



# Circular Skills

---

**Beroepsonderwijs voor een circulaire  
bouw- en installatiesector**



**LEREN VOOR MORGEN**



# Colofon

Het rapport “Circular Skills: Beroepsonderwijs voor een circulaire bouw- en installatiesector” vormt de eerste publicatie in een reeks publicaties waarin verkend wordt welke vaardigheden benodigd zijn voor de transitie naar een circulaire bouw- en installatiesector en hoe deze vaardigheden te verankeren zijn in het beroepsonderwijs.

Dit rapport beschrijft huidige en opkomende innovatietrends in de sector die de transitie naar een circulaire gebouwde omgeving versnelt en duidt de kloof tussen beroepsonderwijs en beroepspraktijk. Op basis van deze inzichten werkt Leren voor Morgen in 2020 aan de uitwerking van circulaire vaardigheden aan de hand van een marktconsultatie en verkent de organisatie mogelijkheden om deze vaardigheden een structurele plaats te geven in het beroepsonderwijs.

De trendanalyse waar dit rapport op is gebaseerd is ontwikkeld door Leren voor Morgen en ISSO, Kennisinstituut voor bouw- en installatietechniek. De resultaten zijn getoetst door een groep experts tijdens een reeks diepte-interviews. De auteurs zijn dankbaar voor de belangrijke bijdrage van deze partijen. De bevindingen in dit rapport zijn door de auteurs geschreven en vertegenwoordigen niet de mening van de geïnterviewde experts.

## **Datum**

27 januari 2020 (v.3)

## **Auteurs**

Daan de Kruijf, Coöperatie Leren voor Morgen  
Jan Cromwijk, ISSO, Kennisinstituut voor bouw- en installatietechniek

## **Interviews**

Jim Teunizen, Alba Concepts  
Hannah Bakker, Heijmans Vastgoed  
Rutger Sypkens, Dura Vermeer Vastgoed  
Steven de Kruijf, Dura Vermeer Infra Divisie  
Paul van Doorn, Giesbers Ontwikkelen en Bouwen  
Michel Baars, New Horizon

## **Met dank aan**

Helen Visser, Bouwend Nederland  
Karlijn Mol, Dura Vermeer  
Murk de Roos, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat  
André Rodenburg, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat  
Rob de Vrind, Koning Willem I College  
Tessa de Haas, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland  
Antoine Heideveld, Het Groene Brein  
Giuseppe van der Helm, Coöperatie Leren voor Morgen

[www.lerenvoormorgen.org](http://www.lerenvoormorgen.org)

## Voorwoord

Circulariteit staat sinds enkele jaren steeds prominenter op de agenda van de bouw- en installatiesector. Bedrijven experimenteren in toenemende mate met het terugwinnen van eerder gebruikte grondstoffen, efficiëntere ontwerpen, levensduurverlenging en een scala aan andere interventies om deze transitie op gang te brengen. In het kader van het rijksbrede programma Circulaire Economie zou dit in 2030 moeten leiden tot een halvering van het gebruik van primaire abiotische grondstoffen.

Tegelijkertijd staat de sector voor tal van andere uitdagingen, zoals de bouwopgave, de energietransitie, gezondheid en digitalisering. De doelstelling om grondstofgebruik te halveren geeft spanning met deze opgaven, waar juist veel (kritische) grondstoffen voor nodig zijn, zoals recentelijk werd gesignaleerd door het Planbureau voor de Leefomgeving.<sup>1</sup> Om deze spanning op te lossen moeten innovaties die een uitweg bieden optimaal worden ingebed in het bouwproces.

Met het Circular Skills programma wil de coöperatie Leren voor Morgen een bijdrage leveren aan het versnellen van de transitie naar een circulaire sector door (toekomstige) vakmensen te voorzien van de benodigde vaardigheden om circulaire innovaties toe te passen – zowel nieuwe technologie als sociale of economische innovaties.

In samenwerking met ISSO, Kennisinstituut voor bouw- en installatietechniek, werkt Leren voor Morgen aan een trendanalyse om huidige en opkomende circulaire innovaties in de bouw- en installatiesector in kaart te brengen. Deze analyse bestaat uit een verkennend onderzoek en een marktconsultatie waarbij bedrijven met elkaar in gesprek gaan over de toekomst van werk en de benodigde vaardigheden in hun sector.

In dit rapport presenteert Leren voor Morgen de bevindingen van het verkennend onderzoek naar circulaire innovatietrends in de bouw- en installatiesector en geven we een doorkijk naar de benodigde vaardigheden voor al werkende en toekomstige arbeidskrachten om optimaal gebruik te maken van deze innovaties.

Op basis van deze bevindingen voert Leren voor Morgen in 2020 een marktconsultatie uit om de voortgang van de transitie naar een circulaire sector te toetsen, de behoefte vanuit de arbeidsmarkt vast te stellen en de benodigde vaardigheden in kaart te brengen.

Graag willen we de deelnemers aan het verkennend onderzoek bedanken voor het toetsen en aanscherpen van de resultaten.

