

Douglas Mulhall & Michael Braungart



**Cradle to Cradle®**  
voor de gebouwde  
omgeving

Douglas Mulhall & Michael Braungart

# Cradle to Cradle® voor de gebouwde omgeving



## Voorwoord

Ontwerp is het eerste signaal van de menselijke intentie. We zijn allemaal ontwerpers en we hebben allemaal plannen voor onze eigen omgeving en de wereld. Als we in de toekomst kijken, overheersen positieve, optimistische intenties en dromen we van welvaart, gezondheid en een hoopgevende wereld. Het is mij een genoegen dit voorwoord te schrijven van Cradle to Cradle voor de gebouwde omgeving. Al 35 jaar werk ik aan het beschrijven van het 'meer goede', in plaats van alleen maar het 'minder slechte' pad. Samen met Dr. Michael Braungart en in overleg met vele collega's heb ik de Cradle to Cradle filosofie en protocol ontwikkeld.

Op het moment dat wij deze handleidingen voor de toepassing van het Cradle to Cradle protocol schrijven, herinner ik mij aan de eerste principes die zijn ontwikkeld en dat deze nog steeds actueel zijn. De waarde van Cradle to Cradle voor de gebouwde omgeving is dat het de concepten uit de Hannover Principles, het boek Cradle to Cradle en in het Cradle to Cradle Design Protocol praktisch beschrijft en daarmee beter ontsluit voor u als ontwerper, architect, ontwikkelaar of anders geïnteresseerde.

Ik hoop dat Cradle to Cradle voor de gebouwde omgeving u helpt bij uw ambitie en we zo gezamenlijk bouwen aan een betere toekomst.

William A. McDonough, FAIA, Int. FRIBA

Vier jaar geleden maakte Rijkswaterstaat kennis met het positieve ontwerp principe C2C. Dit leidde na een aantal workshops tot de uitgave 'C2C en Rijkswaterstaat de volgende stap in duurzaamheid'. Nu een aantal jaren later is de stap van inspiratie naar meetbaar criteria actueel. Deze vertaling uit het engels maakt deze stap 'cradle to cradle criteria for the built environment' mogelijk. De uitgave geeft in heldere stappen aan hoe een positief leefklimaat voor de gebouwde omgeving is te meten aan de hand heldere criteria. Of zoals c2c ons leert 'doe de dingen goed in plaats van minder slecht'.

Mattijs Erberfeld, Rijkswaterstaat, 2012

## Over de Auteurs

Douglas Mulhall is mede-oprichter van The Environmental Institute in Brazilië en een toonaangevende trainer voor ontwerpers, architecten en ontwikkelaars



door EPEA en de Cradle to Cradle Leerstoel voor Innovatie en Kwaliteit bij Rotterdam School of Management en de Technische Universiteit van Delft.

Michael Braungart is chemicus en oprichter van EPEA Internationale Umweltforschung GmbH in Hamburg, Duitsland, en medeoprichter van MBDC



McDonough Braungart Design Chemistry in Charlottesville, Virginia. Hij is gastprofessor aan de TU Delft, professor voor Cradle to Cradle aan de Universiteit Twente en aan de Leuphana Universiteit.

## **Inhoud**

### 1. Introductie

### 2. Definitie - wat is een Cradle to Cradle gebouw?

- 2.1 De belangrijkste kenmerken
  - 2.1.1 Benoemen ambities
  - 2.1.2 Omschrijf materialen en hun beoogde gebruik
  - 2.1.3 Produceer Biologische Nutriënten
  - 2.1.4 Verbeter lucht kwaliteit en binnen klimaat
  - 2.1.5 Verbeter water kwaliteit
  - 2.1.6 Integreer hernieuwbare energie
  - 2.1.7 Ondersteun actief biodiversiteit
  - 2.1.8 Bevorder conceptuele diversiteit en innovatie
  - 2.1.9 Vier de aanwezigheid van culturele diversiteit
  - 2.1.10 Voeg waarde toe en verbeter de kwaliteit voor alle betrokkenen
  - 2.1.11 Verbeter het welzijn van gebruikers
- 2.2 Implementatie criteria
  - 2.2.1 Maak een inventarisatie
  - 2.2.2 Benut innovatieve vennootschappen
  - 2.2.3 Combineer verschillende C2C-ervaren aannemers
  - 2.2.4 Verenig methodes gericht op het bouwproces en de behoeftes van gebruikers
  - 2.2.5 Combineer verschillende gebruiksfuncties volgens C2C criteria
  - 2.2.6 Combineer daglicht met innovatief kunstlicht
  - 2.2.7 Gebruik hernieuwbaar aangedreven, gezonde mobiliteit
  - 2.2.8 Bescherm bewoners voor milieu risico's
  - 2.2.9 Gebruik esthetische ideeën van belangengroepen

### 3. Ambities, mijlpalen en routekaarten beoordelen - hoe is Cradle to Cradle vooruitgang te meten?

- 3.1 Druk ambitie uit in meetbare doelen
- 3.2 Stel doelen, mijlpalen en routekaarten
  - 3.2.1 Benoem uw ambitie
  - 3.2.2 Leg de gebruikperiodes voor het gebouw, de producten en het materiaal vast
  - 3.2.3 Stel mijlpalen en stimuleer innovatie
- 3.3 Voorbeelden van mijlpalen in relatie tot de doelstellingen
- 3.4 Voorbeelden van mijlpalen in de structuur van een routekaart
- 3.5 Meetmethoden
- 3.6 Energie en CO<sub>2</sub>
  - 3.6.1 C2C energie gedefinieerd
  - 3.6.2 Gebouwen en CO<sub>2</sub>

# 1. Introductie

De gebruikelijke benadering van de overheid en industrie is geweest om milieu effecten van hun activiteiten op de omgeving te minimaliseren door “minder slecht” te zijn als producten van “Cradle to Grave”, van wieg tot graf, gaan. Deze benadering wordt vaak beschouwd als het ontwikkelen van extra kosten voor belangengroepen zonder kwantitatieve voordelen.

Het “Cradle to Cradle Design Protocol” heeft echter een fundamenteel verschillende benadering, dat voordelen verleent aan belangengroepen door verder te gaan dan het graf en verder dan de conventionele benadering van “omgeving”.

Cradle to Cradle® (C2C)<sup>1</sup> is een voorbeeldgevend, vernieuwend platform, ontwikkeld in de jaren 90 van de vorige eeuw door Michael Braungart en William McDonough, gebaseerd op onderzoek aan de “Environmental Protection Encouragement Agency” in Hamburg, Duitsland, voor het ontwerpen van gunstige economische, sociale en milieuvriendelijke eigenschappen in producten, processen en systemen. Hoofdzakelijk is Cradle to Cradle een ondernemend en innovatief concept, dat begint bij het vaststellen van beoogde voordelen van een product of dienstverlening in plaats van zich te richten op het verminderen van negatieve invloeden op de omgeving.

Om kwaliteit te verhogen en waarde toe te voegen aan belangengroepen, richt C2C zich op het bevorderen van innovatieve samenwerking langs de hele productketen van productie, distributie, gebruik, demontage, terugwinnen en hergebruik.

Door het benoemen van gezondheid- en milieukeurmerken van honderden producten en duizenden materialen, als ook door het definiëren van systemen, die het veilige en volledig hergebruik van materialen naar nieuwe producten beschrijven, heeft C2C aangetoond een praktisch en tegelijkertijd inspirerend wetenschappelijk en zakelijk model voor kwaliteitsverbetering te zijn.

Dit innovatie- en waardemodel maakt C2C potentieel aantrekkelijk voor ontwerpers, aannemers en fabrikanten om samen te werken op het gebied van producten, processen, gebouwen, systemen voor het terugwinnen van materialen en inkoop.

Een groot aantal boeken, publicaties en documentaires over C2C zijn gepubliceerd en verspreid sinds de jaren 90. Het boek “Cradle to Cradle”<sup>2</sup> is algemeen bekend en in vele talen vertaald.

Veel ontwerpers zijn echter nog niet vertrouwd met hoe de C2C principes, zoals nuttige materialen, in de gebouwde omgeving geïntegreerd kunnen worden. Er is een tendens wanneer men veel bekende woorden zoals “veilige materialen en biodiversiteit” tegenkomt, om te antwoorden met “ja, dat doen we al”. Maar de meeste gebouwen en ruimtelijke plannen voldoen daar nog niet aan. Methoden om bouwterreinen zo te ontwikkelen dat deze gedefinieerde materialen bevatten of positief voor planten en diersoorten zijn, zijn vandaag de dag nog niet geëtableerd.

Recentelijk vond een versnelde toename plaats van het aantal ontwerpers, architecten en ingenieurs die C2C in hun ontwerpen en constructies invoerden. Overheidsinstanties hebben een prioriteit uitgesproken om C2C bij renovaties en nieuwbouw te overwegen. Aanvragen hierover resulteerden in deze publicatie Cradle to Cradle voor de gebouwde omgeving.

