

Inspirerende voorbeelden voor de bouw en GWW

Inspirerende voorbeelden voor de bouw en GWW



De  
circulaire  
bouweconomie





**CIRCULAIRE PRODUCTEN & DIENSTEN**  
*inspirerende voorbeelden voor de bouw en GWW*

© W/E Adviseurs  
Utrecht, januari 2020

**Contact**

Dora Vancso, projectleider: vancso@w-e.nl

**Auteurs**

Arko van Ekeren  
David Anink  
Dora Vancso

**Met dank aan**

De leden van het Transitieteam Circulaire Bouweconomie, Niels Ruijter (NVTB), Menno Rubbens (Cepezed), Stephan van Hoof (VolkerWessels), Hans Scherpenzeel (RVO), Irma Thijssen (RVO).

**Uitvoering door W/E adviseurs**

W/E adviseurs is een enthousiast en creatief adviesbureau voor duurzaamheid in bouw, vastgoed en gebiedsontwikkeling. Al 4 decennia. Jaarlijks werken wij aan tientallen spraakmakende projecten en plannen in de bouw, renovatie en ruimtelijke ordening. Zo bouwen we samen met u aan een duurzamere wereld.

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Circulaire producten en diensten, inspirerende voorbeelden voor de bouw'; in opdracht van RVO; W/E adviseurs; Utrecht, januari 2020.

# CIRCULAIRE

## PRODUCTEN & DIENSTEN

“In 2050 is de gebouwde omgeving circulair”. Een ambitieuze opgave, waarvoor strategieën zijn uiteengezet en aanbevelingen zijn gedaan in de Transitieagenda Circulaire Bouweconomie. De fase van praten is nu voorbij. Het is tijd om woorden om te zetten naar daden. Maar hoe zetten we de stap van de lineaire naar een circulaire bouw?

Daar helpen wij u mee. Er kan namelijk al veel. Het aanbod van ‘circulaire’ producten en diensten neemt snel toe. Stichting W/E Adviseurs heeft daarom in opdracht van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO), ten behoeve van [de Circulaire Bouweconomie \(CBE\)](#) een selectie van inspirerende circulaire voorbeelden voor u samengesteld. Dit in combinatie met een meer volledige online producten- en dienstencatalogus, die komend jaar beschikbaar zal worden. Dit palet aan mogelijkheden moet u op weg helpen bij het realiseren van projecten, waarbij circulaire principes zijn gevolgd. Op de website van de Circulaire Bouweconomie vindt u daarnaast andere circulaire principes en projecten ter inspiratie en kennisdeling.





# VOORWOORD

We hebben maar een Aarde, maar gebruiken nu met z'n allen 1,5 Aardes per jaar. Als we zo doorgaan hebben we in 2050 2 Aardes nodig. Dat gaat natuurlijk niet en dat er iets moet veranderen is duidelijk.

Gelukkig zijn we daar ook met z'n allen druk mee bezig en ook op allerlei manieren. En dat gaat op een moderne manier: organisch, chaotisch, ongestructureerd. Prachtig, toch? Laat maar gebeuren.

En probeer dat proces dan maar eens te vangen in een ordentelijke meetmethode. Een meetmethode waarmee we van grondstofwinning, bouwproductie, gebruiksfase en recycling kunnen meten hoe circulair en duurzaam initiatieven nu echt zijn. En of we met de hang naar circulariteit, vaak per abuis beperkt tot recycling, niet per ongeluk anti-duurzaam bezig zijn. want ook dan spannen we het paard achter de wagen.

En toch is juist zo'n meetmethode waar we uiteindelijk wel naartoe moeten. Pas dan zullen we in staat zijn om de echte circulariteit en duurzaamheid van gebouwen vast te stellen. En dat strekt verder dan alleen de bouwfase van een bouwwerk. Minstens zo belangrijk - misschien wel belangrijker - is de duurzaamheid van een bouwwerk tijdens de gehele levensfase en hoe herbruikbaar de materialen zijn na afloop van deze levensfase.

Toen we begonnen met dit voorbeeldenboek was het idee: de markt heeft inspiratie nodig! Terugkijkend denk ik: nee, de markt loopt over van inspiratie en dat wordt mooi zichtbaar gemaakt in dit boekwerkje. Is het volledig? Nee, zeker niet. Zijn alle voorbeelden opschaalbaar? Nog niet. Zijn alle genoemde voorbeelden ook circulair? Ik denk dat het een goede aanzet is.

Het is zeker leuk en waardevol om al deze voorbeelden langs te lopen, er kennis van te nemen en erover verder te denken. Blader erdoorheen, u zult zien, het is de moeite waard.

## **Niels Ruijter**

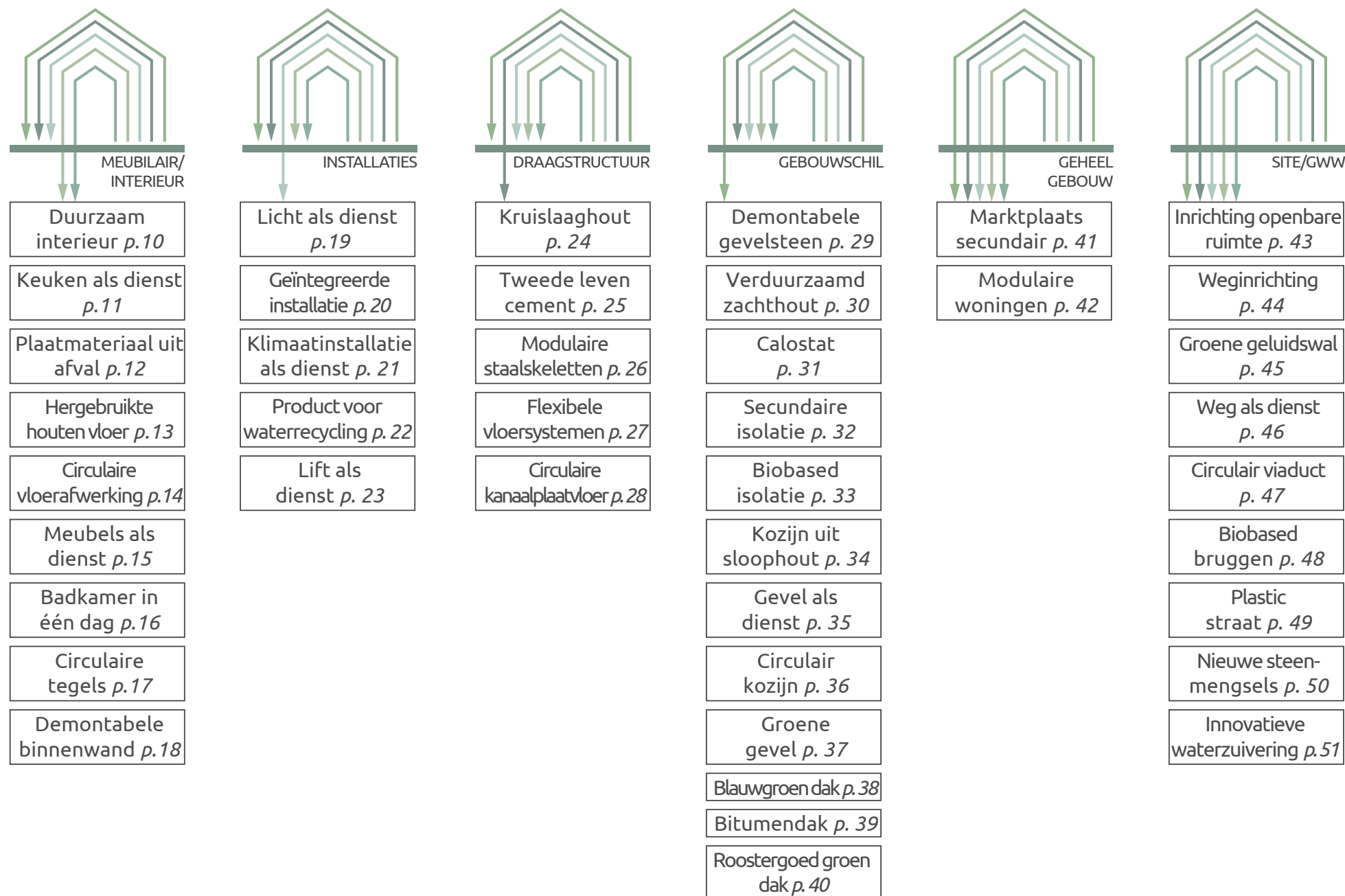
*directeur NVTB en lid van het Transitieteam Circulaire Bouweconomie*



# INHOUD

<b>OVERZICHT PRODUCTEN &amp; DIENSTEN</b>	<b>7</b>		
<b>AANPAK</b>	<b>8</b>		
Duurzaam interieur	10	Calostat	31
Keuken als dienst	11	Secundaire isolatie	32
Plaatmateriaal uit afval	12	Biobased isolatie	33
Hergebruikte houten vloer	13	Kozijn uit sloophout	34
Circulaire vloerafwerking	14	Gevel als dienst	35
Meubels als dienst	15	Circulair kozijn	36
Badkamer in één dag	16	Groene gevel	37
Circulaire tegels	17	Blauwgroen dak	38
Demontabele binnenwand	18	Gerecycled bitumendak	39
Licht als dienst	19	Roostergoed groen dak	40
Geïntegreerde installatie	20	Marktplaats secundaire materialen	41
Klimaatinstallatie als dienst	21	Modulaire woningen	42
Product voor waterrecycling	22	Circulaire inrichting openbare ruimte	43
Lift als dienst	23	Circulaire weginrichting	44
Kruislaaghout	24	Groene geluidswal	45
Tweede leven cement	25	Weg als dienst	46
Modulaire staalskeletten	26	Circulair viaduct	47
Flexibele vloersystemen	27	Biobased bruggen	48
Circulaire kanaalplaatvloer	28	Plastic straat	49
Demontabele gevelsteen	29	Nieuwe (steen)mengsels	50
Verduurzaamd zacht hout	30	Innovatieve waterzuivering	51
		<b>NAWOORD</b>	<b>52</b>
		<b>LITERATUURLIJST</b>	<b>53</b>

# OVERZICHT PRODUCTEN & DIENSTEN



# AANPAK

Circulariteit is geen doel op zich, het is een middel om een leefbare omgeving voor nu en in de toekomst te behouden (Sustainability volgens Brundtland in vrije vertaling). Dan kan alleen als we zorgen dat de voorraden aan grondstoffen, schone water, lucht en bodem, biodiversiteit en ruimte behouden blijven. De in de [Transitieagenda Circulaire Bouweconomie](#) opgenomen definitie reikt dan ook verder dan de materialen/grondstoffen-problematiek.