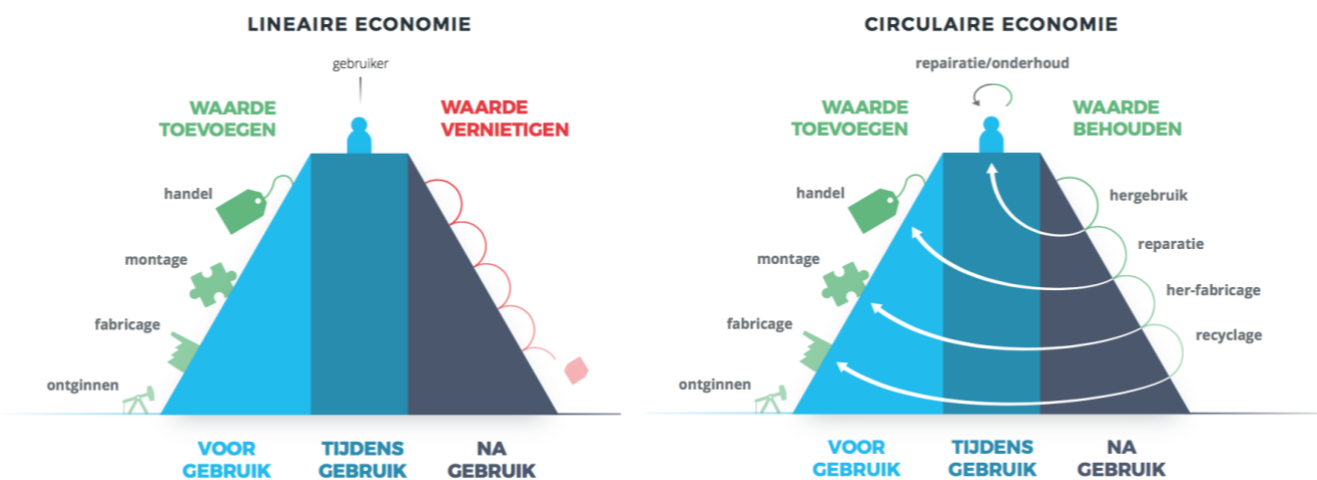
# Inhoudsopgave

<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>Innovatietrends circulaire bouw en installatietechniek</b>	<b>6</b>
1. <i>Adaptief, modulair en remontabel bouwen</i>	6
2. <i>Hoogwaardig hergebruik van grondstoffen en producten</i>	7
3. <i>Gebruik van secundaire grondstoffen en biobased materialen</i>	9
4. <i>Optimaliseren van levens- en gebruiksduur</i>	9
5. <i>Ontwikkelen van circulaire verdienmodellen</i>	10
6. <i>Bevorderen van ketenintegratie en -samenwerking</i>	11
7. <i>Ontwikkelen uniforme meetmethode</i>	12
<b>Vaardigheden voor de circulaire economie</b>	<b>13</b>
<b>Referenties</b>	<b>16</b>

## Inleiding

De circulaire economie is een systeem van economische ontwikkeling waarbij grondstoffen hun waarde zoveel mogelijk behouden.<sup>2</sup> In tegenstelling tot het lineaire model, waarin een product als afval wordt beschouwd aan het einde van de gebruiksfase, wordt deze in de circulaire economie gezien als bron van waardevolle grondstoffen (zie Afbeelding 1). Daarmee is economische ontwikkeling in de circulaire economie niet langer afhankelijk van de continue input van primaire grondstoffen. Het efficiënter gebruiken van zulke grondstoffen om milieudruk en leveringszekerheidsrisico's te minimaliseren staat centraal.<sup>3</sup> Dat betekent nieuwe ontwerp-strategieën, productieprocessen en verdienmodellen.

Daarmee verandert ook de factor arbeid in de circulaire economie. Eerder onderzoek wijst uit dat de circulaire transitie zowel positieve als negatieve effecten kan hebben op de arbeidsmarkt.<sup>4</sup> De opkomst van nieuwe activiteiten, werkvormen en technologie heeft verregaande gevolgen voor de taakhouden en functievereisten van vakmensen. Globaal neemt de mate van complexiteit in werkzaamheden toe en is er sprake van een diversifiëring van taken in een circulaire economie.<sup>5</sup> De juiste (bij)scholing om de kennis en vaardigheden van vakmensen actueel te houden is daarom cruciaal voor een positief effect op de arbeidsmarkt.



Afbeelding 1. Het 'Value Hill-model' verduidelijkt de verschillen tussen een lineaire en een circulaire economie op basis van de levensfasen van een product.<sup>6</sup>

Daarom werkt Leren voor Morgen in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat aan het in kaart brengen en structureel verankeren in het onderwijs van de benodigde vaardigheden voor een circulaire bouw- en installatiesector. Op basis van een iteratief proces van onderzoek en pilots slaan bedrijven en onderwijs de handen ineen om het benodigde scholingsaanbod voor een succesvolle transitie te ontwikkelen.