Om te beginnen is het belangrijk om C2C criteria voor gebouwen te beschrijven en hoe ontwerpers, architecten en ingenieurs deze criteria kunnen toepassen en meten.

<sup>1</sup> Cradle to Cradle® en C2C® zijn een geregistreerd handelsmerk van McDonough Braungart Design Chemistry LLC. en worden met toestemming gebruikt.

<sup>2</sup> Cradle to Cradle. Remaking the Way We Make Things. William McDonough & Michael Braungart, North Press Point NY, 2002

## 2. Definitie

### Wat is een "Cradle to Cradle" gebouw?

Sinds de jaren negentig van de vorige eeuw zijn er voor de bouwsector verschillende Cradle to Cradle (C2C) richtlijnen vastgelegd. Voorbeelden zijn de Hannover Principles en recenter de Almere en de Floriade Venlo Principles.

Deze Principles zijn echter alleen effectief, als zij meetbare resultaten opleveren. De eerste stap om dat te bereiken is het meetbaar maken van de drie C2C principes. De drie C2C Principles:

1) Afval = Voedsel

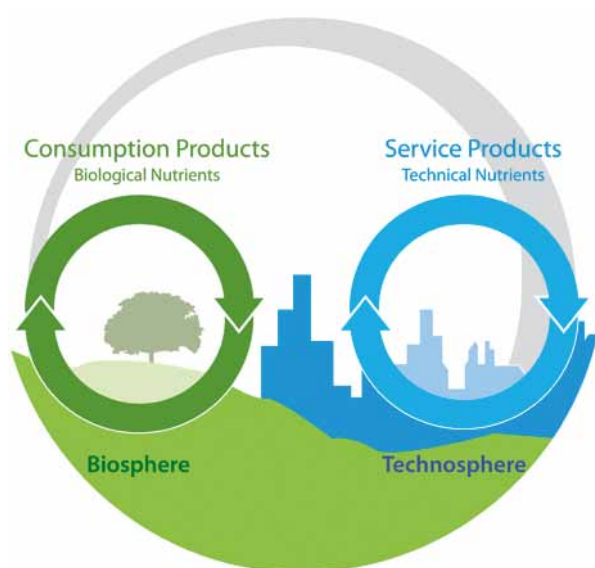
Alles is een voedingsstof voor iets nieuws.

2) Gebruik hernieuwbare zonne-energie

Energie die hernieuwbaar is op het moment dat je het gebruikt

3) Respect voor diversiteit

Culturele, innovatieve en biodiversiteit



Het 'C2C design protocol en raamwerk', ontwikkeld door McDonough en Braungart, beschrijft de principes in detail. Zij beschrijven tevens hoe C2C de kwaliteit verbetert en waarde toevoegt voor alle betrokkenen. Het toevoegen van kwaliteit en waarde onderscheidt C2C vaak van de traditionele interpretaties van duurzaamheid. Omdat de verschillende C2C principes en protocollen recent zijn ontwikkeld, bestaat er nog geen 100 % C2C gebouw. Ook speelt een rol dat de bouwsector minder innovatief is dan andere sectoren. Desondanks is het al mogelijk om een gebouw te bouwen dat grotendeels C2C is door het toepassen van de - op de markt beschikbare - C2C gedefinieerde producten, materialen en innovaties. Het Afval is Voedsel principe kent twee typen van kringlopen. Het eerste type zijn producten, die bestaan uit materialen geschikt voor het terugkeren naar de biologische kringloop. Het tweede type kringloop bestaat uit producten die zijn ontworpen om een technische dienst te verlenen en waarvan het materiaal voortdurend rondgaat in een technische kringloop. Een gebouw kan goed voldoen aan de drie C2C principes en rekening houden met de twee kringlopen. Een C2C gebouw is als volgt te formuleren:

Een "Cradle to Cradle" gebouw bevat gedefinieerde elementen, die waarde toevoegen, vernieuwing en diversiteit omarmen door: het meetbaar verbeteren van de kwaliteit van materiaal, biodiversiteit, lucht en water, het gebruik van directe zonne-energie, demonteerbaar en recyclebaar te zijn en het verrichten van diverse praktische en levensverbeterende functies voor alle betrokkenen.



Boven: Biodiversiteit, CO<sub>2</sub> hergebruik en het zuiveren van lucht en water zijn te meten in parken en landschappen, Den Haag.

Beneden: Het Ferrer Research and Development gebouw in Barcelona, Spanje beschikt over een begroeide muur dat een leefgebied voor insecten en vogels biedt. Architect: William McDonough + Partners / 2012

Deze formulering is toe te passen op alle soorten gebouwen, zoals: woningen, kantoren, fabrieken, stadions en ziekenhuizen. De formulering gaat ook op voor materialen en producten, toegepast binnen gebouwen, zoals meubelen. Voorwerpen, die regelmatig worden vervangen binnen gebouwen, hebben een gelijke of veel grotere invloed op betrokkenen dan het casco van het gebouw zelf.

Criteria en methoden om de principes en de definitie toe te passen zijn beschreven in de volgende hoofdstukken.

## **2.1. De belangrijkste kenmerken**

Het doel van deze samenvatting is om ontwerpers te voorzien van een leidraad voor het ontwikkelen van een gebouw met meetbare C2C criteria. De focus van deze criteria ligt op het maximaliseren van positieve effecten in plaats van het minimaliseren van negatieve effecten. De principes gelden voor alle fases en er is daardoor geen volgorde, hoewel het benoemen van “Ambities” normaal gesproken aan het begin van het proces plaatsvindt.

### **2.1.1. Benoemen ambities**

Ontwerpen is de eerste stap van menselijke intentie. Definieer de doelen voor het te ontwerpen gebouw door de doelstellingen en mijlpalen in relatie tot de drie Cradle to Cradle principes te beschrijven, d.w.z. wat moet er zijn gerealiseerd op welke datum?

Voorbeelden. Wilt u dat het gebouw schonere lucht en of water bevat dan de omgeving van het gebouw? Wilt u dat het gebouw demonteerbaar is? Wilt u geen giftig bouw-materiaal gebruiken en dat het gedefinieerd veilig is?

*Criteria gebaseerd op de C2C principes*

*C2C Principe: Afval is voedsel*

### **2.1.2. Omschrijf materialen en hun beoogde gebruik**

A. Gebruik materialen waarvan de kwaliteit en inhoud meetbaar omschreven zijn in technische en biologische routes van fabricage tot gebruik en hergebruik

B. Gebruik materialen, waarvan de invloed meetbaar positief is voor mens en milieu

Voorbeelden. Van een omschreven product, bijvoorbeeld een stoel, is bekend dat alle afzonderlijke delen zijn geproduceerd met behulp van hernieuwbare energiebronnen. De materiaalsamenstelling is bekend voor alle toegepaste materialen tot een niveau van 100 ppm, waarvan de materialen veilig zijn om in contact te komen met menselijke huid en longen. Het product is demonteerbaar in materialen, die terug kunnen keren in de kringloop voor gebruik in andere technische producten of kunnen worden gecomposteerd tot bevorderlijke voedingstoffen voor biologische systemen. Een “bevorderlijke” nutriënt kan bijvoorbeeld een stof zijn die aan verf wordt toegevoegd om de lucht actief schoon te maken.

### **2.1.3. Produceer Biologische Nutriënten**

Produceer meetbaar biologische voedingsstoffen en water door het integreren van biomassa productie in gebouwen. Zet landschapsarchitectuur en ruimtelijke ordening in om meer biomassa, grond en schoon water te produceren dan dat er beschikbaar was voor de ontwikkeling van het bouwterrein.

Voorbeelden. Winning van biologische voedingsstoffen uit grijs water, biovergisting en groenvoorziening voor zowel binnen als buiten. Begroeide muren, die de lucht zuiveren door verontreinigen te neutraliseren. Groene daken die vocht vasthouden, CO<sub>2</sub> opnemen, stofdeeltjes afvangen en voor zuurstof zorgen. “humes productie” dat biovergisting en composteren benut om compost te produceren en CO<sub>2</sub> af te vangen

### **2.1.4 Verbeter lucht kwaliteit en binnen klimaat**

A. Verbeter meetbaar de luchtkwaliteit binnen het gebouw, zodanig dat de lucht in het gebouw schoner is dan de lucht buiten het gebouw. Zo voorziet het gebouw in een aangenaam klimaat voor gebruikers.

B. Draag bij aan de verbetering van de buitenlucht kwaliteit door de afgifte van schone lucht uit het



gebouw. Pas ook koolstof management toe op de gassen die het klimaat binnen het gebouw veranderen door deze gassen te zien als nutriënten.

Voorbeelden. De kwaliteit van lucht kan verbeteren door C2C materialen te gebruiken bij de producten die aan de lucht zijn blootgesteld zoals: raamkozijnen, vloeren, muren, HVAC systemen (verwarming, ventilatie en airconditioning), muur- en bodembekledingen, binnenplanten en groene muren, meubelen, kantooruitrustingen. Actief koolstof management vindt plaats met vegetatie en de inzet van hernieuwbare energie. Gassen die het klimaat veranderen, zoals methaan en CO<sub>2</sub>, zijn een bron om biomassa te produceren. Zie latere hoofdstukken voor meer details over energie en CO<sub>2</sub>.