*“Circulair bouwen betekent het ontwikkelen, gebruiken en hergebruiken van gebouwen, gebieden en infrastructuur, zonder natuurlijke hulpbronnen onnodig uit te putten, de leefomgeving te vervuilen en ecosystemen aan te tasten. Bouwen op een wijze die economisch verantwoord is en bijdraagt aan het welzijn van mens en dier. Hier en daar, nu en later.”*

## 10 R-strategieën

Hoe wordt je nu circulair? Er leiden vele wegen naar Rome, de circulaire strategieën. Een veel gebruikte set zijn de 10 R-strategieën. De strategieën zijn hierbij in een voorkeursvolgorde geplaatst.

Als we een gebouw als product zien, dan is de meeste winst te boeken door de activiteiten zo in te richten dat een (nieuw) gebouw niet nodig is (R0), of door een multifunctioneel gebruik, zoals van een school in de avonduren (R1). Op het moment dat de productkeuze aan de orde is, zijn deze opties vaak al gepasseerd. Het gebouw komt er, het programma en het ontwerp liggen vast.

Bij veel van de producten en diensten in het voorbeeldenboek zijn de lagere R-strategieën aan de orde. In de uitwerking per product is de plaats in

de R-ladder aangeduid. Maar een lagere voorkeur wil niet zeggen, dat u deze strategieën moet negeren, alle beetjes helpen. En achter elk product zit weer een hele industrie!

De context bepaalt daarbij vaak of de circulaire potentie van een product wel of niet wordt benut. Even wat 'circulaire' producten selecteren leidt niet tot een circulair gebouw. Een dergelijk gebouw kan wel gerealiseerd worden bij de goed doordachte 'circulaire' toepassing van 'gewone' producten.

## Set met 5 circulaire strategieën

Een kanttekening bij de 10 R strategieën is dat deze beperkt aansluit bij de brede definitie in de Transitieagenda. Het lijkt vooral gericht op de (technische) materiaalkringloop. Daarom heeft W/E een set van 5 strategieën opgesteld om haar eigen visie op circulariteit te concretiseren (figuur 2). De minimalisering van de milieu-impact (strategie 3) is daarbij als circulaire strategie benoemd, omdat dit ook bijdraagt aan het tegengaan van het opraken van de eerder genoemde voorraden.

De vijf strategieën hebben hun waarde bewezen in relatie tot bruikbaarheid, herkenbaarheid en volledigheid. Ze geven bovendien een concrete invulling aan de definitie in de Transitieagenda.

Een goed (circulair) ontwerp betekent keuzes maken, op welk concept, en op welke strategieën wordt ingezet. Alleen zo ontstaat een samenhangend geheel van ontwerpkenmerken. Om dit proces te faciliteren is bij elk voorbeeld product of dienst aangegeven waar de circulaire kracht zit, op welke

R0 Refuse	Product overbodig maken door van z'n functie af te zien, of die met een radicaal ander product te leveren
R1 Rethink	Productgebruik intensiveren (bijvoorbeeld door producten te delen, of multifunctionele producten)
R2 Reduce	Product efficiënter fabriceren door minder grondstoffen en materialen in het product, of in het gebruik ervan
R3 Re-use	Hergebruik van afgedankt, nog goed product in dezelfde functie door een andere gebruiker
R4 Repair	Reparatie en onderhoud van kapot product voor gebruik in zijn oude functie
R5 Refurbish	Opknappen of moderniseren van oud product
R6 Remanufacture	Onderdelen van afgedankt product gebruiken in nieuw product met dezelfde functie
R7 Repurpose	Afgedankt product of onderdelen daarvan gebruiken in nieuw product met andere functie
R8 Recycle	Materialen verwerken tot dezelfde (hoogwaardige) of mindere (laagwaardige) kwaliteit
R9 Recover	Verbranden van materialen met energierugwinning

Figuur 1. 10 R-strategieën



van de 5 scoort het goed of welke minder.

### De voorbeelden

In dit voorbeeldenboek is gezocht naar producten en diensten van wat er nu beschikbaar is of op korte termijn beschikbaar komt. Hierbij gaat het om alle sectoren, zowel woning-, als utilitaire, als grond-, weg- en water- bouw. Bij de selectie is getracht de volle breedte in circulaire strategieën en toepassingen in het gebouw af te dekken. Naast de indeling naar strategie zijn de producten en diensten ook ingedeeld naar de lagen van Brandt. Zo kunt u gericht zoeken op de laag of lagen waarop uw specifieke opgave betrekking heeft.

Nadrukkelijk is niet gestreefd naar volledigheid. Het niet opnemen van producten of diensten in het voorbeeldenboek betekent niet dat ze niet circulair zouden zijn. Bovendien is dit overzicht slechts een eerste stap. Dit boek dient te worden bekeken in combinatie met een meer volledige online producten- en dienstencatalogus, die komend jaar op de website van [de Circulaire Bouweconomie](#) beschikbaar zal komen.

### De informatie per product of dienst

Een idee voor een circulair product of dienst is vaak door meerdere leveranciers opgepakt. Daarom is, waar dat van toepassing is, voor een generieke naam gekozen, en worden specifieke (merk) producten of diensten als voorbeelden gegeven. Een aantal producten en diensten zijn wel uniek: in dat geval vindt u slechts dat ene merk genoemd.

### Wat vindt u aan informatie per product of dienst?

Naast een beschrijving en de voorbeelden:

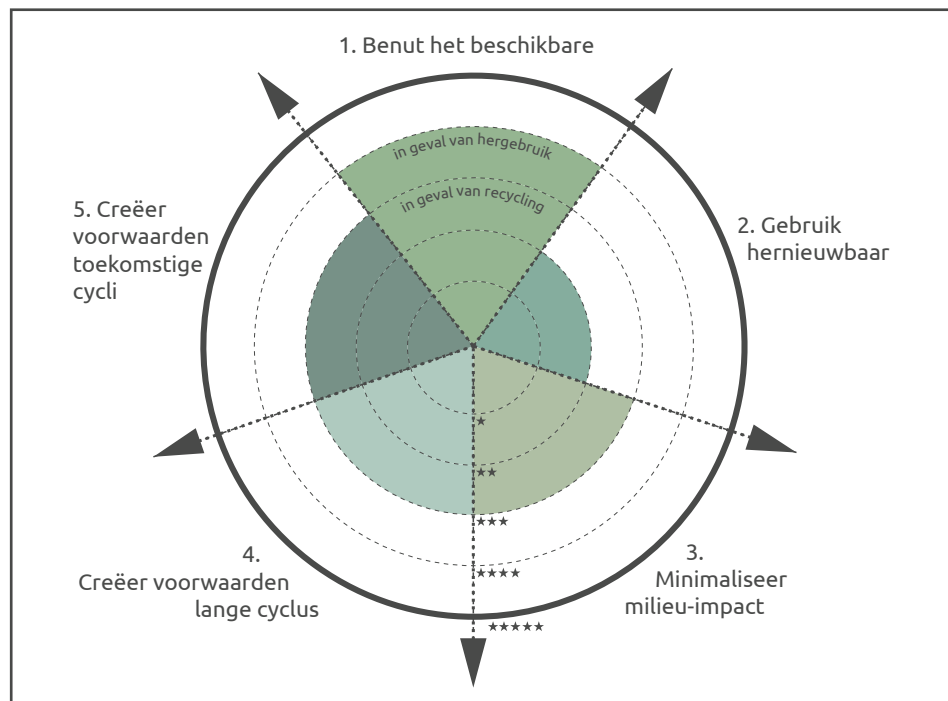
- Inzicht in de 'circulaire' kracht:  
Dit door inschaling op de 5 strategieën. Deze inschaling (1 tot 5 sterren) is gebeurd op basis van expertise van W/E. Het doel is het bieden van inzicht, en niet de onderlinge vergelijking van de producten en diensten.
- De plaatsing op de voorkeursladder van de 10R-strategieën:  
Zoals bij het voorwoord is aangegeven zullen producten en diensten zich zonder context meestal op de onderste sporten van de ladder bevinden. Voor een daadwerkelijk circulair resultaat, is een circulair ontwerp en/of portefeuillebeheer nodig.
- Praktische tips:  
Hierbij is vooral aandacht voor de duurzame en/of circulaire toepassing van het product. Hoe wordt de circulaire potentie ten volle benut? Maar ook, wat moet u voorkomen om de potentie juist teniet te doen?
- Een indicatie van het stadium van ontwikkeling het zich bevindt:
  1. Nog in ontwikkeling
  2. Bijna marktrijp
  3. Nu beschikbaar
  4. Nu beschikbaar, en zonder grote consequenties als alternatief te kiezen
- Links:  
Dit betreft links naar verdiepende informatie.

