele en duurzame) energie levert, en er veel aandacht is voor het maken van energie en warmtekringlopen in van stedelijk gebied kan het aan te bevelen zijn om toch aan deze stroom aandacht te schenken.

*Nota bene: Fossiele brandstoffen zijn een deelkringloop van de koolstofkringloop, de langlopende organische kringloop*

*Kader II.9 voorbeeldproject CO<sub>2</sub> water, energie, land: haven Rotterdam*

Geïnspireerd door het voorbeeld van Kalundborg in Denemarken begon de ontwikkeling van industriële symbiose en EIP's in Nederland in midden jaren 90 met initiatieven in het Rotterdamse haven- en industriegebied (Baas en Korevaar, 2010). Om deze initiatieven levensvatbaar te maken is op programmabasis samengewerkt tussen bedrijven, overheden, milieuorganisaties en een universiteit. Duidelijk werd dat samenwerking en coördinatie op dit systeemniveau noodzakelijk was omdat op individueel bedrijfsniveau kansen niet werden gezien. Desondanks kwamen sommige initiatieven niet van de grond door een gebrek aan economische levensvatbaarheid. Baas en Korevaar (2010) hebben de succesvolle en mislukte initiatieven gedetailleerd beschreven. Belangrijk om hier te vermelden is dat in de uitgewerkte symbiose-programma's voor het Rotterdamse havengebied enkele thema's centraal stonden die direct aan de fysieke omgeving raken: water, CO<sub>2</sub>/energie, delen van voorzieningen (infrastructuur) en bodems. Zo werden schattingen gemaakt van te behalen CO<sub>2</sub> emissiereducties, werd de haalbaarheid van een pijpleidingnetwerk voor transport van stoom (warmte) onderzocht met als doel hergebruik in plaats van lozing op het oppervlaktewater, en werd gestreefd naar een efficiënter landgebruik. Jonkeren et al., 2016

*Kader II.10: Voorbeeldproject energie- Een gesloten energiekringloop in een woonwijk in Sneek*

Keukenafval en ontlasting van de bewoners wordt door bacteriën omgezet naar groen gas in een biovergister. Dit gas wordt deels gebruikt voor de verwarming van de woningen en het tapwater. Een andere warmtebron is het water dat uit de baden, douches, wasmachines en vaatwassers. Die warmte wordt er met warmtewisselaars uitgehaald. Tegelijkertijd wordt het water en het vocht dat overblijft in de biovergister gezuiverd. Dit scheelt energie. Het gezuiverde water kan rechtstreeks op het oppervlaktewater geloosd worden in plaats van dat het helemaal naar de rioolwaterzuivering gepompt moet worden, die er dan vervolgens nog energie in moet stoppen om het te zuiveren.

Het grootste deel van de warmte wordt geleverd door een warmte-koude-opslagsysteem. Dit haalt met pompen warmte uit het grondwater. Door compressietechnieken en met behulp van het gas uit de biovergister wordt dit water nog warmer gemaakt. 's Zomers koelt het systeem de gebouwen door de warmte juist de grond in te pompen.

<https://www.trouw.nl/groen/een-gesloten-energiekringloop~a9143f60/>

## Bijlage III uitwerking voorbeelden Tier 1 werksessie

### CE SCAN werksessie 14 11 2018

**Aanwezig:** Sien Kok, Linda Maring (verslag), Sophie Moinier, Derk van Ree, Nishchal Sardjoe

### Uitwerking voorbeelden

De vraag die we ons stellen (a.d.h.v. tabel 1) worden de verschillende “materialen” in projecten behandeld?