### **2.1.5 Verbeter water kwaliteit**

Verbeter meetbaar de waterkwaliteit binnen het gebouw, zodanig dat het water het gebouw schoner verlaat dan dat deze het gebouw binnen kwam.

Voorbeelden. De verbetering van waterkwaliteit is mogelijk door waterrecycling te integreren met de recycling van nutriënten, het opvangen en opslaan van regenwater, binnenplanten en groene muren. Zie ook 2.1.3, “Produceer Biologische Nutriënten”.

*C2C Principe: Gebruik hernieuwbare zonne-energie*

### **2.1.6 Integreer hernieuwbare energie**

Door de integratie van hernieuwbare energie (directe zonne-energie en potentiële gravitatie-energie) in gebouwen en ruimtelijke planning leveren het gebouw en het bouwterrein meer energie op dan dat ze verbruiken. Breng de exergie (energie effectiviteit) in beeld als middel om een betere energie huishouding te realiseren.

Voorbeelden. Gebruik energie efficiëntie om hernieuwbare energie in te voeren in plaats van een vermindering van energie op basis van fossiele brandstoffen, bijv. zeer efficiënte LEDs gecombineerd met directe stroom van zonnepanelen (pv) Zie 3.6 “Energie en CO<sub>2</sub>”.

*C2C Principe: Respect voor diversiteit*

### **2.1.7 Ondersteun actief biodiversiteit**

Realiseer meetbaar meer verscheidenheid van levensvormen bij het realiseren van het bouwproject.

Voorbeelden. De diversiteit aan levensvormen is van toepassing op planten, dieren en insecten en is te kwantificeren door het tellen van de aantallen en de variaties die een gebouw ondersteund. Het concept van “natuurlijke” of “inheemse” soorten moet van geval tot geval worden geëvalueerd omdat in veel gebieden de natuurlijke omgeving door de mens is veranderd en het terugbrengen van een gebied naar een vroegere “natuurlijke” toestand onuitvoerbaar kan zijn.

### **2.1.8 Bevorder conceptuele diversiteit en innovatie**

Conceptuele verscheidenheid is meetbaar door zich te focussen op de bijzondere kenmerken van een gebouw en door innovatieve componenten te integreren die positief zijn voor het welzijn van de gebruikers en het milieu.

Voorbeelden. Conceptuele verscheidenheid is te kwantificeren door te meten hoe innovaties het volgende verbeteren : de variëteit en het voorkomen van C2C gedefinieerd materiaal in een gebouw, het percentage aan energie dat volgens C2C principes wordt gebruikt, de hoeveelheid aan schone lucht, water, compost en biodiversiteit dat een gebouw aan de buitenwereld levert. “Buildings Like Trees” of wel bouwen als bomen is een belangrijke leidraad voor C2C innovatie. Inzetten op Eco-engineering maakt dit mogelijk, bijv. verven die schadelijke stoffen neutraliseren. Integratie en of combinatie van positieve eigenschappen is typisch te beschouwen als C2C innovatie.



Toen Ford Motor Co. de Rouge fabriek in Dearborn, Michigan wilde uitbreiden, werden ze geconfronteerd met het schoonmaken van giftig regenwater dat in de Rouge River stroomde. Met een 10-hectare groot groen dak boven op een 1,1 miljoen vierkante meter fabriek met natte weide tuinen, poreuze bestrating en heggen wordt het regenwater over de gehele locatie verdund, gereinigd en afgevoerd. Architect: William McDonough + Partners / 2000

## Stakeholder Value Criteria

Deze criteria zijn ontwikkeld om te borgen dat C2C waarde toevoegt en voordelen verleent aan alle belangengroepen binnen het systeem in plaats van alleen maar aan de algemene eisen vanuit mens en milieu. Rekening houden met alle belangen is essentieel om C2C praktisch geschikt te maken voor eigenaars, exploitanten en de daadwerkelijke bewoners en gebruikers van een gebouw.

### 2.1.9 Vier de aanwezigheid van culturele diversiteit

Economieën zoals de Nederlandse zijn door culturele diversiteit succesvol. De verscheidenheid aan werkwijze zorgt voor veerkracht, de aanwezigheid van verschillende meningen en werkwijze moedigt aan te innoveren.



Ontworpen als flexibele, innovatieve werkplaats voor Bosch Siemens Hausgeräte (B / S / H / ) op Park 20 | 20, omvat het gebouw een atrium over de gehele hoogte met binnen / buiten Levende Groene Muur en zonnecellen, die op het dak zijn geïntegreerd, om energie en daglicht te maximaleren.

Architect: William McDonough + Partners / 2011

### 2.1.10 Voeg waarde toe en verbeter de kwaliteit voor alle betrokkenen

Beschrijf wat de C2C eigenschappen van een gebouw praktisch voor de gebruikers oplevert.

Voorbeelden. Schone binnenlucht verbetert productiviteit. Waterrecycling vermindert kosten. zonnecellen, die in gebouwen zijn geïntegreerd, zijn goedkoper als ze tevens gevelbekleding zijn. Ook kunnen zonnecellen energiezekerheid bieden voor plaatsen waar de energie zekerheid niet hoog is. Het ontwerpen van ontmantelbare klimaatbeheerssystemen ondersteunt een goedkope vervanging gedurende de levenscyclus van een gebouw. Het gebruik van natuurlijk daglicht vermindert kosten.

### 2.1.11 Verbeter het welzijn van gebruikers

Plezier en welbevinden is deel van een C2C gebouw omdat een lelijke en grauwe wereld geen deel is van C2C. Door het toepassen van elk C2C principe, verhoogt een C2C gebouw de leefomgeving door kwaliteit toe te voegen. Ruimtelijke en esthetische kenmerken, die minder goed te kwantificeren zijn, kunnen diversiteit ondersteunen door aan te tonen dat een gebouw verschillende belangen dient.

Voorbeelden. zorg dat kinderen er veilig kunnen spelen, zorg voor plekken waar mensen elkaar kunnen ontmoeten, maak het gemakkelijk om naar buiten te gaan voor ontspanning en de beleving van het buiten zijn.

## 2.2 Implementatie criteria

De methodes die dit hoofdstuk beschrijft hebben als doel de implementatie van de C2C principes te vergemakkelijken en te versnellen. De methodes zijn soms al in andere bouwsystemen gebuikt en niet uniek voor C2C. Het is eerder hun gezamenlijke toepassing die maakt dat er C2C voordelen ontstaan. De integratie van de elementen beschreven in deze handleiding maakt het hoogste C2C niveau in gebouwen mogelijk als ook een verbetering van de technische en financiële resultaten.

### 2.2.1 Maak een inventarisatie

Weet wat er al is. Voor de start van een ontwikkeling of renovatie van een gebouw of terrein is het aan te bevelen een inventarisatie uit te voeren. Bij voorkeur met belangengroepen. Aan de hand van deze inventarisatie is te bepalen welke C2C aspecten al aanwezig zijn en belangengroepen willen behouden, vooral bij renovaties is behoud een belangrijk aspect.

### 2.2.2 Benut innovatieve vennootschappen

Werk samen met organisaties die ervaring hebben met C2C, vooral in de toeleveringsketen. Om innovatie te versterken is het werken met innovatie vennootschappen een voordeel omdat zij weten wat op de markt beschikbaar is en als organisaties gericht zijn op continu verbeteren. Dit voorkomt dat organisaties het wiel steeds opnieuw gaan uitvinden.

Voorbeelden. Veel bedrijven hebben al gedefinieerde C2C producten ontwikkeld voor de bouw, zoals verven, lak, vloerbekleding, isolering, meubelen en constructie materiaal.

### 2.2.3 Combineer verschillende C2C-ervaren aannemers

De opdrachtgever werkt met aannemers en leveranciers samen, die C2C methodes en materiaal gebruiken.

Voorbeelden: Enkele ingenieursbureaus en architecten zijn C2C-opgeleid door geautoriseerde C2C trainers.

Verschillende bedrijven leveren C2C-gedefinieerde producten. C2C materiaal experts zijn beschikbaar voor de inbreng van benodigde materiaal kennis.

### 2.2.4 Verenig methodes gericht op het bouwproces en de behoeftes van gebruikers

Het niveau van systeem integratie kan het succes van C2C in een gebouw bepalen. Ieder van de beschreven principes kan het meest effectief worden ingezet door systemen, componenten en C2C gebruiksmethodes te combineren.

Voorbeelden van systeem integratie. Om de kwaliteit van biodiversiteit, lucht en water te verbeteren, is het mogelijk om verwarming, ventilatie en airconditioning (HVAC) systemen met C2C-gedefinieerde deklagen, meubilair, vloer- en wandbekleding en planten die schadelijke stoffen metaboliseren te combineren.