### Disclaimer

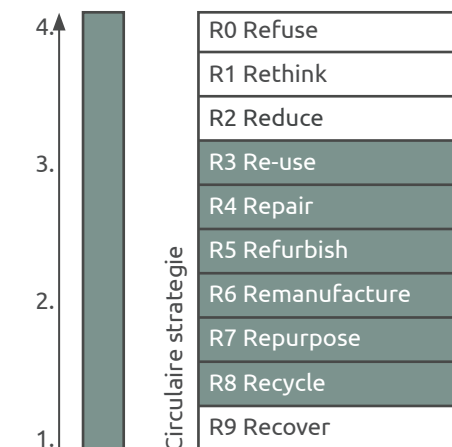
Het getoonde overzicht is met zorg samengesteld door de auteurs om voldoende spreiding en kwaliteit te garanderen, maar is per definitie arbitrair en onvolledig. Het overzicht is bedoeld ter inspiratie, niet om advies uit te brengen over het gebruik van een van de getoonde producten of diensten. Stichting W/E adviseurs is onafhankelijk.



Figuur 2. 5 strategieën van circulariteit W/E adviseurs



Figuur 3. Gispen REMADE werkplek gemaakt uit oude jaloeziedeurkasten



#### Bronnen

[www.insideinside.nl](http://www.insideinside.nl)  
[www.gispen.com](http://www.gispen.com)  
[www.ahrend.com](http://www.ahrend.com)  
[www.desko.nl](http://www.desko.nl)

# DUURZAAM INTERIEUR

Interieurs, waaronder meubels, hebben door trendgevoeligheid en slijtage vaak een korte levenscyclus, en daardoor een hogere milieu-impact. De aandacht voor duurzame interieurs met lage milieu-impact groeit daarom.

Maar voor het interieur zijn nog weinig wetten en regels, en hoe weet je als consument hoe duurzaam je interieur is? DGBC, NIBE en Ex Interiors komen daarom met INSIDE/INSIDE. Een online platform waar objectief inzichtelijk wordt gemaakt hoe duurzaam, circulair en gezond een interieur is. Gebruikers (zoals interieurarchitecten) selecteren interieurproducten, materialen en aantallen of vierkante meters. Vervolgens kunnen zij detailinformatie lezen en betrouwbare data over de milieu- en gezondheidsimpact inzien en vergelijken. De totale hoeveelheid aan producten en materialen kunnen worden toegevoegd aan de projectberekening, waarna kan worden afgerekend op milieu-impact. De informatie over de milieu-impact is afkomstig van LCA data. In één overzicht is vervolgens te zien welke impact het interieur heeft en door welke onderdelen dit wordt beïnvloed. De output kan worden gebruikt voor certificeringen en aanbestedingen.

Ook de fabrikanten van meubels denken na over de duurzaamheid en de milieupact van hun producten. Gispen maakt bijvoorbeeld meubels uit hergebruikt en gerecycled materiaal, maar verzorgt daarnaast ook onderhoud en reiniging om de levensduur van meubels te verlengen.

Desko biedt ook verschillende duurzame en circulaire producten aan: ze kopen oude kantoormeubelen op om ze op te knappen, te repareren en opnieuw te verkopen, bieden tweedehands meubilair aan, en bieden bijvoorbeeld ook waardescans aan om inzichtelijk te maken wat de waarde is van het meubilair in bezit.

Ook Ahrend speelt in op deze trend, en biedt bijvoorbeeld Cradle to Cradle gecertificeerde poederlakken aan, naast andere circulaire producten en diensten.

#### Tips en aandachtspunten

Om de kringloop te sluiten kunnen circulaire businessmodellen zoals furniture as a service vervolgens helpen. Denk bijvoorbeeld aan het aanbieden van meubels met een terugnamegarantie. Ook van inspirerende voorbeelden op het gebied van FaaS vindt inspirerende voorbeelden in deze publicatie.

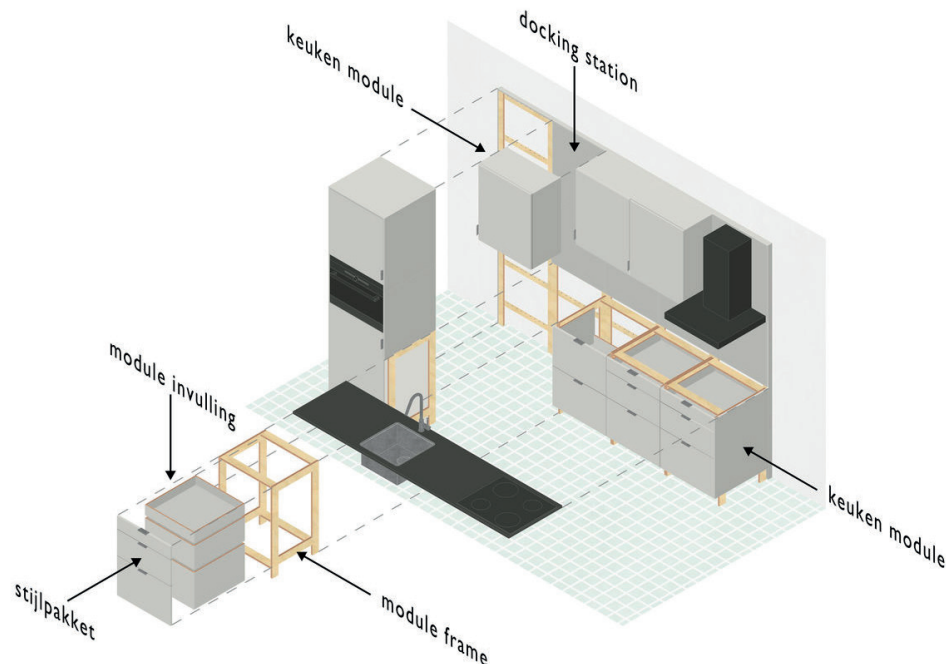
# KEUKEN ALS DIENST

Het samenwerkingsverband Bribus, TU Delft, ATAG en Dirkzwager Groep heeft een circulaire keuken ontwikkeld. De keuken is opgebouwd uit modules van hoogwaardig, milieuvriendelijk materiaal die continu kunnen worden aangepast aan veranderende wensen van gebruikers. De eigenaar van het vastgoed wordt via een service- en terugnamegarantie ontzorgd. De total cost of ownership van de keuken is dan ook vergelijkbaar met een gewone keuken, ondanks

hogere initiële aanschafkosten. We zien twee circulaire incentives in het businessmodel terug: levensduurverlenging en (mogelijke) creatie van restwaarde.

## Aandachtspunten en tips

Om het circulaire businessmodel te laten werken is het prestatiecontract en bijbehorende prestatiegaranties essentieel om circulariteit te waarborgen. De invulling van het contract vereist daarom (juridische) bedachtzaamheid.



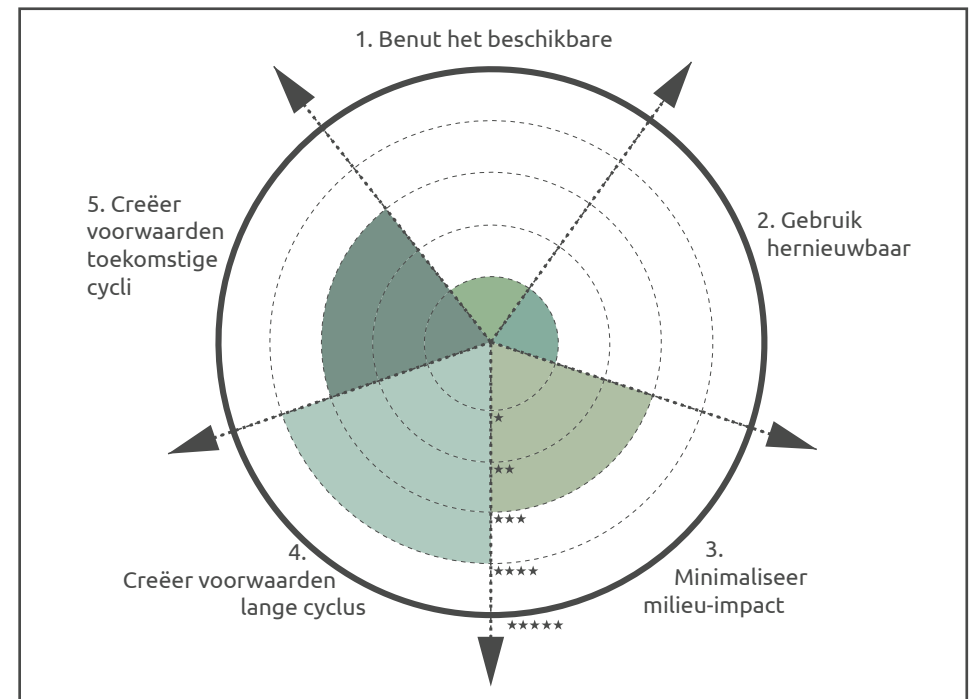
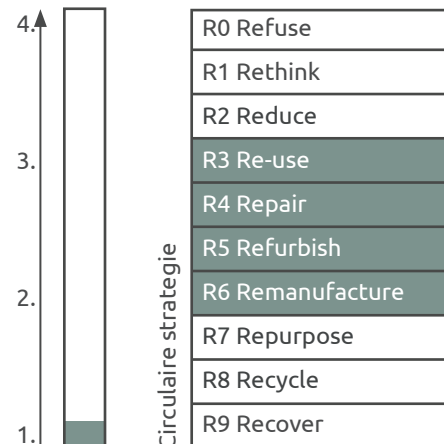
Figuur 4. de opbouw van de circulaire keuken met modules