We willen een aantal verschillende voorbeelden uitwerken:

Verschillende aard projecten

1. Initiatief / ontwerp
  - a. Strategische projecten visievormend, beleid
  - b. Onderzoeksprojecten
  - c. Ontwerp / maakprojecten
  - d. Haalbaarstudies
2. Realisatie - implementatie
3. Evaluatie: Beoordelend, MER second opinions

Voorin de keten heb je mogelijk het meeste winst. Beoordelend, achterin de keten dan is het met name de kans om aanbevelingen te doen voor de toekomstige projecten

Projecten	Aard	Aandacht voor CE tav:	Schaal in ruimte en tijd
E-USE(aq)	1b		Europees schaal Tijd 10tallen jaren
	1c	Energie	Pilotschaal. tijd 10tallen Jaren beïnvloedingsgebied onder de grond (80-100 m ongeveer)
VONK	1a	Algemene zin	
Grofzandbarriere	1b	Circulair materiaalgebruik	
Vervanging en Renovatie van Natte Kunstwerken	1a	Algemene zin	
Sedimentenanalyse waterschappen	1d	Sediment als product	
...			

**E-USE(aq)****Aard project:** 1 b.Onderzoeksproject en 1c. Ontwerp / maakprojecten (Pilot)**Aandacht voor CE tav van:** duurzame energievoorziening**Omschrijving:** Eu climate kic 2 mln leading partner, wij ½ project. Pilot in delft.

Innovatieve zonnecellen op de WKO, omdat onze WKO een grotere hittevraag heeft.

**Tijd en ruimtelijke schaal:** Europees schaal. Tijd 10tallen jaren

Materialen	Beschrijving	schaarste	irreversibel	verandering	CE doel	Meekoppel- of gemiste kans
Landgebruik	Maakt gebruik van (wko bovengronds maar vooral zonnecellen)	Schaars in dit gebied	Reversibel	Nee	Nee	Nee
Bodem/Ondergrond	Maakt gebruik van					
Grondwater	Wordt rondgepompt	Nee	Ja maar kost wat investering	Warmt op, koelt af	Nee	Neutraal opleveren zonder warme en koude bel. Koppelen met sanering indien van toepassing
Energie	Fossiele brandstoffen worden beperkt, maar worden nog wel wat ingezet				Ja	
CO <sub>2</sub> – onder energie	CO <sub>2</sub> wordt beperkt					
Materialen voor wko, zonnecellen	Meer gebruik dan alternatief (LCA)	Nee			Nee	Aanleg blijkt uit de LCA redelijk negatief te scoren tav referentiemogelijkheden

Let op dat je het bijstoken met fossiele brandstoffen niet te groot maakt in een project als dit, dan krijg je een onterecht negatief beeld.

Neem fases van het project mee in de discussie: aanleg, gebruik, beëindiging

Meekoppelkansen zou je bij in iedere workshop aan het einde in brede zin kunnen bespreken vanuit alle "Materialen", misschien toevoegen als extra vraag. MVO ook meenemen (evt SDGs, of ook belang benoemen / omschrijven voor de doelgroep)

**Eindconclusie:**

Dit project scoort wat betreft CE op energie. Meekoppelkansen We zien nog kansen voor grondwater in beëindigingsfase, en voor materialen bij aanleg. Belang: duurzame energie, verlaging CO<sub>2</sub> uitstoot

**VONK****Aard project:** 1a. Strategische projecten visievormend, beleid**Aandacht voor CE tav van:** algemene zin**Omschrijving:** vervanging natte kunstwerken. Of niks doen, of 1:1 vervangen of anders doen. In het project wordt gezocht naar meekoppelkansen CE in regioanalyses, maken gebruik van de netwerkschakelplannen**Tijd en ruimtelijke schaal:** ?

stromen	beschrijving	schaars te	irreversibel	Verandering	CE doel	Meekoppel- of gemiste kans
Landgebruik	Maakt gebruik van land, tijdens aanleg meer gebruik	Schaars	nauwelijks	ja	Nee	Je hebt kansen om hier ruimte te creëren
Bodem/ondergrond	Maakt gebruik van	Schaars	nauwelijks	ja	nee	
(grond)water	Project heeft mogelijk effect op...					
Zand en klei	Nodig bij aanleg			Ja	nee	Gebruik secundaire bouwstoffen inzetten
CO <sub>2</sub>	Project kent CO <sub>2</sub> uitstoot, doel RWS is verminderen (grond en materialenverzet)				Zie hieronder	Zie hieronder, minder verplaatsing = minder CO <sub>2</sub>
Materiale Beton etc	Wordt ingezet			Ja	Ja, RWS breed vermindert gebruik van materiaal, maar op project-niveau nee	Kans voor hergebruik materialen, uitsparen van materialen

Delfstoffen moeten we gewoon uitsplitsen naar zand grind klei etc, delfstoffen is wat je nog moet gaan ontgraven (primaire bouwstof) en dan mis je hergebruik secundaire bouwstoffen.