Doel van dit onderzoek is om inzicht te verkrijgen in toekomstige werkzaamheden in de bouw- en installatiesector, om adequaat en op het juiste moment (bij)scholing te ontwikkelen. Het resultaat van dit onderzoek is een overzicht van de belangrijkste innovatietrends op het gebied van circulair bouwen, ontwikkelen en installeren, aan de hand waarvan de benodigde vaardigheden voor een circulaire sector in kaart worden gebracht. De resultaten van het onderzoek zijn gevalideerd middels een reeks interviews met koplopers uit de sector. Het doel van de aanstaande marktconsultatie is om deze resultaten verder aan te scherpen en bijbehorende vaardigheden verder uit te werken.

## Innovatietrends circulaire bouw en installatietechniek

In de laatste jaren zijn tal van circulaire innovaties in de bouw en installatietechniek de revue gepasseerd: van de wisselketel om de overstap van cv-ketel op warmtepomp te vereenvoudigen tot integrale PV-systemen die op basis van energieprestatie als dienst worden aangeboden. Sommige van deze innovaties betreffen complexe nieuwe technologie, andere zijn juist een nieuwe toepassing van een al langer bekend product of techniek. Niet alle innovaties zijn expliciet circulair. Ook is het mogelijk slechts in delen circulair te bouwen, ontwikkelen en/of installeren.

Het opstellen van een uitputtende lijst van circulaire innovaties is dus een onmogelijke opgave: er komen niet alleen constant nieuwe innovaties bij, sommige producten zijn alleen circulair als ze op een bepaalde manier worden ingezet. Daarom inventariseren *Leren voor Morgen* en *ISSO innovatietrends*, overkoepelende strategieën voor de inzet van zowel technische als sociaaleconomische innovaties om tot circulaire oplossingen te komen.

Tijdens het verkennend onderzoek zijn 7 innovatietrends geïdentificeerd en getoetst aan de hand van een aantal criteria die zijn afgeleid uit de resultaten van *BUILD UP Skills* (2013) en de *WKI-inventarisatie* (Werkgroep Kennisontwikkeling Installatiebranche, uitgevoerd door *ISSO*, 2018).<sup>7</sup> De trends die in de rest van dit hoofdstuk verder worden toegelicht zijn:

1. Adaptief, modulair en remontabel bouwen
2. Hoogwaardig hergebruik van grondstoffen en producten
3. Gebruik van secundaire grondstoffen en biobased materialen
4. Optimaliseren van levens- en gebruiksduur
5. Ontwikkelen van circulaire verdienmodellen
6. Bevorderen van ketenintegratie en -samenwerking
7. Ontwikkelen uniforme meetmethode

### 1. Adaptief, modulair en remontabel bouwen

Om de grondstoffen die in een gebouw zijn verwerkt te kunnen collecteren en hergebruiken, moeten de producten en objecten waaruit het gebouw bestaat zonder schade los worden gemaakt. De mate waarin objecten demonteerbaar zijn op alle schaalniveaus binnen het gebouw, zodat het object de functie kan behouden en hoogwaardig hergebruik realiseerbaar is, wordt daarom ook wel 'losmaakbaarheid' genoemd.<sup>8</sup> De losmaakbaarheid van een gebouw ligt ten grondslag aan de opkomende trend om adaptief, modulair en remontabel te bouwen.

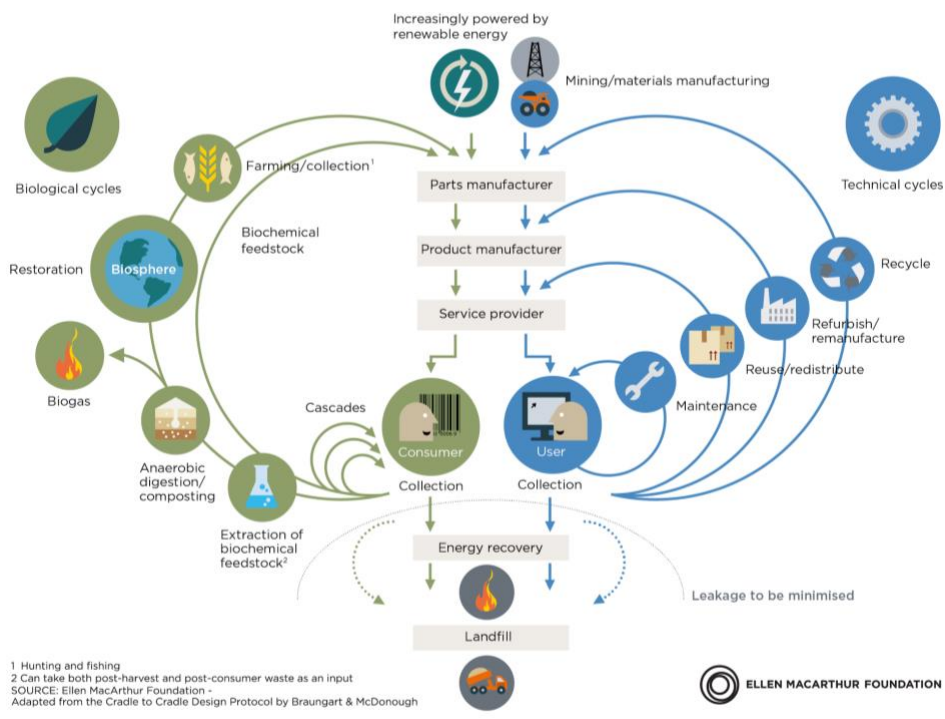
Deze trend kent veel verschillende toepassingen, van de industriële prefabricage van gebouwonderdelen tot het realiseren van een hoge herindelingsflexibiliteit. Sommige van deze toepassingen dragen bij aan het hoogwaardig hergebruik van grondstoffen, andere aan het verlengen van de gebruiksduur van het gebouw. Zo is adaptief vermogen van belang voor de toekomstwaarde (her-inzetbaarheid) van een gebouw, terwijl modulaire bouw juist bijdraagt aan de mate waarin onderdelen vervangen kunnen worden voor onderhoud of omdat nieuwe technologie beschikbaar is.<sup>9</sup> Zowel het aanpassingsvermogen aan toekomstig gebruik als het mogelijk maken van een hoge vervangingsfrequentie van losse onderdelen zijn belangrijk in een circulaire economie.