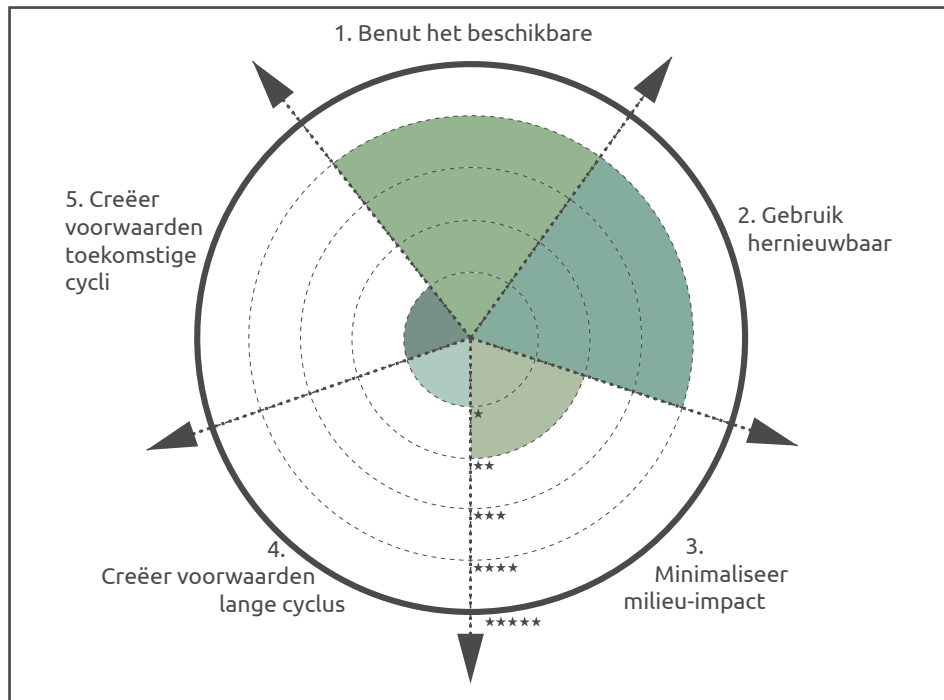


Figuur 5. prototype circulaire keuken

## Bronnen

[www.bribus.nl](http://www.bribus.nl)  
[www.tudelft.nl](http://www.tudelft.nl)





# PLAATMATERIAAL UIT AFVAL

Plaatmaterialen hebben veel verschillende toepassingen in de bouw. Vaak zijn ze gemaakt uit houtsnippers of vezels, en verlijmd en samengeperst tot een (constructieve) plaat, zoals OSB. Om de plaatmaterialen circulair te verbeteren bedenkt de markt allerlei innovaties. Bijvoorbeeld oplossingen om (biologische) afvalstromen te verwerken in de vezels, of de gehele plaat - inclusief lijm - biologisch afbreekbaar te maken. Denk bijvoorbeeld aan ECOR, ECOboard, Compakboard en Typhaboard.

De vezels in ECOR platen zijn gemaakt uit cellulose afvalstromen (zoals kantoorafval). ECOboard is gemaakt

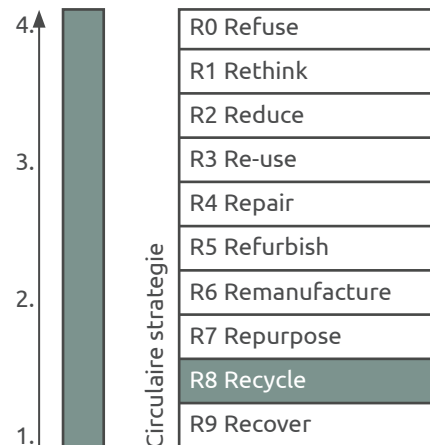
uit niet voor consumptie geschikte restafval van de landbouw, zoals stro. Beide platen zijn biologisch afbreekbaar. Compakboard maakt ook plaatmateriaal uit restafval van de landbouw. Daarnaast is Compakboard plaatmateriaal aan het ontwikkelen dat is gemaakt van geoogst riet uit de natuurgebieden van Natuurmonumenten. Typhaboards zijn platen uit lisdodde planten. Typhaboards kunnen direct worden gecomposteerd.

## Aandachtspunten en tips

Om de platen in de biologische kringloop te laten passen, moeten ze - inclusief additieven - wel volledig biologisch afbreekbaar zijn.



Figuur 6. interieurtoepassing

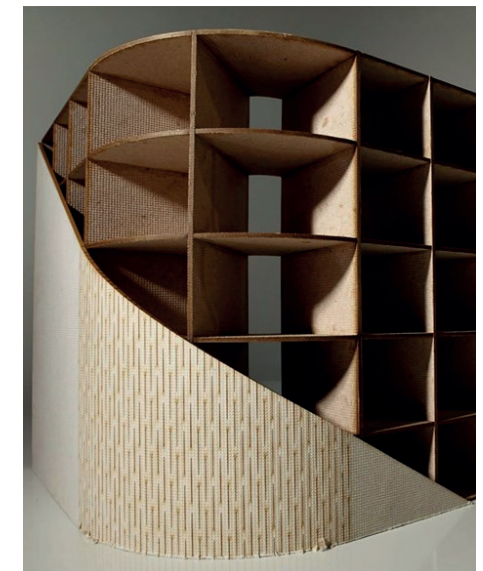


## Bronnen

[www.ecorglobal.com](http://www.ecorglobal.com)  
[www.ecoboardinternational.com](http://www.ecoboardinternational.com)  
[www.compakboard.eu](http://www.compakboard.eu)  
[www.typhaboard.com](http://www.typhaboard.com)



Figuur 7. EConnect woning van ECOboard



Figuur 8. kast uit ECOR



# HERGEBRUIKTE HOUTEN VLOER

Vloerafwerking is bij uitstek geschikt om samen te stellen uit stukken afvalhout of hout dat al eerder ergens is toegepast. Het idee is niet nieuw: het is al jaren mogelijk om vloeren te kopen die zijn samengesteld uit oud hout van bijvoorbeeld monumenten. Een moderne variant van de hergebruikte vloer is de No Waste vloer van Herso. De No

Waste vloer wordt volledig gemaakt van afvalhout en eerder gebruikt hout. Bovendien is de gebruikte lijm biologisch afbreekbaar. Hiermee past het in een biologische kringloop. Mooi voorbeeld van de toepassing van Herso vloeren is de vloerafwerking in het Circl paviljoen in Amsterdam. Het hout is afkomstig uit een oud klooster en de bar van voetbalclub Top Oss.



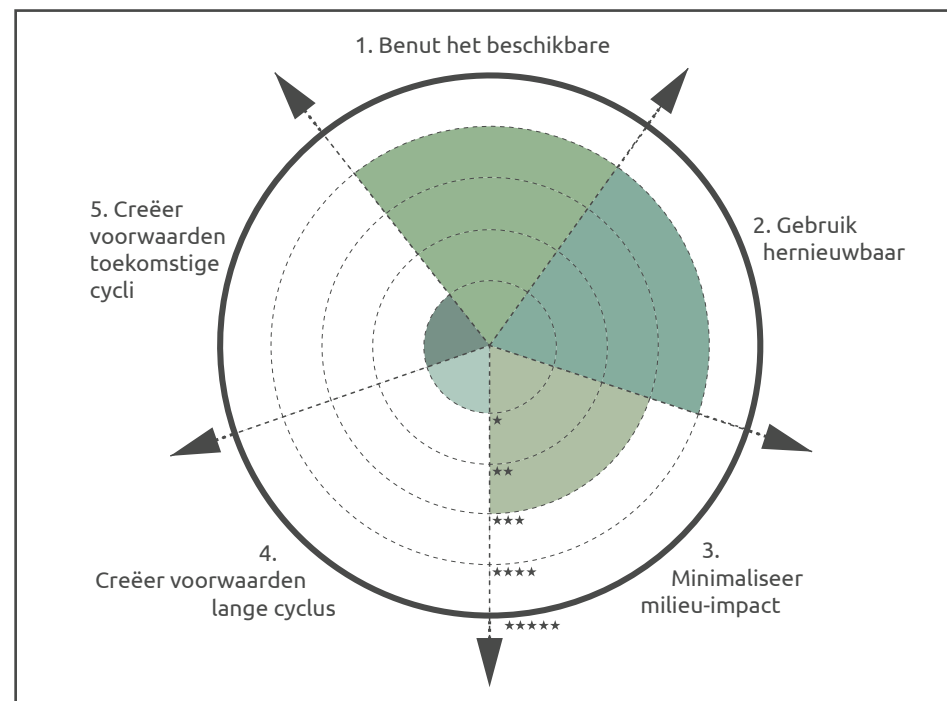
Figuur 9. Herso vloer in Circl paviljoen