**Eindconclusies:** Aard van het project is hier belangrijk. Nu is CE nog niet aan de orde, maar je moet het wel op de lijst zetten anders wordt het straks vergeten. Er zijn veel kansen voor CE in de VONK opgave.

### Circulaire economie scan – Grofzandbarriere

Ulrich forster/ Sien Kok 04-12-18

#### Projectbeschrijving

Piping is het proces waarbij een kwelstroom onder dijk door fijn zand uit de dijk meevoert, zodat deze wordt ondermijnd. In het kader van het HWBP (Hoogwaterbeschermingsprogramma) moeten alle dijken aan nieuwe normen gaan voldoen. 1900 km primaire kering wordt hierbij door piping afgekeurd. Het probleem speelt ook bij regionale keringen, maar hier is geen zicht op de versterkingsopgave. Vanwege de nieuwe rekenregels die bij de Nieuwe Normering horen, met strengere uitgangspunten, zijn steeds bredere bermen nodig – in sommige gevallen zelfs meer dan 100 meter. Dit leidt tot veel ruimte - en grondgebruik. In de bebouwde kom, waar de ruimte schaars is, kan als alternatief voor een brede berm een stalen damwand worden gekozen om de natuurlijke waterstroom onder de dijk tegen te houden. Daarnaast wordt geëxperimenteerd met (kunststof) geotextiel – dit is echter moeilijk verwijderbaar.

Bij de innovatieve grofzand barrière (eerste laboratoriumproeven zijn positief; dit jaar de waterinnovatieprijs gewonnen) wordt in plaats van geotextiel of een damwand een verticale laag 'grof zand' ingebracht, dat ervoor zorgt dat het fijne zand in de dijk op zijn plaats blijft. Tegelijkertijd kan de natuurlijke grondwaterstroming gewoon doorgaan, is er geen negatieve impact op de grondwater- en bodemkwaliteit, en wordt ruimte bespaard. Het grove zand wordt gewonnen uit rivierafzettingen (Limburg, Schelde) dat bijvoorbeeld ook voor beton wordt gebruikt.

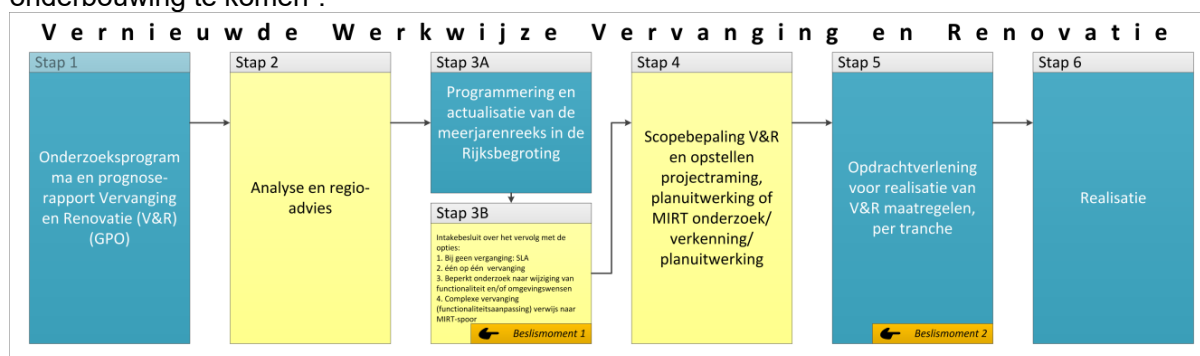
#### CE scan Grofzand Barrière – uitsnede tabel