Het uit elkaar kunnen halen van een bestaand gebouw is echter niet voldoende om efficiënt gebruik van grondstoffen te garanderen. Daarom spreken we niet van ‘demontabel’, maar van ‘remontabel’ bouwen: het opnieuw inzetten van gebruikte materialen op hoogst mogelijk schaalniveau binnen het gebouw. Daartoe experimenteren steeds meer marktpartijen met het digitaal modelleren van een ontwerp aan de hand van Bouw Informatie Modelling (BIM) software. Anders dan bij het materialenpaspoort worden in BIM ook de verbindingen tussen objecten vastgelegd. Daarmee worden ook assemblage en onderhoud steeds eenvoudiger.

Innovaties	Vaardigheden
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bouw Informatie Modelling (BIM)</li> <li>▪ Materialenpaspoort</li> <li>▪ Losmaakbaarheidsindex</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 3D-printen van componenten</li> <li>▪ Adaptief/wendbaar ontwikkelen</li> <li>▪ Parametrisch installeren</li> </ul>

## 2. Hoogwaardig hergebruik van grondstoffen en producten

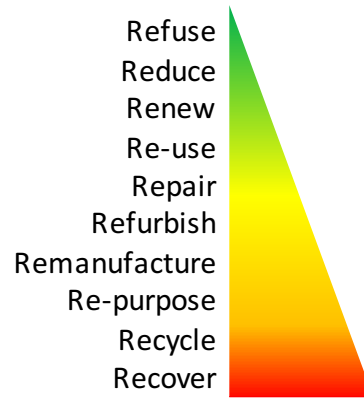
Het effectief inzetten en zo hoogwaardig mogelijk hergebruiken van grondstoffen zodat deze hun waarde zoveel mogelijk behouden staat centraal in de circulaire economie. Via de biologische of technische cyclus die grondstoffen doorlopen tijdens fabricage, gebruik en hergebruik worden ze in de circulaire economie behouden in de keten (zie Afbeelding 2). Zo worden grondstoffen in de circulaire bouw onderhouden, gerepareerd, geremonteerd en hergefabricéerd om stort en verbranding te voorkomen.



Afbeelding 2. Het Circular Economy model van de Ellen MacArthur foundation (ook wel bekend als het ‘butterfly model’) maakt onderscheid tussen drie onderdelen: het economisch model (centraal), de biologische cyclus (links) en de technische cyclus (rechts). In een circulaire economie worden grondstoffen en materialen na gebruik via een van deze cycli behouden.



Het 10R-model verduidelijkt de impact van de verschillende technische cycli: hoe minder aanpassingen er worden gedaan aan het product, hoe hoogwaardiger de vorm van hergebruik (zie Afbeelding 3). Iedere vorm van recyclage, her-fabricage of re-montage leidt tot schade en dus tot waardeverlies.



Afbeelding 3. Het '10R model' benadrukt het doel om producten zoveel mogelijk in oorspronkelijke vorm te hergebruiken. Hoe hoger de strategie, hoe groener de impact. Aangepast overgenomen uit "Circular Buildings: ..." (Van Vliet, Van Grinsven & Teunizen 2019)

Naast de losmaakbaarheid van het gebouw zijn er een aantal factoren die bijdragen aan de mogelijkheid tot hoogwaardig hergebruik in de gebouwde omgeving, waaronder: de restwaarde, kwaliteit en toxiciteit van de grondstoffen, de bereidheid van de opdrachtgever/klant, de certificering van de secundaire grondstoffen en de logistieke mogelijkheden. Daarnaast is er natuurlijk inzicht nodig in de gebruikte materialen en de manier waarop deze zijn verwerkt in het gebouw of het product om deze te kunnen leveren. Ook hier bieden BIM, het materialenpaspoort en andere digitale stelsels een uitkomst.

Bedrijven kunnen ervoor kiezen eigenaar te blijven van de grondstoffen die zij in de realisatie van een project gebruiken. Deze grondstoffen kunnen aan het eind van de gebruiksduur van het product opnieuw worden gebruikt in een volgend project. Dat vergt een zorgvuldige behandeling: de grondstoffen moeten worden vastgelegd in een databank om aanbod inzichtelijk te maken en zorgvuldig worden gedemonteerd en/of gerepareerd voor volgend gebruik. Ook kunnen deze grondstoffen (of onderdelen) worden voorzien van een tag (RFID, track & trace) om een actueel overzicht te creëren van de inzet van materialen.