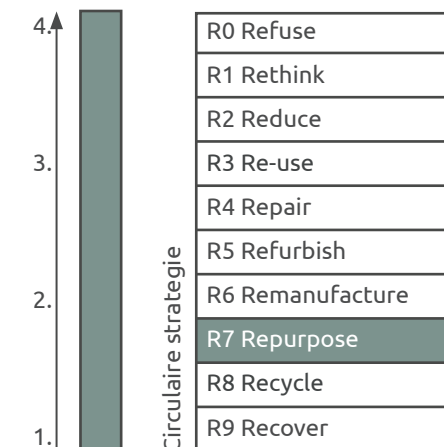
Figuur 10. Herso vloer in Circl paviljoen



Figuur 11. Herso vloer in Circl paviljoen

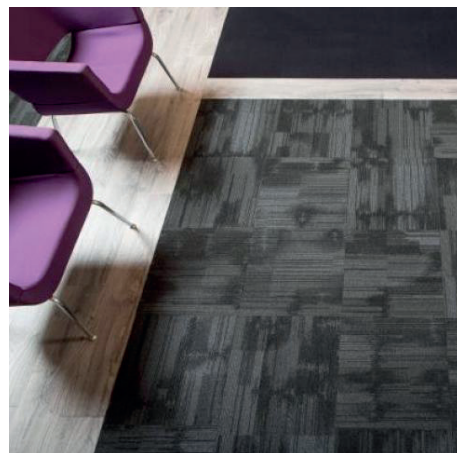
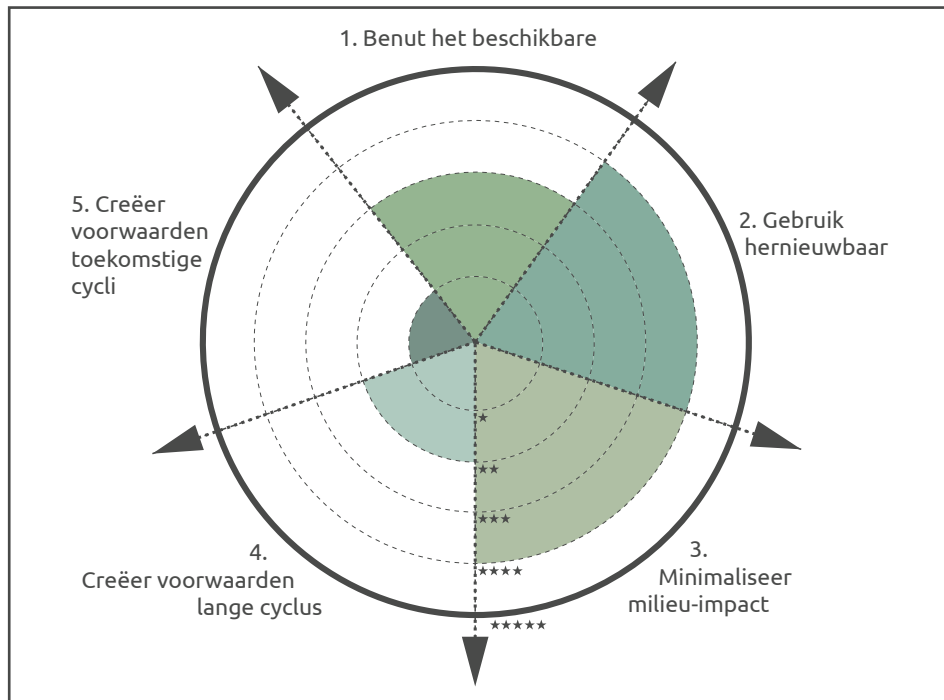


Figuur 12. hergebruikte vloer De Oude Plank



## Bronnen

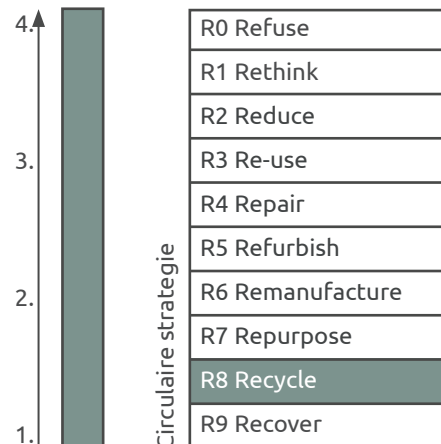
[www.herso.nl](http://www.herso.nl)  
[www.oudeplank.nl](http://www.oudeplank.nl)



Figuur 13. Forbo tapijttegels

#### Bronnen

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



## CIRCULAIRE VLOERAFWERKING

De vloerproducent Forbo besteedt speciale aandacht aan de duurzaamheid en circulariteit van zijn vloeren. Forbo levert een scala aan verschillende vloerafwerking: o.a. marmoleum, tapijttegels, schoonloopsystemen en vinyl. Duurzaamheid staat centraal. Zo richten ze zich op het verminderen van materiaalgebruik d.m.v. efficiënt ontwerp, het toepassen van materialen met een lage milieuimpact, nemen ze reststromen terug ter hergebruik en recycling (Marmoleum Recycle programma), maken ze

biobased vloeren (pigmentloze Marmoleumvloer cookie, 99% biobased), zorgen ze voor kwalitatief hoogstaande vloeren waardoor ze langer meegaan en draaien alle fabrieken op 100% groene energie.

#### Aandachtspunten en tips

Forbo is transparant en biedt de klant de mogelijkheid om de milieuwinst van producten op te zoeken in openbare EPD's en keurmerken. Door hiernaar te kijken, kun je als klant een onderbouwde keuze maken voor een duurzame vloer.



Figuur 14. marmoleum biobased vloer van Forbo

# MEUBELS ALS DIENST

Dankzij een korte levenscyclus en over het algemeen een hoge mate van demontabiliteit - dankzij het IKEA model - zijn meubels geschikt voor circulaire businessmodellen. Bekend voorbeeld van een vaak toegepast businessmodel is furniture-as-a-service (FaaS).

De sociale onderneming OPnieuw! biedt bijvoorbeeld (kantoor) meubilair aan als dienst, naast een breed scala van andere circulaire oplossingen. OPnieuw! verkoopt gebruikt en hersteld tweedehands kantoormeubilair, repareren en reinigen meubels om de levensduur te verlengen, en bieden een assortiment aan duurzame meubels uit gerecycled materiaal en met lage-milieuimpact aan.

De kantoorinrichter DESKO denkt ook circulair en biedt verschillende contractmodellen aan, van koop met terugkoopgarantie tegen gegarandeerde restwaarde, tot huur of FaaS. Ook grote namen zoals Ahrend en Gispén bieden FaaS aan. Zelfs IKEA experimenteert met een FaaS pilot.

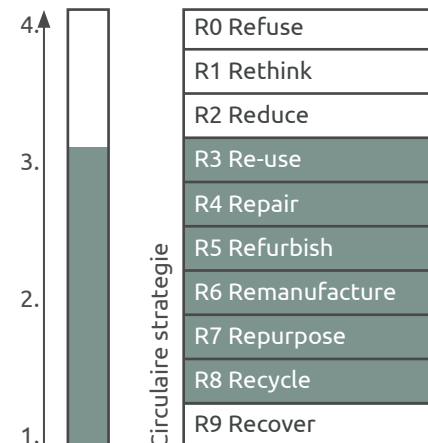
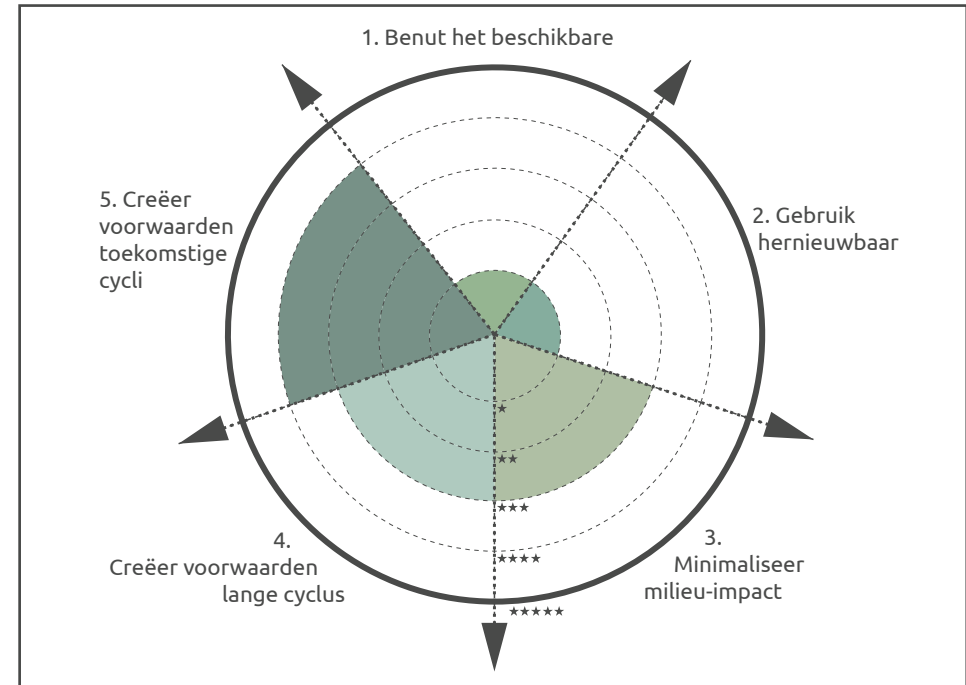
## Aandachtspunten en tips

Vergeleken met product-as-a-service modellen voor installatieobjecten zoals lampen, heeft FaaS wel een aantal aandachtspunten. Doordat

de fabrikant van een lamp eigenaar blijft van de lamp, heeft hij een incentive om de energie-efficiëntie van de lamp gedurende levensduur te blijven verhogen en constant nieuwe innovaties toe te blijven passen. Bij meubels is deze prikkel niet direct aanwezig.