#### *Voorbeelden van gebruiksmethodes (in alfabetische volgorde)*

Actief bevorderlijke kwaliteit, bijv. verf die de lucht zuivert

Gedefinieerde product cyclus. Sortering, ontmanteling en recycling van materialen met een hoge kwaliteit, behouden economisch waarde wanneer ze niet met andere materiaal stromen zijn vermengd. Dit vergemakkelijkt tevens upcycling wat zich richt op verbetering van het gebruik en de kwaliteit van het materiaal.

Gedefinieerde gebruikstrajecten. Deze beschrijven het gebruik van materialen in hun cyclus van aanschaf ,productie, gebruik, verwijdering, hergebruik, recycling of decompositie.

Gedefinieerde gebruiksperiodes. Veel “groene” criteria verlangen dat producten “duurzaam” zijn door zo lang mogelijk mee te gaan. Deze benadering is



Constructie van Gulele Botanische Tuin richt zich op lokale materialen, vaardigheden en cultuur. Het doel van het onderzoek en onderwijs centrum is om biodiversiteit te bevorderen. Gebruik van het tropisch klimaat, thermische inertie, natuurlijke ventilatie en thermische zonne-energie bevordert autonomie en comfort. Architecten; Synergy International (B), Abba architects (ETH) en JNC Landscape Architects (B) / in constructie

echter vaak contra productief als producten langer meegaan dan dat zij optimaal te gebruiken zijn, omdat ze er dan voor zorgen dat verouderde technologie voortduurt. Dit resulteert in verlaagde prestatie voor gebruikers en onnodig verlies van inkomsten voor bedrijven. Een “duurzame” benadering kan het terugwinnen van materiaal moeilijker maken, bijvoorbeeld doordat ze moeilijk demonteerbaar zijn.

Vanwege dit, benadrukt C2C het ontwerpen van materiaal en producten volgens gedefinieerde gebruiksperiodes van een product en bevordert C2C het werkelijke terugwinnen van materialen zodat deze weer voor nieuwe producten zijn in te zetten.

Financiële innovatie C2C verbetert de economische opbrengst en waarde van gebouwen, dus is het van belang deze toegevoegde waarde te beschrijven. Eveneens is innovatieve financiering belangrijk om de realisatie van C2C in gebouwen te versnellen. Om C2C voordelen te maximaliseren is het van belang de bouwkosten en de gebruikskosten te integreren. Voorbeelden: Besparingen door het hergebruik van water, verbeterde productiviteit van gebruikers door verbeterde luchtkwaliteit, total cost of ownership, power purchase agreements en het inzetten van andere dienstverlenende concepten.

Materiaal bundeling. Dit gebeurt als verschillende industrieën een bundeling van gedefinieerd materiaal opzetten om schaalvoordelen, commerciële flexibiliteit en verbeterde kwaliteit te bereiken.

Ontwerp voor montage, demontage en omgekeerde bouwlogistiek

Preferentie lijsten voor ingrediënten (P-Lists) Dit zijn lijsten met positief omschreven ingrediënten, die ontwikkeld zijn om in producten te worden toegepast volgens hun gedefinieerd gebruik in biologische of technische kringlopen.

### **2.2.5 Combineer verschillende gebruiksfuncties volgens C2C criteria**

Het gebouw en de bouwlocatie wisselen verschillende functies uit om zo een maximale bijdrage te leveren aan energie en biodiversiteit als ook de bevordering van de kwaliteit van het binnenklimaat, water en lucht.

Voorbeelden van combinaties. Combineer functioneel gebruik als recreatie, winkelen, gastronomie, productie en modulair ontwerp met C2C aspecten zoals lucht en water zuivering en energie opwekking.

### **2.2.6 Combineer daglicht met innovatief kunstlicht**

Pas overal waar het voor het beoogde gebruik praktisch mogelijk is, daglicht zoveel mogelijk toe. combineer dit vervolgens met kunstlicht om zo een consistent lichtkwaliteit voor bewoners te realiseren.

Voorbeelden. Dakramen, vezels die daglicht doorgeven, het plaatsen van ramen waar een werkruimte is. Ontwerp innovatieve licht oplossingen, bijv. door licht sensoren te gebruiken die er voor zorgen dat het kunstlicht zich aanpast aan de veranderingen van daglicht. Ontwerp schitteringvrij indirect binnenverlichting, gebruik het groenspectrum van het daglicht voor doorgaande routes.

### **2.2.7 Gebruik hernieuwbaar aangedreven, gezonde mobiliteit**

Ondersteun het gebruik van de zon als directe energiebron voor mobiliteit van, naar en op het terrein.

Voorbeelden. Werk samen met voertuig producenten om C2C criteria als het ontwerpen voor demontage en het toepassen van materiaal om de binnenlucht in het interieur te verbeteren tijdens de aanschaffing van voertuigen voor het gebouw. Plaats oplaadstations voor elektrische voertuigen, die gebruik maken van directe zonne-energie.

### 2.2.8 Bescherm bewoners voor milieu risico's

A. Het gebouw beschermt gebruikers meetbaar voor nadelige effecten van bijv. geluidhinder, biologische gevaren zoals schimmel en parasitaire aandoeningen, neerslag en vervuiling van buiten.

B. Het gebouw is bestand tegen extreme natuurlijke situaties door gebruik te maken van innovatieve technologie om zo gebruikers te beschermen tegen bijv. aardbevingen, tornado's, orkanen, zandstormen, overstromingen, hitte, kou en bestraling.

### 2.2.9 Gebruik esthetische ideeën van belangengroepen

Zorg ervoor dat de beoogde gebruikers en toeschouwers hun mening kunnen geven over de schoonheid en gebruik van het gebouw. Hiervoor is het nodig de beoogde gebruikers en toeschouwers een rol te geven in het ontwerp proces.

Voorbeelden. Hoewel esthetiek moeilijk is te kwantificeren, is het betrekken van belangengroepen te kwantificeren via het aantal raadgevingen, interactieve websites, demonstratie ruimtes voor het inzien van de plannen en het aantal ontwerp aanpassingen die op basis van gebruikers wensen zijn gesteld aan het gebouw.



Stadhuis Venlo. Het gebouw is gelegen in een gebied dat sterk is verontreinigd als gevolg van de nabijgelegen wegen en spoorwegen. Het doel is om een gebouw te ontwikkelen dat in belangrijke mate bijdraagt aan een schoner milieu door het filteren van fijne stofdeeltjes uit de lucht, CO2 te absorberen, zuurstof te produceren, biodiversiteit te verhogen en vooral het verfraaien van de stad. Oplevering in 2014, Architect: Kraaijvanger

# 3. Intenties, mijlpalen en routekaarten beoordelen

Hoe is vooruitgang in de richting van Cradle to Cradle te meten?

## 3.1 Druk ambitie uit in meetbare doelen

Een gebouw kan nog niet 100 procent Cradle to Cradle zijn. Daarom is het, in overeenstemming met C2C criterium 2.1.1, belangrijk om je ambitie te definiëren op welke C2C aspecten het gebouw zich zal richten. Ambities zijn uit te drukken in meetbare doelen. Om die doelen te bereiken helpt het om mijlpalen op te stellen met vastgelegde data. Deze mijlpalen vormen in combinatie met de data een 'C2C routekaart'.

## 3.2 Stel doelen, mijlpalen en routekaarten

Het is mogelijk om C2C innovatie in een gebouw te kwantificeren door het proces van het opstellen van doelen en het vaststellen van mijlpalen en routekaarten. De hoofdcomponenten van dit proces kunnen als volgt luiden:

### 3.2.1 Benoem uw ambitie

Benoem uw ambitie voor het gebouw door doelen te definiëren en die te baseren op de drie C2C principes.

### 3.2.2 Leg de gebruiksperiodes voor het gebouw, de producten en het materiaal vast

Een routekaart start met het vastleggen van een gedefinieerde gebruiksperiode voor het gebouw. De gedefinieerde gebruiksperiode is een geschatte datum waarop de doelstellingen zijn bereikt en het gebouw aan vervanging of ingrijpende renovatie toe is. Dit kan 10-20 jaar zijn, inclusief de planning periode voorafgaand aan de bouw.

De termijn van 10-20 jaar is gekozen omdat het in het bereik ligt van de meeste financieringsmechanismen en het samengaat met de carrière duur van veel managers, die gedurende deze periode actief zijn in de industrie. Zij dragen binnen dit tijdsbestek de resultaten uit van hun werk. Het is ook geselecteerd om aan te tonen dat er geen tijd meer is te verliezen om C2C verbeteringen door te voeren en niet 40 of 50 jaar te wachten. Het hanteren van deze periode stimuleert het sneller doorvoeren van verbeteringen.

Gedefinieerde gebruiksperiodes zijn ook vast te stellen voor producten die onderdeel van een gebouw zijn en die tijdens de gebruiksperiode door het gebouw circuleren. Deze gebruiksperiodes zullen, afhankelijk van het product, variëren van jaren tot een paar maanden, weken of dagen.