Materialen (gebruikt of beïnvloed bij toepassing Grofzandbarriere)	Schaarste (alternatieven beschikbaar? Maakbaarheid?)	Irreversibiliteit (als onttrokken wanneer weer beschikbaar)	Verandering (Verandert het materiaal bij gebruik?)	Belang (Maatschappelijke meerwaarde)
<b>Zand / grind /klei*</b>	+/- Lokaal winbaar, voldoende voor bestaande toepassingen	+ Onttrekking in verhouding met natuurlijke aanwas (?)	- Er wordt een mengsel gemaakt, maar kan makkelijk met zeven weer gescheiden worden.	Ruimtebesparing, geldbesparing, duurzamer alternatief dan damwand/
<b>Grondwater</b>		+	Geen impact op grondwaterstroming rivier - achterland (wel bij alternatieven)	Geen negatieve impact bij droogte
<b>Energie (benodigd transport)</b>	Geen significante impact			

<b>Materialen</b> (Damwanden: alternatief voor GZB in bebouwde kom. Opgave < 200 km )	<b>Schaarste</b> (alternatieven beschikbaar? <b>Maakbaarheid?</b> )	<b>Irreversibiliteit</b> (als onttrokken wanneer weer beschikbaar)	<b>Verandering</b> (Verandert het materiaal bij gebruik?)	<b>Belang</b> (Maatschappelijke meerwaarde)
<b>Zand / grind /klei*</b>	+/- Lokaal winbaar, voldoende voor bestaande toepassingen	+ Onttrekking in verhouding met natuurlijke aanwas (?)	- Er wordt een mengsel gemaakt, maar kan makkelijk met zeven weer gescheiden worden.	Ruimtebesparing, geldbesparing, duurzamer alternatief dan damwand/
<b>Grondwater</b>	+ tijdens droogte wel schaars		- Geen impact op kwaliteit grondwater	+ Een damwand stopt de natuurlijke stroming van rivier naar achterland = negatieve impact
<b>Metaal</b>	- Nog niet heel schaars en relatief goedkoop (oa door niet- duurzame verwerking in China, + hergebruik goed mogelijk)	- Irreversibel, non-renewable grondstof	Nee, goed veredelbaar (omsmelten) en geschikt voor hergebruik	
<b>Energie (benodigd transport)</b>	Veel energie nodig door transport (china) + verwerking			

## Circulaire economie scan – Vervanging en Renovatie van Natte Kunstwerken – Projectbeschrijving

Voor de nieuwe werkwijze Vervanging en Renovatie (VenR), gericht op natte kunstwerken moet er door de regio's van Rijkswaterstaat een regio-analyse uitgevoerd worden, om uiteindelijk te komen tot een regio-advies. De rol van het regio-advies is het beschrijven van de urgentie van vervanging van het object vanuit de technische staat, aangevuld met geactualiseerde eisen en wensen vanuit het netwerk en de omgeving, en beschrijft alternatieven voor eventuele vervanging en/of renovatie. Hoe deze regio analyses uitgevoerd moeten worden is echter nog niet helemaal duidelijk, en hier wordt daarom in het Kennis Programma Natte Kunstwerken verder onderzoek naar gedaan. Dit project maakt deel uit van het Kennis Programma Natte Kunstwerken (KPNK) en het doel is om "kennisvragen over Vervanging en Renovatie gezamenlijk op te pakken en tot betere inhoudelijke analyses en onderbouwing te komen".



## CE scan VenR Regio-analyses

Het uitvoeren van een CE scan is op dit project zelf niet praktisch. Er is daarom gekozen om een van de casussen binnen het project uit te voeren. Voor een regio-analyse gefocust op de VenR strategie voor het vervangen van de draaibruggen op de Afsluitdijk wordt volgende tabel de elementen van de scan uitgevoerd (zie bijlage 1 voor het regio-advies).