Om het circulaire businessmodel te laten werken is - net als in het geval van de overige dienstmodellen beschreven in dit boekje - het prestatiecontract en bijbehorende prestatiegaranties essentieel om circulariteit te waarborgen. In een prestatiecontract wordt vastgelegd dat het product van de leverancier aan bepaalde prestaties moet (blijven) voldoen. In het geval van meubels kunnen dat bijvoorbeeld afspraken omtrent levensduur, comfort en kwaliteit zijn. Het prestatiecontract kan worden uitgebreid met een bonus-malus regeling. Zo kunnen d.m.v. prestatieprikkels incentives worden gecreëerd voor leveranciers om circulaire producten te leveren.

Deze contractmodellen komen met risico's. Wat gebeurt er bijvoorbeeld bij faillissement? Zulke, en andere risico's, vallen in het contract te beheersen. De invulling van het contract vereist daarom (juridische) bedachtzaamheid.



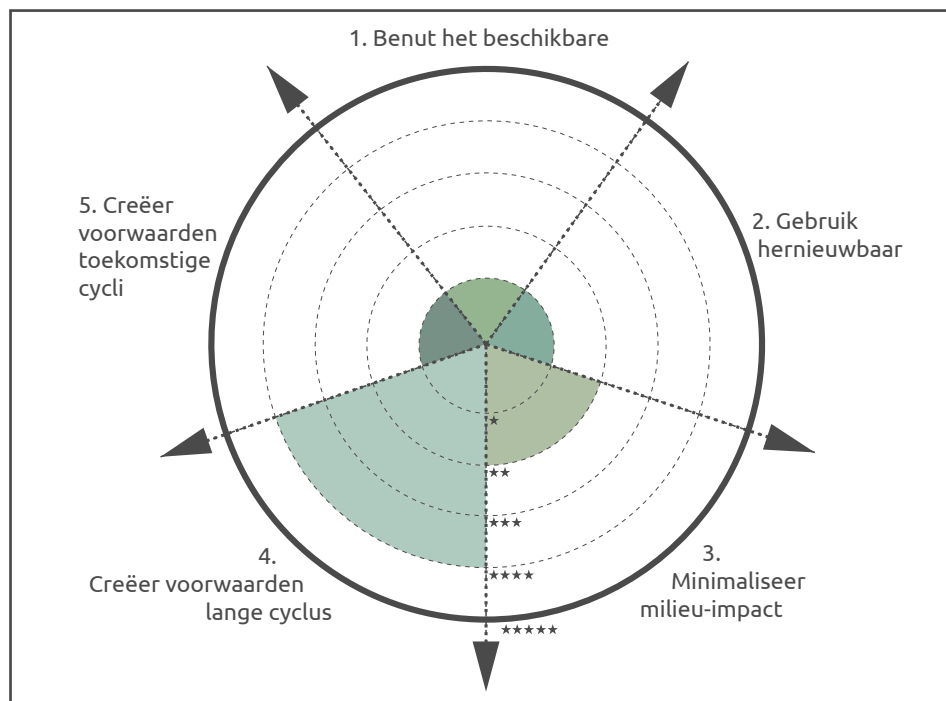
## Bronnen

[www.opnieuw.nl](http://www.opnieuw.nl)  
[www.desko.nl](http://www.desko.nl)  
[www.ahrend.com](http://www.ahrend.com)



Figuur 15. stoel van OPnieuw! uit oude NS materialen





# BADKAMER IN EEN DAG

Hemubo biedt in samenwerking met ERA Contour, Rutges Vernieuwt en Smits Vastgoed de badkamer-in-één-dag aan. Zoals de naam al zegt, is de badkamer in een dag te bouwen in renovatieprojecten, zonder daarvoor te hoeven hakken of slopen. Het is een modulaair, flexibel systeem, maximaal te prefabriceren en zonder te lijmen of kitten in te bouwen. Als eerste stap wordt de badkamer digitaal ingemeten. Daar maakt Hemubo een 3D-model van, dat als basis dient voor productie. De vloer is een stuk kunststof, voorzien van afschot op de plek van de douche. Op de opstaande rand van de vloer worden de wanden, gemaakt van sandwichpanelen vastgeklit. Het leidingwerk is achter

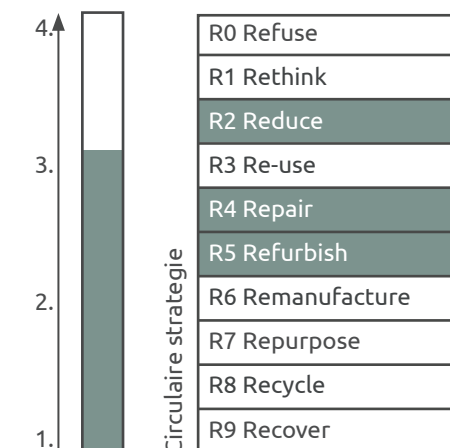
de wand weggewerkt met flexibele leidingen. Als laatste stap wordt het sanitair bevestigd. De badkamer is zo gerenoveerd in slechts één dag. Door de prefabricage worden ook materialen bespaard.

## Aandachtspunten en tips

Om het volledige circulaire potentieel van de badkamer te bereiken, is het wel nodig dat de onderdelen kunnen worden hergebruikt na het einde van de levensduur en niet worden weggegooid. De badkamer wordt nu op een specifieke situatie ingemeten. De afmeting van de vloer is bijvoorbeeld niet flexibel. Ook circulaire businessmodellen kunnen hieraan bijdragen.



Figuur 16. klikwanden en sanitair



**Bronnen**  
www.hemubo.nl



Figuur 17. model badkamer



Figuur 18. klikwanden en vloer



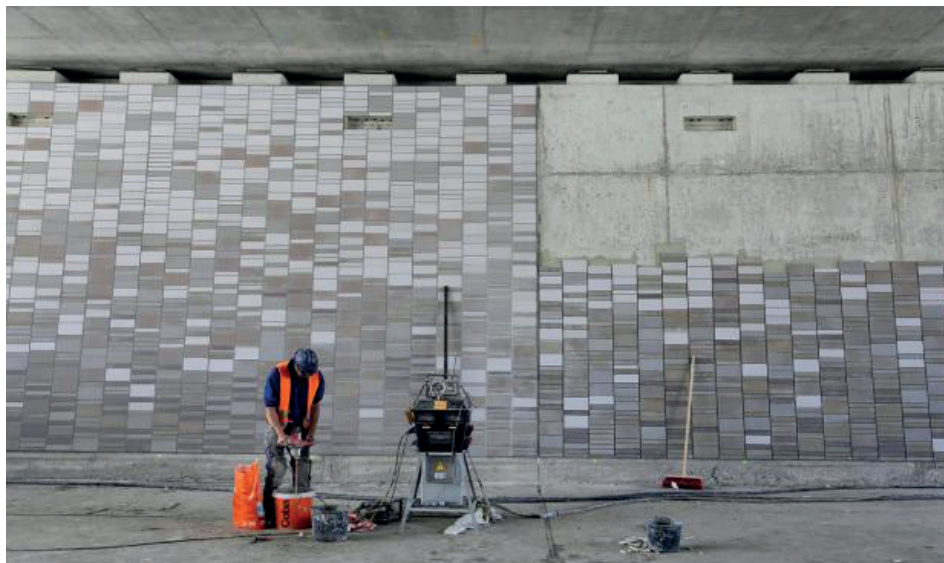
# CIRCULAIRE TEGELS

Mosa, de bekende tegelproducent, zet zich al jarenlang in voor duurzaamheid en circulariteit door het omarmen van de Cradle to Cradle-filosofie. Bijna de gehele tegelcollectie van Mosa is Cradle to Cradle Silver gecertificeerd. Mosa neemt bijvoorbeeld tegensnijresten terug ter recycling, zet in op materialen met een lage milieuimpact, heeft fabrieken die zover mogelijk op groene energie draaien (momenteel voorziet groene energie in een derde van de energiebehoefte) en zet in op verminderde en hergebruikte waterstromen (water voor de productiecyclus vormt momenteel al een gesloten kringloop). Ook