Doelstellingen voor het benoemen van gebruiksperiodes uitgedrukt in data voor een gebouw:

- A. Zorg voor tijdsplanners waarin continu verbeteringen nodig zijn om de meetbare doelen te bereiken
- B. Laat fabrikanten, eigenaren en exploitanten weten wanneer producten aan vervanging toe zijn
- C. Laat recycling bedrijven weten wanneer ze materialen voor recycling ontvangen

Voorbeeld. Definieer gebruiksperiodes voor producten die door een gebouw circuleren

Veel milieu-impactmethoden in de bouw richten zich op de ruimtelijke ordening en de logistiek van



bouwmaterialen gebruikt voor het casco. Echter, de hoeveelheid materiaal die gedurende de exploitatie door een gebouw in omloop is, is veel groter dan het materiaal gebruikt voor het casco. Deze "hoge omloopsnelheid materialen", zoals meubels, hebben een veel grotere impact op het welzijn van de gebruikers dan het casco, omdat gebruikers hier vaak rechtstreeks aan zijn blootgesteld.

Aan de meeste producten zijn een minimum en maximum gebruiksperiodes toe te schrijven, die de omloopsnelheid door een gebouw bepalen. Scheidingswanden, meubilair, kantoorapparatuur, vloer- en wandbekleding, verlichting, papier, water, planten en voedsel verplaatsen zich in grote hoeveelheden op verschillende 'snelheden' door gebouwen. Energiesystemen, zoals in de bouw geïntegreerde zonnecellen en warmtewisselings-elementen, worden gedurende de gebruiksperiode van een gebouw door verbeterde technologieën vervangen.

Hoe groter de snelheid van dergelijke producten door gebouwen is, des te sneller zijn er C2C verbeteringen door te voeren omdat, in vergelijking met de lange

termijn casco materialen, product generaties sneller draaien. Voor het opstellen van realistische mijlpalen is het belangrijk om de verschillende snelheden te kennen waarmee materialen rondgaan.

### 3.2.3 Stel mijlpalen en stimuleer innovatie

Mijlpalen zijn belangrijk om vast te leggen voor iedere project fase, van planning tot bouw en exploitatie. Deze mijlpalen maken het mogelijk dat gebouwen zich in de loop van de tijd meetbaar verbeteren. Mijlpalen zijn te gebruiken voor het stimuleren van innovatie door bouwers en gebouwbeheerders prikkels te bieden via het definiëren van financiële doelstellingen, zoals besparingen als gevolg van recycling van water of het opwekken van energie. Deze prikkels bevorderen een voortdurende focus op verbeteren.

Mijlpalen zijn af te zetten langs de verticale en horizontale as van een C2C routekaart. Eén as beschrijft de stand van de baten voor belanghebbenden. De andere as toont de gedefinieerde gebruiksperiode van het gebouw.



Producten die in en door gebouwen in omloop zijn, zijn volgens Cradle to Cradle ontworpen. Zoals C2C-gecertificeerde<sup>®</sup> meubels en vloeren (afbeelding links), die zo zijn ontworpen dat ze voor huid en longen veilig zijn en tevens demonteerbaar en recyclebaar zijn. Beton innovatie zoals geopolymer-bekleding (afbeelding rechts) verbeteren het CO<sub>2</sub>-profiel, zijn recyclebaar en voorkomen chemische uitloging.

### 3.3 Voorbeelden van mijlpalen in relatie tot de doelstellingen

In het begin is niemand perfect. Realiseer C2C dan ook door stappen te maken en deze te meten om zo in de richting van gedefinieerde ambitie of doelstellingen te gaan. Hieronder leest u voorbeelden van kwantificeerbare doelstellingen en mijlpalen voor C2C in gebiedsontwikkeling en gebouwo ontwerp. Deze voorbeelden zijn niet verplichtend en verschillen van gebouw tot gebouw.

1. Doel. In tien jaar zal het gebouw lucht aan de buitenlucht terug leveren, dat schoner is dan de buitenlucht die het gebruikt.

Mijlpalen. Tegen de tijd van aanbestedingen hebben ontwerpers een strategie voor het meten van kwaliteit van de buitenlucht in de omgeving, en is er een lijst met technologieën en systemen die de binnenluchtkwaliteit verbeteren waardoor het gebouw kan bijdragen aan een schonere buitenlucht.

2. Doel. In tien jaar is de locatie en het gebouw netto leverancier van hernieuwbare energie

Mijlpalen. Na oplevering van het gebouw is deze voor 50% zelfvoorzienend voor wat betreft energie en heeft oplaadstations voor elektrische voertuigen. De systemen zijn modulair, zodat ze zijn te vervangen wanneer verbeterde technologieën voor hernieuwbare energie op de markt komen. Over tien jaar zal het gebouw meer energie opleveren en netto producent zijn.

3. Doel. In tien jaar zal het gebouw meer schoon water aan de omgeving leveren dan het onttrekt.

Mijlpalen. Tegen de tijd van aanbestedingen, is er een strategie om dit te bereiken door het integreren van vergisting, hergebruik van grijs water, opvang van regenwater, bevorderlijke deklagen, groene daken en muren. Ontwerpers leggen kostenbesparingen vast voor verschillende belangengroepen door vers water uit gemeentelijke systemen te vervangen en kostenverlagingen bereiken door verbeterde processen voor overtollig regenwater en riolering.

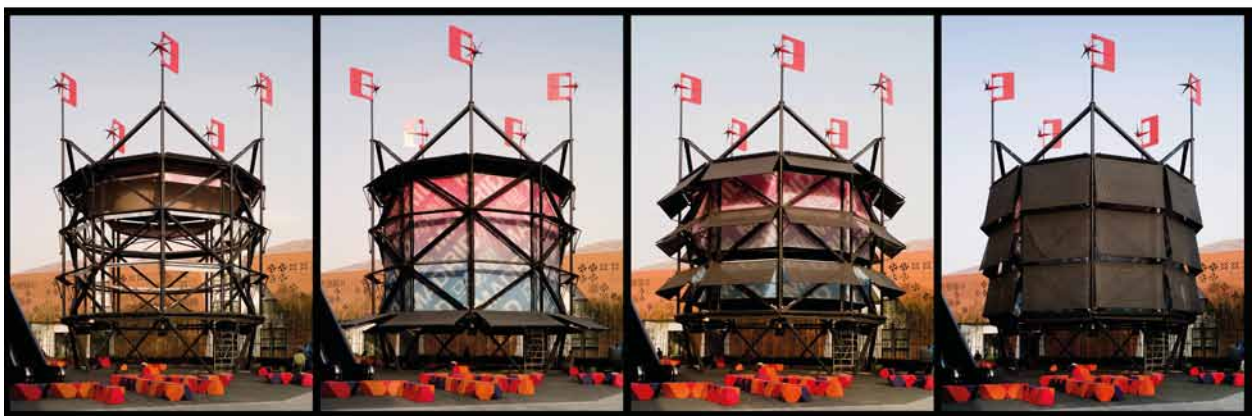
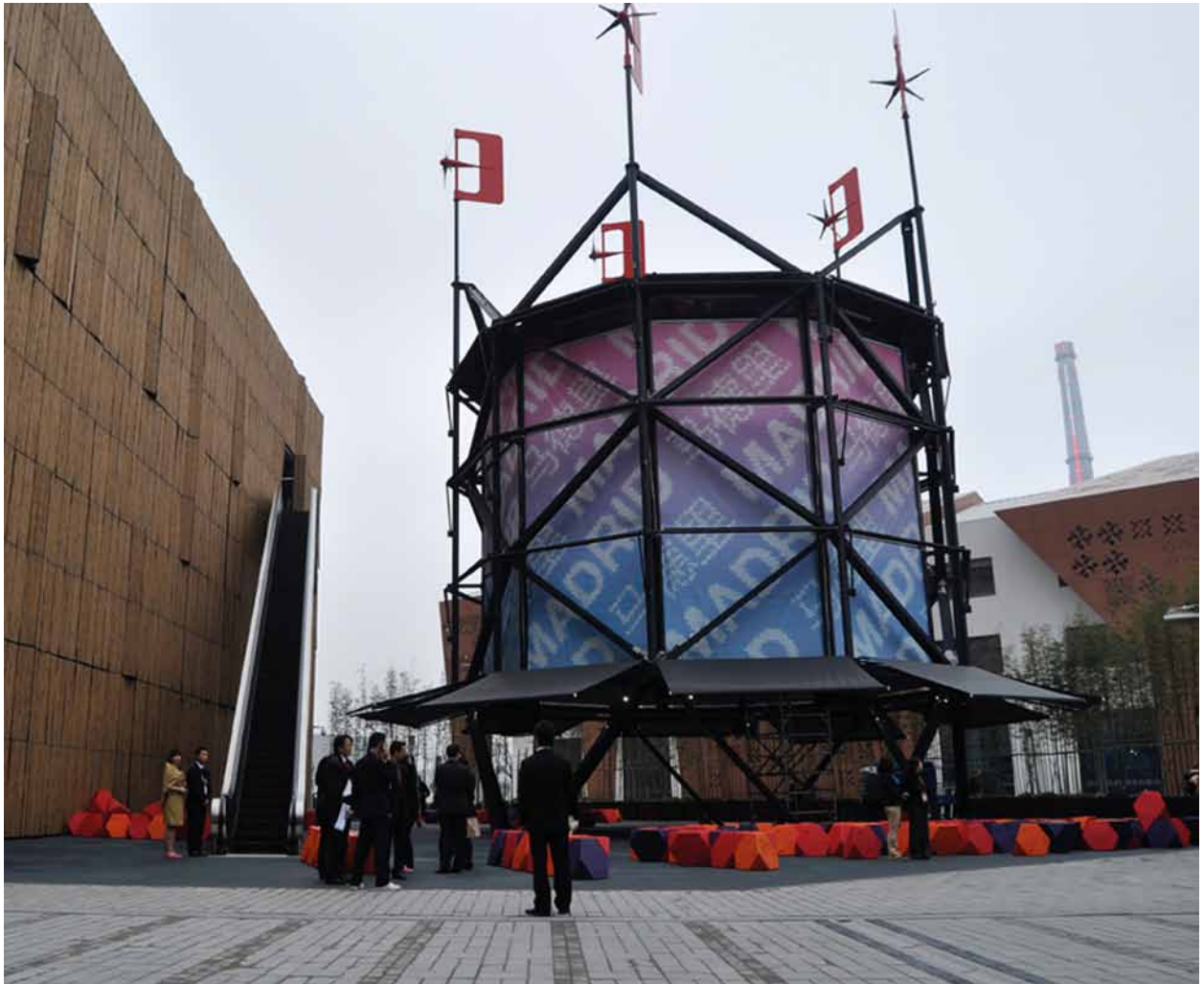
4. Doel. Het gebouw zal gebruik maken van de meest geavanceerde Cradle to Cradle gedefinieerde bouwmaterialen.