#### Innovaties

- Grondstoffenmarktplaats
- RFID (passieve trace)
- Track & trace (actieve trace)

#### Vaardigheden

- Demonteren
- Repareren
- Grondstoffen makelen
- Digitale vaardigheden

### 3. Gebruik van secundaire grondstoffen en biobased materialen

Om de milieudruk van een gebouw of project te verminderen wordt steeds meer gebruik gemaakt van gerecyclede en hernieuwbare grondstoffen. Grondstoffen die afkomstig zijn uit de bestaande gebouwde omgeving, zoals hierboven beschreven, of uit een oneindige natuurlijke bron. Met name het aandeel van hout in zowel woning- en utiliteitsbouw als grond-, weg- en waterbouw zal de komende jaren flink groeien: volgens NIBE stijgt het gebruik van hout in de houtskeletbouw tussen 2020 en 2030 van 150 naar 267 kiloton per jaar, oftewel zo'n 40%.<sup>10</sup>

De voordelen van hout, riet, lignine, cellulose en andere biobased materialen ten opzichte van reguliere bouwmaterialen zijn meervoudig en uiteenlopend. Naast de onuitputtelijkheid van deze bronnen speelt ook mee dat de materialen vaak minder wegen, herbruikbaar zijn, goed voor de gezondheid van de mens en zeer esthetisch verwerkt kunnen worden. Er staat echter nog veel in de weg van een volledige biobased economie. Certificering op gebied van brandveiligheid, geluid en gezondheid blijkt een uitdaging voor zelfs de best geteste materialen; dat geldt ook voor de aanvoer van deze grondstoffen, die nog niet voldoende beschikbaar zijn in Nederland.

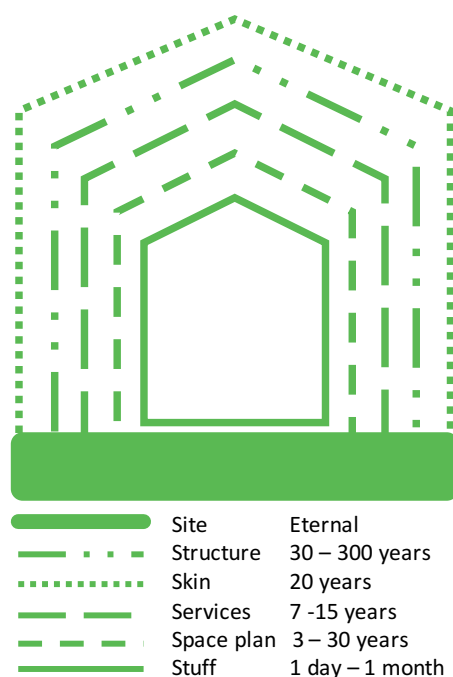
Innovaties	Vaardigheden
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Houten cascobouw</li> <li>▪ Cellulose isolatie</li> <li>▪ Lignine asfalt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Natuur-georiënteerd ontwerpen/ ecodesign</li> <li>▪ Risicoanalyse uitvoeren</li> <li>▪ Stuken met kalkhennep</li> </ul>

### 4. Optimaliseren van levens- en gebruiksduur

Het onderhouden, repareren en upgraden van materialen en producten tijdens gebruik en het ontwerpen voor een langere (technische) levensduur is een van de belangrijkste strategieën om het gebruik van grondstoffen terug te dringen.

De uitdaging ligt hierbij vaak bij het verschil in levensduur tussen objecten die onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn. Denk aan de integratie van klimaat-installaties in de constructie van een gebouw, of elektronische installaties in infrastructuur. Om de volledige levensduur van een product optimaal te gebruiken moet deze vervangbaar of repareerbaar zijn zonder de structuur daaromheen aan te tasten. Het is dus van belang om de levensduur van een object te bepalen in relatie tot de 'shearing layers' (gebouwniveaus) van een gebouw (zie Afbeelding 3).

Op zowel product- als procesniveau wordt volop geïnoveerd om dit doel te bereiken. Zo kunnen houten kozijnen gerepareerd worden met een geprefabriceerd deelelement van [Infinity Repair](#), een nieuwe technologie die het werkproces van kozijnreparatie/-vervanging compleet transformeert. Ook is het bijvoorbeeld in steeds meer nieuwbouw mogelijk om een installatie te vervangen zonder de constructie van het gebouw aan te tasten, omdat deze los staat van de constructie.