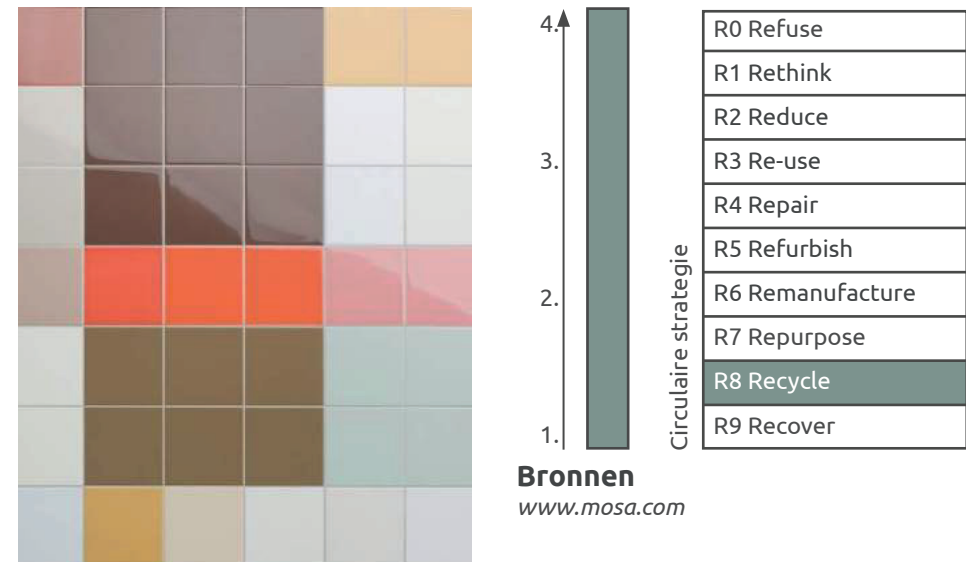
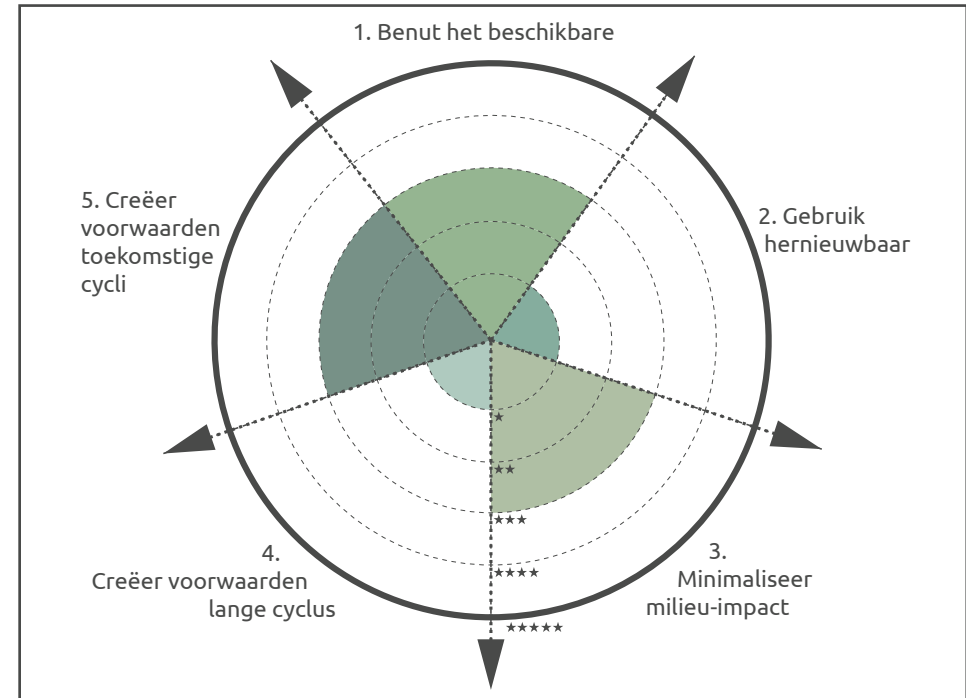
onderzoekt Mosa samen met lijmfabrikanten mogelijkheden voor nieuwe bevestigingsmethoden van tegels om de demontabiliteit te bevorderen. Hierdoor zijn de tegels in de toekomst makkelijker en schoner te demonteren, zodat grotere hoeveelheden te recycleren en hergebruiken valt.

## Aandachtspunten en tips

Mosa is transparant en biedt de klant de mogelijkheid om de milieuwinst van producten op te zoeken in openbare EPD's en keurmerken. Door hiernaar te kijken, kun je als klant een onderbouwde keuze maken voor duurzame tegels.

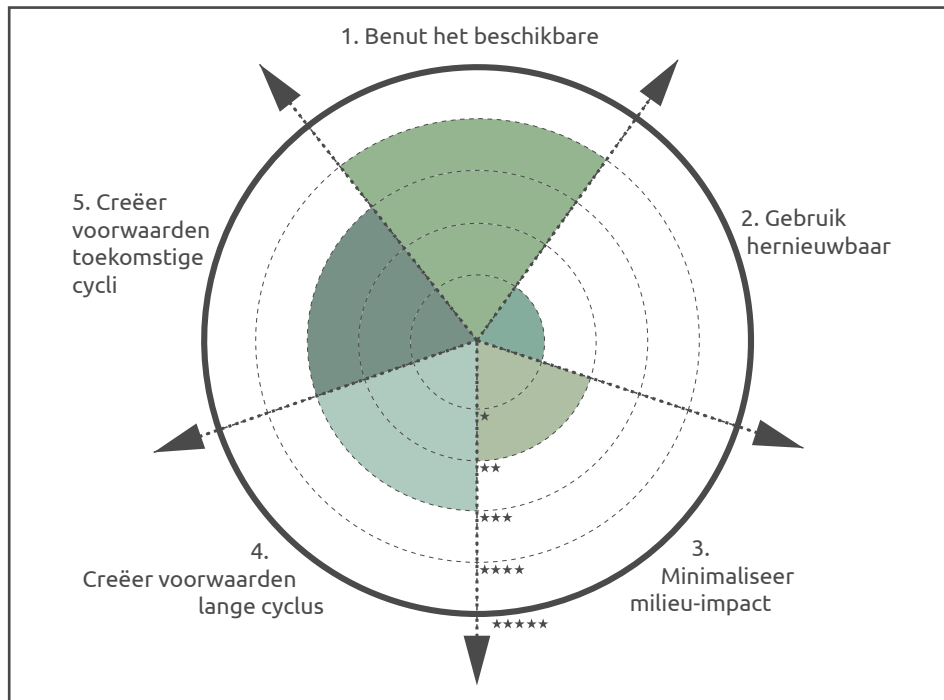


Figuur 19. Mosa tegels in tunnel



Figuur 20. Mosa tegels

**Bronnen**  
www.mosa.com



## DEMONTABELE BINNENWAND

Kantooromgevingen moeten adaptief zijn, omdat de behoeftes van de gebruikers regelmatig veranderen. Kantoren die niet goed aanpasbaar zijn door vaste wanden moeten dus vaak worden gestript en gesloopt om een nieuwe huurder te kunnen accommoderen. Dit levert een afvalstroom op van niet goed te hergebruiken wanden.

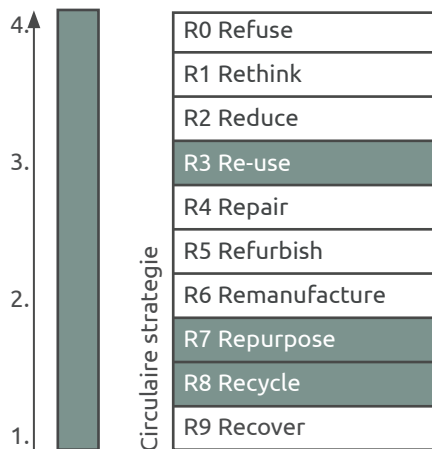
Om kantoren meer adaptief te maken en zo de afvalstroom te verminderen bieden verschillende bedrijven circulaire, losmaakbare en verplaatsbare binnenwanden aan. Quickpanell, Ekotex, Ecor en EverUse bieden een circulair paper-based wandsysteem aan.

Sepa biedt verplaatsbare binnenwanden en systeemplafonds aan.

Knauf heeft in samenwerking met New Horizon een Hybride Circulair Wandsysteem in het assortiment opgenomen, opgebouwd uit elementen die uit oude gebouwen worden gezaagd en modulair worden toegepast in nieuwe gebouwen.

Flexiwall biedt verplaatsbare wanden uit gerecycled materiaal aan.

Ook verplaatsbare glazen systeemwanden (voor bijvoorbeeld transparante vergaderruimtes) zijn mogelijk met o.a. Intermontage.



### Bronnen

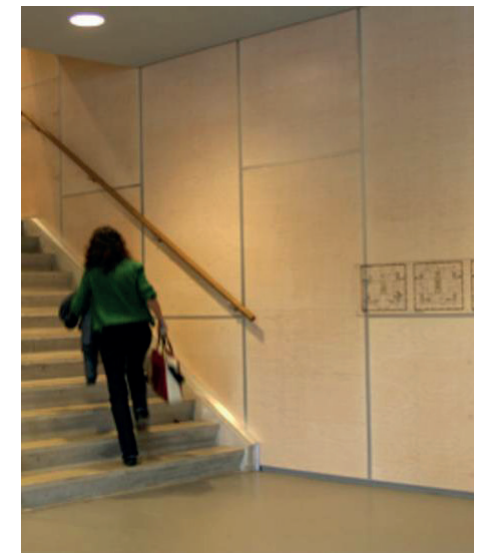
[www.sepawand.nl](http://www.sepawand.nl)  
[www.quickpanell.com](http://www.quickpanell.com)  
[www.knauf.nl](http://www.knauf.nl)  
[www.intermontage.nl](http://www.intermontage.nl)  
[www.flexiwall.nl](http://www.flexiwall.nl)



Figuur 21. binnenwand Quickpanell



Figuur 22. Knauf Hybride Circulair Wandsysteem



Figuur 23. Sepa binnenwanden

# LICHT ALS DIENST

Philips introduceert 'Circular Lighting', licht als een dienst. De gebruiker koopt geen lampen meer, maar neemt de dienst van verlichting af. Philips blijft eigenaar van de lamp en biedt de klant een contract aan waarin onderhoud, herstellingen, technologische upgrades en een prestatiegarantie zijn geregeld. De klant betaalt met een vast bedrag per maand voor het licht, in plaats van een hoge initiële investering. Gedurende levensduur wordt de klant volledig ontzorgd. Na afloop van het contract worden de producten gerenoveerd voor hergebruik door onderdelen te vervangen of repareren. Producten die niet kunnen worden gerepareerd, kunnen componenten opleveren voor nieuwe of hergebruikte producten. Alle overige productonderdelen worden gerecycled om waardevolle materialen te recupereren voor hergebruik. De lampen zijn dus toekomstigbestendig en demontabel.