Mijlpalen. Tegen de tijd van aanbestedingen, hebben ontwerpers het meest geavanceerd niveau geïdentificeerd, en de leidende C2C bedrijven geïnformeerd over het aanbestedingsproces zoals ingenieursbureaus, meubels en bouw materiaal.

5. Doel: Het gebouw zal C2C samenwerkingsverbanden stimuleren.

Mijlpalen. Ontwerpers maken gebruik van financiële instrumenten, zoals Design, Build, Finance, Maintain, Operate (DBFMO) om materiaalbundeling en gedefinieerde gebruikperiodes op te zetten. Service concepten zullen worden omgezet voor in het gebouw geïntegreerde energieopwekking en onderhoud van apparatuur. Geïntegreerde zonnecellen vervangen ander gevelbekledingen om kapitaalkosten te besparen en terugverdientijd voor hernieuwbare energie te verkorten.

Opmerking over de definitie: “clean”, schoon, dat in de volgende afbeelding en tabel wordt gebruikt staat als afkorting voor stoffen die gezond zijn voor biologische kringloop.



Air Tree, van het Madrid paviljoen op Expo Shanghai 2012. Het uiterlijk kan worden aangepast gedurende de dagelijkse, maandelijkse of jaarlijkse cyclus. Door sensoren, verbonden met de klimatologische condities van Shanghai, wordt voortdurend de fysieke configuratie en het energieverbruik aangepast om klimatologisch comfort te genereren. Ontwerp voor demontage en hermontage. 2010, Architect: Ecosistema Urbano Arquitectos

### 3.4 Voorbeelden van mijlpalen in de structuur van een routekaart

Tabel 1 is een voorbeeld van een -in kleuren geco-deerde- grafiek van mijlpalen gericht op verbetering; met donkergroen het hoogste niveau en lichtgroen het basisniveau. Dit is een voorbeeld en niet bedoeld als nauwkeurige definitie.

De mijlpalen zijn in een routekaart weergegeven, zie figuur 1. Witte vakken geven innovatie en integratie niveau aan. Groene vakken geven het niveau van de toepassing van C2C criteria aan. De volgende paragraaf beschrijft de methode voor het meten van mijlpalen.

### 3.5. Meetmethoden

Het is mogelijk om een tabel te gebruiken om C2C principes te kwantificeren net als de meeste doelen, mijlpalen en implementatie criteria.

*Kwantificatie kan financieel of technisch zijn*

Voorbeelden van het meten van financiële baten  
Besparingen of inkomsten door het opwekken van energie, hergebruik van water, het verbeteren in multifunctioneel ruimte gebruik, een verbeterde productiviteit door meetbare verbeteringen van de luchtkwaliteit en het inzamelen van gedefinieerde materialen van hoge kwaliteit voor hergebruik.

*Voorbeelden van het meten van technische baten*

- Aan het gebouw zijn meetapparatuur opgesteld voor het meten van de buiten- en binnenluchtkwaliteit zoals fijne stofdeeltjes, broeikasgassen en giftige gassen. Gassen afkomstig van producten worden bepaald met behulp van afgas methodes. Onlangs hebben verschillende studies aangetoond, via het bijhouden van verzuim en ziekteduur, dat de productiviteit verbetert wanneer de binnenlucht van goede kwaliteit is.

- Toxiciteit normen voor producten zijn vastgesteld en worden systematisch aan de hand van het ABC-X systeem van C2C geanalyseerd en geïnterpreteerd.

- Waterkwaliteitsnormen zijn goed vastgesteld voor giftige stoffen, ziekteverwekkers, biochemisch zuurstofverbruik en chemisch zuurstofverbruik.

- Methoden om biodiversiteit te kwantificeren zijn vastgelegd voor het kwantificeren van aantallen en soorten dieren, insecten en planten.

- Metingen van biologische voedingsstoffen en giftige stoffen zijn opgesteld voor meststoffen, humus, compost, vergisting, en irrigatie.

- Het gebruik en productie van hernieuwbare energie wordt gemeten.

- Exergie als maat voor de energie effectiviteit is een relatief nieuw gebied en vereist overleg met exergie experts.

- Parameters voor extreme gebeurtenissen, zoals seismische ratings, wind en effect ratings zijn goed ingeburgerd in risico gebieden.

- Gedefinieerde gebruikspaden en -periodes zijn vastgesteld voor honderden producten die gebouwen doorlopen. Voor bouwmaterialen zijn deze minder goed beschikbaar, maar sommige afvalverwerkers zijn daarmee begonnen.

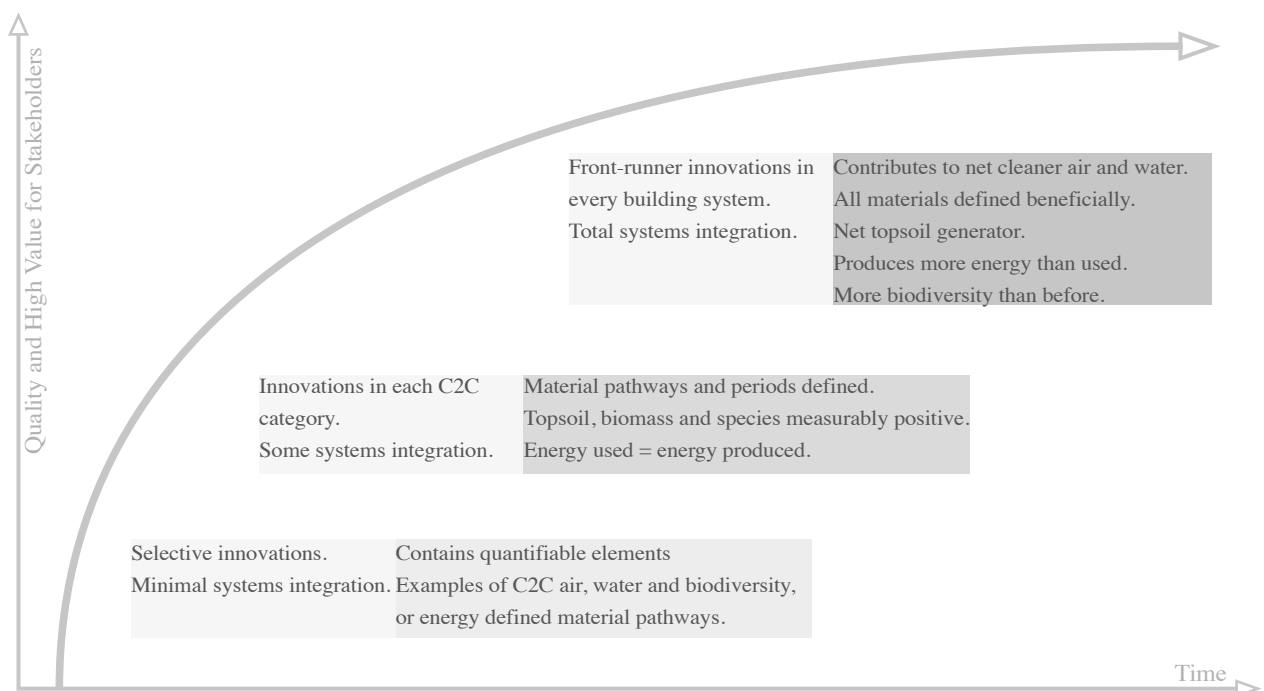
- Daglicht. Veel architecten zijn goed gekwalificeerd om de hoeveelheid natuurlijk beschikbaar daglicht dat op verschillende tijdstippen van het jaar op een bouwlocatie beschikbaar is te bepalen. Zonne-energie experts hebben daarnaast goed beeld van criteria die op te nemen zijn voor natuurlijk daglicht.