Afbeelding 4. De 'shearing layers' (ook wel bekend als 'lagen van Brand') duiden de verschillende levensduren van de schillen van een gebouw, van bouwplaats (site) tot inboedel (stuff). Aangepast overgenomen uit "In 4 stappen circulair (ver)bouwen" (Nederland circulair!, 2018).<sup>11</sup>

Innovaties	Vaardigheden
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wisselketel</li> <li>▪ Infinity-repair</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Denken in <i>shearing layers</i></li> <li>▪ Modulair ontwerpen</li> <li>▪ Repareren</li> </ul>

## 5. Ontwikkelen van circulaire verdienmodellen

Van groot belang is de ontwikkeling van een businesscase die kan concurreren met de lineaire 'take-make-waste' strategie. De beschikbaarheid van circulaire producten is niet voldoende om een circulaire sector te realiseren: deze producten moeten voor iedereen betaalbaar zijn en dus rendabel voor de producent. Daarom zijn er nieuwe verdienmodellen in opkomst, die de inzet van circulaire producten niet alleen mogelijk maar financieel aantrekkelijk maakt. Zo kun je tegenwoordig per wasbeurt voor een wasmachine betalen ('pay-per-use') of voor verlichting (de prestatie) in plaats van een lamp ('product-as-service').

Zulke verdienmodellen maken vaak een andere berekening van kosten en baten. In de 'Total Cost of Ownership' benadering gaat het bijvoorbeeld om de totale kosten van een materiaal, product of gebouw gedurende de gehele levensduur. Vanuit deze gedachte telt ook de restwaarde van de grondstoffen die in het product verwerkt zijn mee en levert extra investering tijdens de productiefase lagere onderhoudskosten op. Denk je in plaats daarvan vanuit de gebruiksfase, de 'Total Cost of Usage', dan verschuift het economisch zwaartepunt naar de prestatie of dienst die wordt geleverd, in plaats van het product. De gebruiker betaalt voor gebruik in plaats van bezit.<sup>12</sup>

Centraal staat dus altijd een andere vorm van waarde of waardering als uitgangspunt in de bedrijfsvoering. Naast economische waarde tellen ook maatschappelijke, sociale en ecologische waarde mee. Het hanteren van een circulair verdienmodel is een middel om circulariteit te bereiken, of om het concurrerend te maken met het lineaire uitgangspunt. Zo kan het bijvoorbeeld fabrikanten aanmoedigen om de levensduur van hun producten te verbeteren of om een keten van kritische grondstoffen te sluiten.

Innovaties	Vaardigheden
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gebouwbeheersysteem (GBS) gelinkt aan performance</li> <li>▪ Product-as-service model</li> <li>▪ Total Cost of Ownership</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Data-analyse en -optimalisatie</li> <li>▪ Marktonderzoek</li> <li>▪ Ondernemerschap</li> <li>▪ Businessmodellering</li> </ul>

## 6. Bevorderen van ketenintegratie en -samenwerking

Een ander belangrijk procesdoel dat cruciaal is voor een circulaire sector is een nauwe samenwerking tussen verschillende partijen in de keten. Processen lopen in elkaar over, stakeholders hebben meer van elkaar nodig en er moet nog veel kennis worden verspreid om een circulaire sector te realiseren.

Zo kan het zijn dat een circulair ontwerp zich in de praktijk niet naar een circulair product vertaalt, omdat er tijdens de realisatiefase andere materialen worden gebruikt, nieuwe innovaties beschikbaar zijn of een van de uitvoerders niet de juiste kennis heeft om het ontwerp te realiseren. Bouwen met eerder gebruikte grondstoffen en materialen vergt betrokkenheid van de werkvoorbereider of inkoper bij de ontwerpfase, om af te stemmen welke materialen beschikbaar zijn voor het project. Van belang is dat iedere schakel in de keten zich bewust is van het feit dat zijn of haar handelen invloed heeft op de volgende schakel.

In het kader van ketenintegratie zijn tal van initiatieven opgericht. Veel partijen in de sector erkennen het belang van samenwerking en kennisdeling en dragen daar graag een steentje aan bij. Zo presenteerde de Dutch Green Building Council in december 2019 de malieveldverklaring van tientallen partijen in de bouw- en vastgoedketen, een gezamenlijke visie op circulaire en stikstofvrije bouw.<sup>13</sup>

Innovaties	Vaardigheden
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Digitaal grondstoffenstelsel</li> <li>▪ Ketenplatforms</li> <li>▪ Kennisdelingsplatforms</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Eigen werk zien als onderdeel van geheel (project/gebouw)</li> <li>▪ Verantwoordelijkheid nemen</li> <li>▪ Denken vanuit het belang van de ander</li> </ul>

## 7. Ontwikkelen uniforme meetmethode

Tenslotte is de ontwikkeling van een gemeenschappelijke taal, verbonden aan een matrix om te bepalen wat circulaire bouw en installatietechniek inhoudt, cruciaal in de realisatie van een circulaire sector. Naast het belang van meetbaarheid voor normering en marktforming moet ook voor iedereen van ontwerper tot klant duidelijk zijn wat circulariteit betekent.

Platform CB'23 zet daarin de koers uit naar bouwsector-brede afspraken over circulair bouwen voor 2023, zowel op gebied van woning- en utiliteitsbouw als infrastructuur. In de kernmeetmethode die CB'23 ontwikkelde wordt onder andere gekeken naar materiaalgebruik oftewel input (hoeveelheid, balans primair/secundair, mate van hergebruik, mate van recycling, gebruik van schaars/niet-hernieuwbaar materiaal), materiaaloverschot oftewel output (hoeveelheid materiaal voor hergebruik, recycling, energiewinning en stort) en invloed op milieukwaliteit (uitputting abiotische grondstoffen/fossiele energiedragers, klimaatverandering, verzuring, vermesting, enz.).