Materialen (gebruikt of beïnvloed bij toepassing Grofzandbarrriere)	Schaarste (alternatieven beschikbaar? Maakbaarheid?)	Irreversibiliteit (als onttrokken wanneer weer beschikbaar)	Verandering (Verandert het materiaal bij gebruik?)	Belang (Maatschappelijke meerwaarde)
<b>Beton</b>	Niet schaars. Alternatieven beschikbaar. Bij opsplitsing bestaat beton vnl uit zand/grind en water. Die elementen kunnen wel gezien worden als schaars.	nvt	Ja	Van nature sterk en economies of scale spelen hier een rol.
<b>Metaal</b>	Opgemaakt uit ijzererts. Niet schaars	Irreversibel	Ja, wear and tear.	Idem, economies of scale. Embedded in our way of working/constructing
<b>Asfalt (voor de weg)</b>	Ja ( <a href="http://triaseconomica.nl/2013/01/">http://triaseconomica.nl/2013/01/</a> )	Asfalt bestaat uit	Hitte → bij	Zorgt voor de begaanbaarheid

	<a href="#">25/schaars-asfalt/</a> ). Lignine als alternatief	verbindingen uit aardolie. Niet reversibel	gebruik → smeltend asfalt	d van wegen, draagt bij aan onze mobiliteit, bereikbaarheid.
--	---	--	---------------------------	--

**Voorlopige conclusie:**

Er kan bij de VenR opgave, en dus bij het opstellen van de regio-adviezen, door de regionale eenheden van RWS wel degelijk rekening gehouden worden met circulariteit, zij het op diepgaander niveau. Bij het identificeren van alternatieven en achtereenvolgens specificeren, komen vaak de te gebruiken materialen aan bod, die uiteindelijk de modules/objecten van het kunstwerk vormen. De link met circulariteit moet dan ook bij het gebruik van de materialen gezocht worden, leidend tot eventueel een verhoging van de technische levensduur van het object. Dat zeggende, wordt er door RWS ook belang gehecht aan de functionele levensduur van het object. Tussen de technische en functionele levensduur worden er economische afwegingen gemaakt. Het is nog maar de vraag of er op grond hiervan dan gekozen zal worden voor “meer circulariteit van de keten” bij het vervangen/recoveren van een object. Dit is bijvoorbeeld het geval bij een kunstwerk waarbij de functionele levensduur korter is dan de technische levensduur, maar het object wel toe is aan een vervanging/renovatie. De keus is dan snel gemaakt om het object op een zo goedkope manier te recoveren/vervangen.

**Circulair sedimentgebruik voor de waterschappen****Aard project:** 1 b. Onderzoeksproject en 1c. Ontwerp / maakprojecten (Pilot)**Aandacht voor CE tav van:** circulair gebruik van sediment door waterschappen**Omschrijving:**

- 1) Inventarisatie van projecten met Nuttig Toepassing Sediment (NTS);
- 2) Inventarisatie van hoeveelheden en kwaliteiten slib
- 3) Definitie van Circulaire Economie (CE)
- 4) Toepassing van CE aan projecten
- 5) Formuleren van kennisvragen en vormgeven voorstel van onderzoek

**Grootschalige doel:**

- 1) Verminderen van baggerkosten (of verhogen van waarde?)
- 2) Toenemen van Circulariteit (50% in 2030 – 100% in 2050)

**Tijd en ruimtelijke schaal:** Regionale schaal. Tijd: jaren

Materialen	beschrijving	schaarste	irreversibel	verandering	CE doel	Meekoppel- of gemiste kans
Landgebruik	Rivieren, gebruikt voor scheepvaart	Bevaarbaar water wordt schaarser omdat rivier dichtslibt met sediment	Reversibel	Ja, kan vervuild raken	Ja, zie boven	Nog niet naar meekoppelkansen gekeken, kan wel in vervolgproject
Sediment	Sediment wordt afgezet in de rivier, moet periodiek gebaggerd worden	Er is teveel, wordt nu beschouwd als afval maar zou ook als grondstof kunnen dienen	reversibel	Ja, kan vervuild raken	Ja, zie boven	Nog niet naar meekoppelkansen gekeken, kan wel in vervolgproject