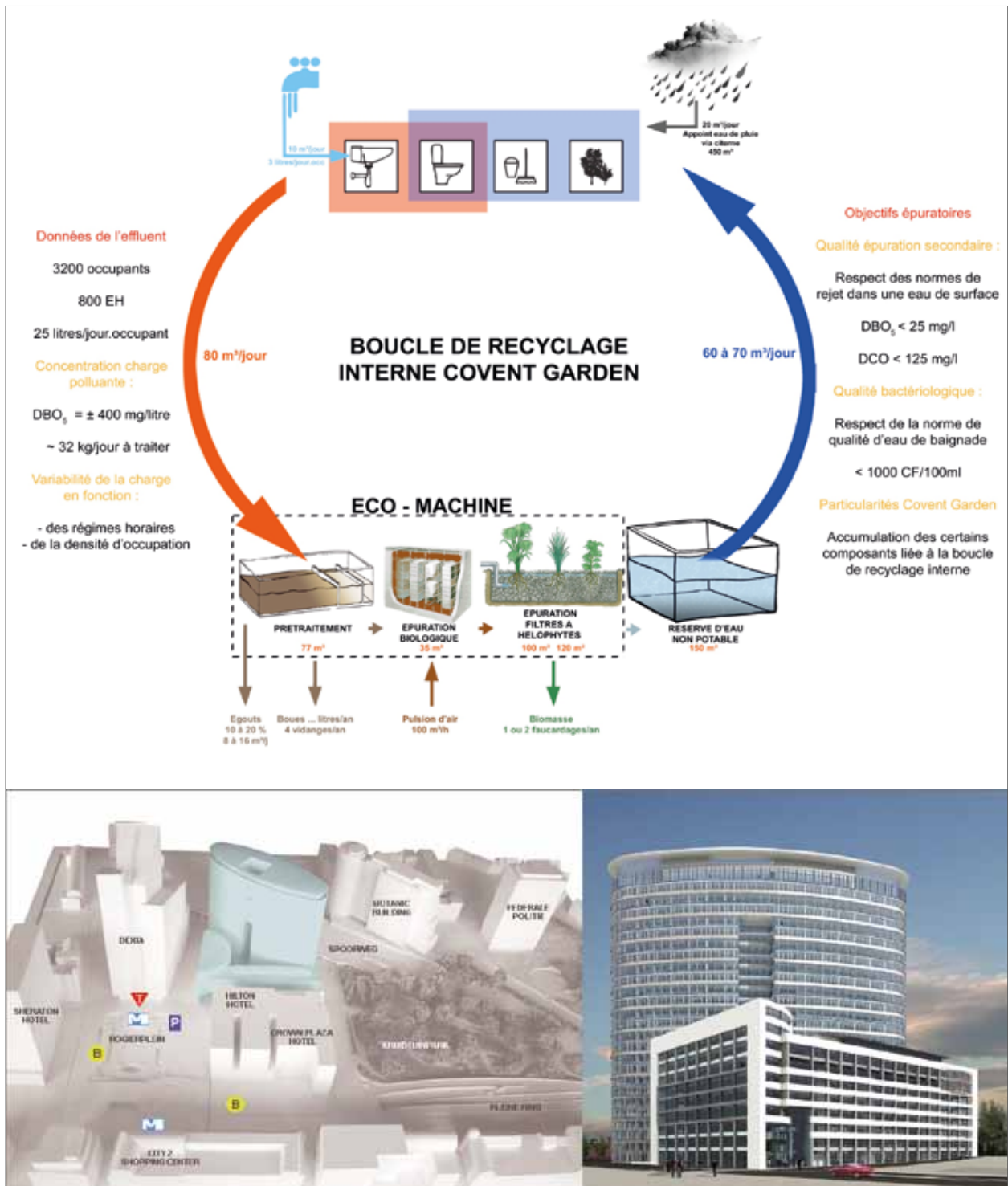
- Praktische functies die in gebouw plaatsvinden zijn vaak meetbaar zoals productie, recreatie en wonen.

**Table 1. Examples of different levels of milestones for selected C2C principle criteria**

Air & Sound	Water	Topsoil Bionutrients Biodiversity	Energy	Materials
Contributes net cleaner air than the building uses and protects occupants from chronic noise.	Contributes net cleaner water to the outside environment than it uses.	Generates a net positive outflow of topsoil, biomass and species diversity to the local environment.	Generates more energy than it uses based on renewable sources and recyclable materials.	Defined pathways, defined use periods, design for disassembly.
Contributes the same amount of clean air as the building uses.	Contributes the same amount of clean water as the building uses.	Maintains a rough input-output balance of topsoil, biomass and species diversity.	Generates the same amount of energy as it uses based on renewable sources.	Defined pathways and use periods.
Contains quantifiable innovative features for cleaning air and reducing chronic noise.	Recycles rainwater and greywater in quanti-fiable amounts.	Incorporates quantifiable topsoil and biomass generation and species diversity as features.	Uses renewable energy to generate at least a quarter of energy requirements with provisions for improvement.	Defined pathways.

**Figure 1. Roadmap for achieving C2C buildings**





Covent Garden is een vastgoed complex in het hart van Brussel, aan de rand van het Botanisch Park. Voor dit project werd Eco-Machine ontwikkeld, een concept voor het terugwinnen van afvalwater. Het is een zuiveringsproces met geavanceerde biologische en bacteriologische zuiveringstechnieken. Afvalwater wordt zodanig behandeld dat het in de watercyclus van het gebouw hergebruikt wordt. 2008, Architect: Art & Build