Op 8 oktober 2019 stuurde de minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties een brief naar de Tweede Kamer waarin zij haar ambitie uitte om de berekening van circulaire prestatie op te nemen in de milieuprestatie-eis voor gebouwen en GWW-werken (MPG) en deze eis richting 2030 voldoende aan te scherpen om het gebruik van primaire abiotische grondstoffen te halveren.<sup>14</sup> Daarmee wordt circulair bouwen niet alleen een ambitie, maar ook de norm.

Innovaties	Vaardigheden
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Building Circularity Index</li> <li>▪ Losmaakbaarheidsindex</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Circulariteit herkennen</li> <li>▪ Circulariteit waarderen</li> <li>▪ Life Cycle Analysis</li> </ul>

## Vaardigheden voor de circulaire economie

In het vorige hoofdstuk werden 7 strategieën voor circulaire bouw en installatietechniek toegelicht. In dit hoofdstuk geven we een doorkijk naar het belang van deze innovaties voor de arbeidswereld en het beroepsonderwijs en geven we aandacht aan het thema vaardigheden voor de circulaire economie.

De opkomst van nieuw gereedschap, materiaal en techniek zoals beschreven in het vorige hoofdstuk heeft verregaande gevolgen voor huidige en toekomstige vakmensen in de sector. De behoefte aan technische vaardigheden neemt daarmee toe, met name op het gebied van digitale technologie.

Daarnaast veranderen werkprocessen, verdienmodellen, ketens en netwerken van stakeholders. Ook deze trend heeft grote impact op de werkzaamheden en functievereisten van vakmensen in de sector. Zo wordt een toenemende complexiteit van werk en algehele diversifiëring in taken gesignaleerd in een circulaire economie.<sup>15</sup>

Daarnaast valt er niet te spreken van een homogene set vaardigheden die voor iedereen van toepassing is: iedere functie in het circulaire werkveld vergt een andere set vaardigheden, waaronder veel *soft skills* die niet altijd expliciet circulair zijn. Deze vaardigheden zijn dus alleen circulair als ze vanuit de principes van de circulaire economie worden beoefend.

Eenzijds is het dus belangrijk om innovatietrends op het gebied van circulair bouwen, ontwikkelen en installeren scherp in de gaten te houden zodat vakkennis actueel blijft. Anderzijds vereist deze transitie voldoende begrip en capaciteit om met deze schoksgewijze, disruptieve veranderingen om te gaan. Veerkracht, aanpassingsvermogen, verantwoordelijkheid en een open blik zijn dus net zo belangrijk als kennis van BIM en het opstellen van een materialenpaspoort.

Als samenbindend beeld presenteert *Leren voor Morgen* een onvoltooide mastertabel circulaire vaardigheden, met een uitnodiging deze voortdurend aan te blijven vullen. In de tabel zijn vaardigheden ingedeeld naar innovatietrend en type. Daarin wordt onderscheid gemaakt tussen een aantal soorten vaardigheden:

- **Techniek** (de vaardigheid om met nieuwe technologie/gereedschap om te gaan)
- **Proces** (de vaardigheid om tot circulaire oplossingen te geraken, samen met stakeholders)
- **Valorisatie** (de vaardigheid om waarde te herkennen of creëren in de circulaire economie)
- **Transversaal** (algemene competenties die een andere houding, inzet of motivatie behoeven van de werknemer)

Innovatietrend	(Product-/proces-) innovaties	Skills	
		Type	Vaardigheid
Adaptief, modulair en remontabel bouwen	Bouw Informatie Modelling (BIM)	Techniek	Parametrisch installeren
	Materialenpaspoort		Stekerbaar installeren
	Losmaakbaarheidsindex		Ontwerpen/assembleren met BIM
	Prefabricage van elementen		Producten/elementen vervangen
	3D-printen van elementen	Proces	Materialenpaspoort opstellen/gebruiken
	Plug-in systemen		Adaptief/wendbaar ontwerpen en uitvoeren
Hoogwaardig hergebruik van grondstoffen en producten	Grondstoffenmarktplaats	Techniek	Levenscyclusanalyse
	Terugnamegarantie afspraken		Demonteren
	RFID (passieve trace)		Repareren
	Track & trace (actieve trace)	Proces	Grondstoffen makelen
		Valorisatie	Denken in waardeketens
			Waarde hechten aan materialen
Gebruik van secundaire grondstoffen en biobased materialen	Hout (skelet/casco) bouw	Techniek	Ontwerpen/bouwen met secundaire en biobased materialen
	Kalkhennep stuc		Natuur-georiënteerd ontwerpen
	Lignine asfalt		Ecodesign
	Strobalenbouw	Proces	Risicoanalyse

Innovatietrend	(Product-/proces-) innovaties	Skills	
		Type	Vaardigheid
Optimaliseren van levens- en gebruiksduur	Infinity-repair	Techniek	Ontwerpen/onderhouden voor langere levensduur
	Wisselketel	Proces	Denken in <i>shearing layers</i> (gebouwniveaus)
Ontwikkeling van circulaire verdienmodellen	Gebouwbeheersysteem (GBS)	Techniek	Data-analyse en -optimalisatie
	Product-as-service model	Valorisatie	Marktonderzoek
	Pay-per-use model		Kansen zien en benutten
	Total Cost of Ownership		Ondernemerschap
	Total Cost of Usage	Proces	Ketendenken
Bevorderde ketenintegratie en -samenwerking	Digitaal grondstoffenstelsel	Transversaal	Systeemdenken
	Ketenplatforms		Eigen werk zien als onderdeel van geheel (project/gebouw)
	Kennisdelingsplatforms		Verantwoordelijkheid nemen
			Samenwerken & communiceren
			Reflecteren/zelfbewustzijn
			Denken vanuit het belang van de ander
			Lerende werkhouding
Ontwikkeling uniforme meetmethode	Building Circularity Index	Transversaal	Circulariteit herkennen
	Losmaakbaarheidsindex	Valorisatie	Waarderen van circulariteit



## Referenties

- <sup>1</sup> Maikel Kishna e.a., “Doelstelling circulaire economie 2030: Operationalisering, concretisering en reflectie” (Den Haag: PBL, 2019), <https://www.pbl.nl/publicaties/doelstelling-circulaire-economie-2030>.
- <sup>2</sup> Het Groene Brein, “Kenniskaart Circulaire Economie”, z.d., <https://kenniskaarten.hetgroenebrein.nl/kenniskaart/circulaire-economie/>.
- <sup>3</sup> PBL, “Balans van de Leefomgeving 2018: Nederland duurzaam vernieuwen” (Den Haag, 2018), <https://themasites.pbl.nl/balansvandeleeftomgeving/jaargang-2018>.
- <sup>4</sup> Joke Dufourmont e.a., “Circulaire Tewerkstelling in België: Een nulmeting van de werkgelegenheid in de circulaire economie in België” (Koning Boudewijnstichting & Circle Economy, september 2019), <https://www.kbs-frb.be/nl/Activities/Publications/2019/20190919avc>.
- <sup>5</sup> Martijn Burger e.a., “The Heterogeneous Skill-Base of Circular Economy Employment”, *Research Policy* 48, nr. 1 (1 februari 2019): 248–61.
- <sup>6</sup> Elisa Achterberg, Jeroen Hinfelaar, en Nancy Bocken, “Master Circular Business with the Value Hill”, september 2016, <https://www.circle-economy.com/financing-circular-business>.
- <sup>7</sup> BUILD UP Skills Nederland, “Nationale Roadmap Conferentierapportage”, april 2013, <https://buildupskills.otib.nl/>; Jan Cromwijk en Dennis Van der Kooij, “WKI-inventarisatie technische innovaties en bijscholingsaanbod” (ISSO, september 2018).
- <sup>8</sup> Mike Van Vliet, Jip Van Grinsven, en Jim Teunizen, “Circular Buildings: Meetmethodiek losmaakbaarheid” (Alba Concepts, DGBC, RVO, W/E Adviseurs, september 2019), <https://www.dgbc.nl/publicaties/circular-buildings-een-meetmethodiek-voor-losmaakbaarheid-26>.
- <sup>9</sup> Brink Groep, CPI, “Gebouwen met toekomstwaarde! Het bepalen van de toekomstwaarde van gebouwen vanuit het perspectief van adaptief vermogen, financieel rendement en duurzaamheid”, 3 juli 2014, <https://www.brink.nl/2014/07/17/bedrijfsleven-en-overheid-presenteren-rapport-gebouwen-met-toekomstwaarde/>.
- <sup>10</sup> Olga Van der Velde en Mantijn Van Leeuwen, “Potentie van biobased materialen in de bouw” (NIBE Research, RVO, 14 juni 2019), <https://www.nibe.org/nl/nieuws/potentiebiobased>.
- <sup>11</sup> Nederland circulair!, “In 4 stappen circulair (ver)bouwen”, januari 2018, <https://www.circulairondernemen.nl/uploads/a29eb74fdb2b227db4ea4d9d7917c6a7.pdf>.
- <sup>12</sup> Maarten Markus en Kees de Graaf, “White paper AM: Circulair ontwikkelen” (Utrecht: AM, 2019), <https://www.am.nl/wp-content/uploads/2019/06/DEF-Versie-White-Paper.pdf>.
- <sup>13</sup> DGBC, “De malieveldeverklaring: Emissievrij ontwerpen, ontwikkelen en bouwen” (Den Haag, 12 december 2019), <https://www.dgbc.nl/nieuws/26-partijen-tekenen-malieveldeverklaring-om-stikstofuitstoot-in-bouw-te-reduceren-1757>.
- <sup>14</sup> K.H. Ollongren, “Kamerbrief over maatregelen voor bevorderen circulair bouwen” (Den Haag: Ministerie van BZK, DG Bestuur, Ruimte en Wonen, oktober 2019), <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2019/10/08/kamerbrief-over-maatregelen-voor-bevorderen-circulair-bouwen>.
- <sup>15</sup> Burger e.a., “The Heterogeneous Skill-Base of Circular Economy Employment”.