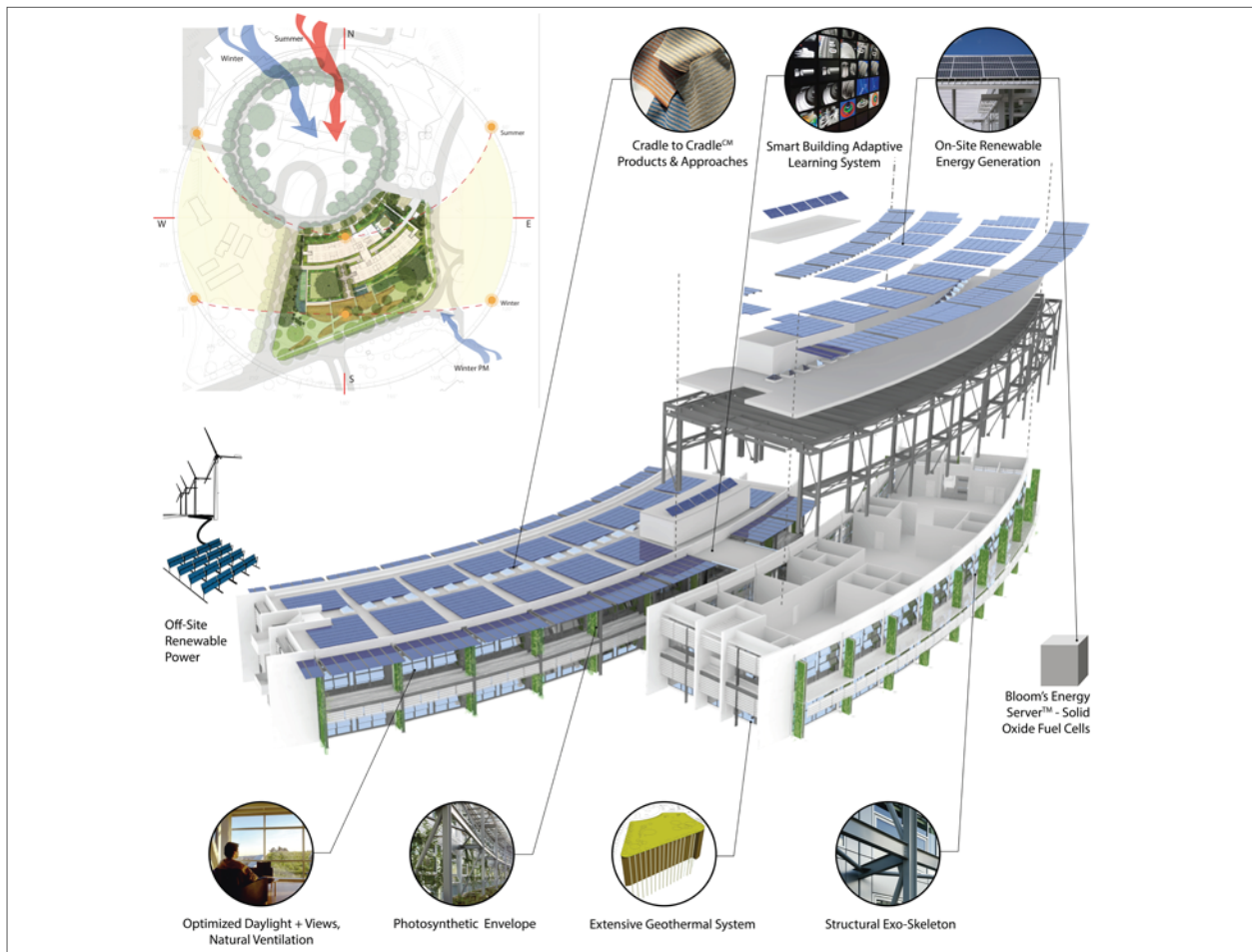
### 3.6 Energie en CO2

Gebouwen zijn grootverbruikers van energie maar ook prima in staat om deze energie zelf op te wekken. Meestal richten traditionele energiecriteriën voor gebouwen zich op het verminderen van energieverbruik. Cradle to Cradle richt zich op het maximaliseren van de hoeveelheid energie die een gebouw kan leveren, terwijl tegelijkertijd met behulp van efficiëntie de invoering van hernieuwbare energie wordt ondersteund in plaats van alleen het minimaliseren van het gebruik van niet-hernieuwbare energie. Traditionele energiecriteriën voor gebouwen zien vaak de positieve materiaal eigenschappen over het hoofd.

Energie wordt namelijk opgewekt door materialen. Energieopwekking en -distributie, HVAC-systemen en broeikasgassen zijn allemaal gemaakt van materialen.

Traditionele benaderingen houden geen rekening met wat er in die materialen zit, welk effect materialen op de gebruikers van een gebouw hebben en of materialen terug kunnen keren in een kringloop.

Cradle to Cradle benadert energie in de eerste plaats als een kwestie van grondstoffen in plaats van een energievraagstuk. Dit introduceert nieuwe perspectieven, zoals het beter benutten van de oppervlakken die beschikbaar zijn binnen en buiten een gebouw.



NASA Sustainability Base in Moffett Field, Californië is ontworpen om netto energie op te leveren via het optimaliseren van de vraag naar energie en de benodigde energie uit hernieuwbare bronnen op te wekken. Momenteel zijn een aardwarmtepomp, stralingswarmte en -koeling, intelligente verlichtingssystemen, en fotovoltaïsche en thermische panelen geïnstalleerd. Architect: William McDonough + Partners / 2012

Voorbeeld. Er is flink te besparen op de investeringskosten voor energieopwekkende panelen wanneer deze in plaats komen van de traditionele materialen. De buitenkant van een gebouw krijgt een extra functie die bijdraagt aan de terugverdientijd van het gebouw, omdat de nieuwe tegels energie leveren en de traditionele tegels vervangt.

### 3.6.1 C2C energie gedefinieerd

Cradle to Cradle (C2C) energie is energie opgewekt en effectief toegepast, door het gebruik van directe zonne-energie en gravitatie kracht en die daarbij materiaal gebruikt dat als biologische of technische voedingsstof is gedefinieerd. Deze definitie is door de navolgende criteria kwalitatief en kwantitatief bepaald:

1. Energiebronnen. Gebruik directe zonne- of zwaartekrachtenergie of andere C2C gedefinieerde bronnen. Primaire voorbeelden van het gebruik, conversie en opslag van directe zonne-energie zijn: natuurlijk licht, zonnewarmte, fotovoltaïsch, fotosynthese, fotochemie, golf- en wind-energie, opslag van thermische massa en warmte-uitwisseling. Secundaire zonne-energie toepassingen zijn respiratie, direct hernieuwbare biomassa-afgeleide energie uit de compostering, vergisting, thermolyse, hydrothermolyse, pyrolyse, vergassing en brandstofcellen. Voorbeelden van gravitatie energie: kinetische energie van inertie of het gewicht, bijv. aflopende waterwegen.

2. Materiaal als medium. Voor het genereren, converteren en het gebruik van energie, maak gebruik van gedefinieerde materialen die als voedingsstoffen kunnen terug keren in de biologische of technische kringloop.

3. Effectief energiegebruik. Opwekken en gebruik van energie in gedefinieerde effectieve manieren, met behulp van exergie als een manier voor het meten van effectiviteit.

### 3.6.2 Gebouwen en CO2

Vanuit het C2C perspectief is kooldioxide een grondstof. Het is verbazend dat de vele methoden om een "voetafdruk" van gebouwen te bepalen het nuttig gebruik van koolstof, bijvoorbeeld voor vegetatie, niet berekenen.

Traditioneel ligt de nadruk op de negatieve rol van gebouwen door de productie van CO2 richting atmosfeer. Maar vanuit het C2C perspectief is CO2 een chemische bron die deel uitmaakt van biologische en biochemische processen. Als gebouwen deze processen integreren en tevens netto producenten van hernieuwbare energie en gebruikers zijn van hernieuwbare materialen, dan zijn gebouwen positief en nemen ze aan de CO2-cyclus deel, op dezelfde manier als bomen.

Voorbeelden. Vergisting, productie van humes voor tuinaanleg, groene daken en muren en algen tanks die CO2 gebruiken als voedsel, en zonne-energie thermische conversie is effectiever dan veel water verwarming technologieën. Die elementen zijn te integreren om een gunstige CO2-voetafdruk te ontwikkelen.

### Dankwoord

Enig werk aan dit document werd uitgevoerd in samenwerking met de Cradle to Cradle Leerstoel voor Innovatie en Kwaliteit bij Rotterdam School of Management, Nederland.

Het hoofdstuk over energie is een samenvatting van delen van een ongepubliceerd manuscript "EPEA policy paper on Cradle to Cradle and Energy v 2.0". Veel concepten die hier worden beschreven zijn afkomstig uit eerdere werken van Michael Braungart, William McDonough, en hun medewerkers. Sietse Bergsma, Angelia Zeegers en Emmely de Kruijff hebben waardevolle aanvullingen gegeven. Een bijzonder dank aan William McDonough voor de recensie van de inhoud.



## Colofon

Deze Nederlandse uitgave is mede mogelijk gemaakt door Rijkswaterstaat.

Vertaling in het Nederlands: Erik van Buuren

De Engelstalige editie „Cradle to Cradle ® Criteria for the Built Environment” is in Oktober 2010 verschenen bij Duurzaam Gebouwd / CEO Media BV.

Grafische vormgeving: Andrea Pöbninger

### Beeld:

Titelpagina: foto beneden: 901 Cherry -® William McDonough + Partners, foto boven zie pagina 13, achtergrond zie pagina 23

Pagina 7: boven: Douglas Mulhall, beneden: Ferrer\_4 elevations\_8x10\_cmyk -® William McDonough + Partners

Pagina 10: Ford Rouge Before & After -® Ford Photomedia courtesy William McDonough + Partners

Pagina 11: BSH Atrium -® DDOCK Amsterdam, courtesy William McDonough + Partners

Pagina 13 Gulele Botanical Garden, photo Steven Beckers, courtesy Synergy International (B), Abba architects (ETH) en JNC International Landscape Architects (B)

Pagina 15: Stadhuis Venlo; © copyright Kraaijvanger

Pagina 17: Het Nieuwe Werken demonstratie kantoor, Foto: Douglas Mulhall & Katja Hansen

Pagina 19: Air Tree Shanghai, photo Emilio P. Doiztúa, courtesy Ecosistema Urbano Arquitectos

Pagina 22: Covent Garden Brussels, courtesy Art & Build Architects

Pagina 23: NASA Sustainability Base Strategies Diagram -® William McDonough + Partners

### Contact:

EPEA Internationale Umweltforschung GmbH

Trostbrücke 4

20457 Hamburg

Duitsland

Tel: + 49 40 4313 49-0

EPEA Nederland BV

Lichttoren 32

5611 BJ Eindhoven

Nederland

Tel: +31 85 1044 230

[www.epea.com](http://www.epea.com)

© 2012 Douglas Mulhall en Michael Braungart.

Bepaalde rechten om deze editie te verveelvoudigen zijn aan Rijkswaterstaat toegewezen. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, in fotokopie of anderszins zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteurs en uitgever.

### Niet-aansprakelijkheidsverklaring:

Dit boek is bedoeld als basis voor ontwerpers, architecten en andere bouwprofessionals om Cradle to Cradle ® toe te passen in de gebouwde omgeving, vooral voor gebouwen en de materialen en producten die daar doorheen circuleren.

De criteria kunnen worden gebruikt als richtlijnen voor de planning en specificaties, maar zijn niet bedoeld als bestek. Het is belangrijk dat bouwprofessionals de technische kenmerken en wettelijke beperkingen van elke locatie bepalen voordat deze criteria worden toegepast.