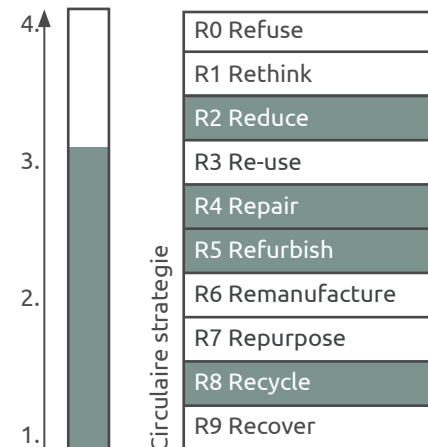
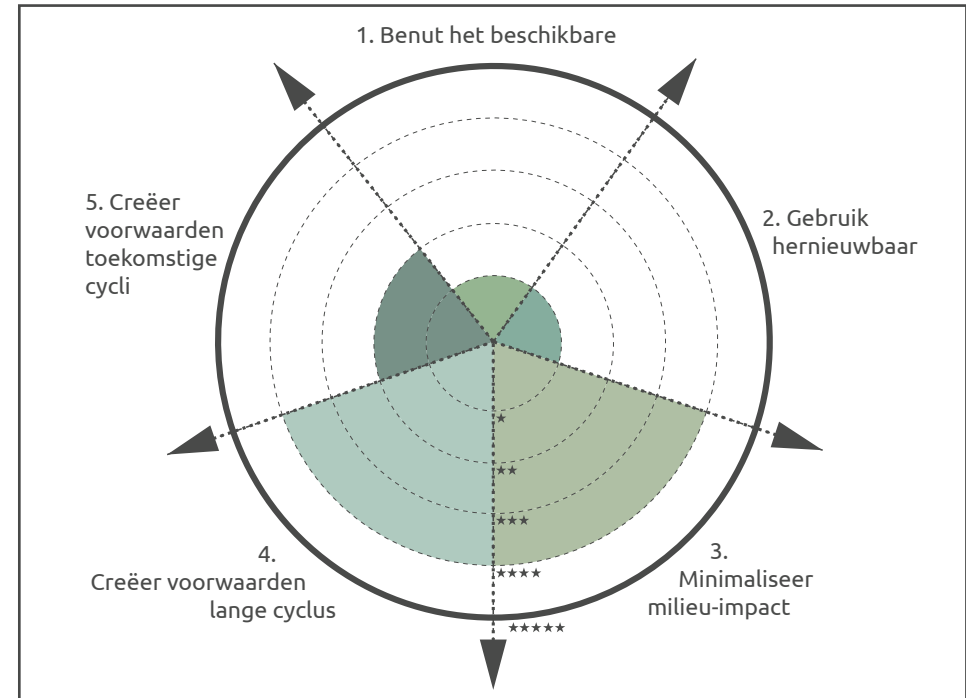
Circular Lighting is een voorbeeld van een circulair businessmodel, waarin financiële prikkels zijn gecreëerd om circulair te ontwerpen en reststromen circulair te verwerken. Doordat Philips eigenaar blijft, is er een incentive om producten te maken met hogere restwaarde: dit is gunstig voor Philips' eigen portemonnee. Demontabiliteit van de producten

zodat reststromen efficiënt kunnen worden verwerkt en waardevolle materialen kunnen worden teruggewonnen is een logisch gevolg. Ook is er een prikkel om producten te maken van hoge kwaliteit en met een lange levensduur. Hoe langer de producten meegaan, hoe minder kosten Philips heeft.

Naast het welbekende Philips, biedt ook LedLease en Trilux licht als dienst aan.

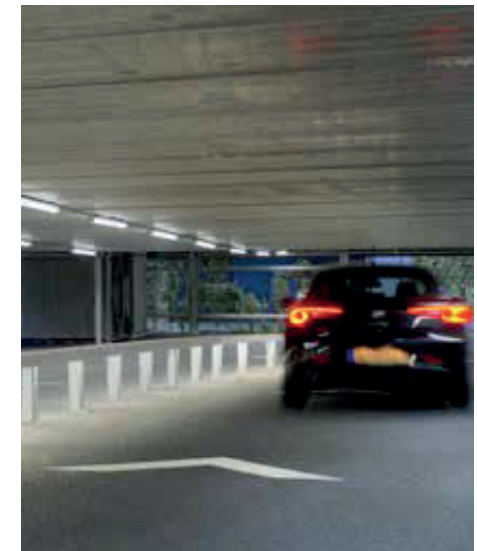
## Aandachtspunten en tips

Om een dergelijk circulair businessmodel te laten werken is - net als in het geval van de overige dienstmodellen beschreven in dit boekje - het prestatiecontract en bijbehorende prestatiegaranties essentieel om circulariteit te waarborgen. In een prestatiecontract wordt vastgelegd dat het product van de leverancier aan bepaalde prestaties moet (blijven) voldoen: in het geval van licht als een dienst bijvoorbeeld mate van energiebesparing, kwaliteit, comfort of doelstellingen omtrent circulariteit. Zulke contractmodellen komen met risico's. Wat gebeurt er bijvoorbeeld bij faillissement? Zulke, en andere risico's, vallen in het contract te beheersen. De invulling van het contract vereist daarom (juridische) bedachtzaamheid.



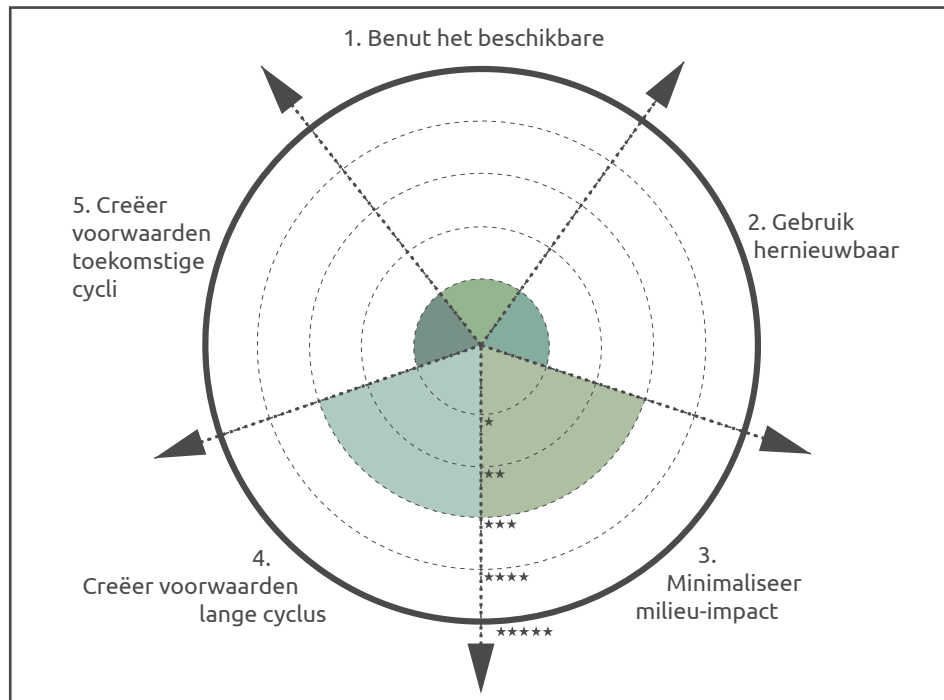
## Bronnen

[www.lighting.philips.nl](http://www.lighting.philips.nl)  
[www.trilux.com](http://www.trilux.com)

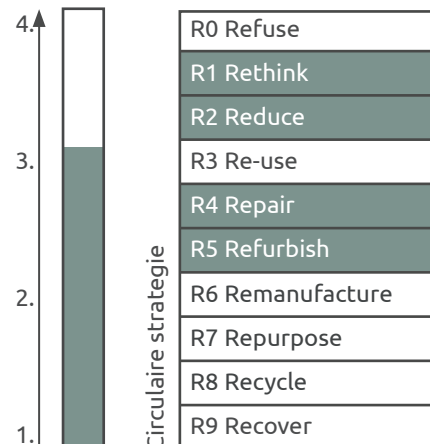


Figuur 24. licht als dienst op de high tech campus Eindhoven





Figuur 25. Atech energy



**Bronnen**  
[www.factoryzero.nl](http://www.factoryzero.nl)  
[www.atechenery.nl](http://www.atechenery.nl)  
[www.nathan.nl](http://www.nathan.nl)

# GEÏNTEGREERDE INSTALLATIE

Los elk installatieonderdeel plaatsen bij een renovatie is niet bepaald handig en tijdrovend. Een aantal installatieleveranciers komen met een oplossing voor dit probleem: een geïntegreerde energiemodule. De modules bevatten alle relevante installatieonderdelen in één geprefabriceerd pakket, zoals ventilatie met WTW, warmtepomp, boiler, vat, omvormer en monitoringssysteem. De module is snel en makkelijk te plaatsen en aan te sluiten, en reduceert zo de tijd die het kost om installaties aan te leggen bij een renovatie. De systemen zijn vaak flexibel opgebouwd waardoor onderdelen makkelijk kunnen worden vervangen en onderhouden. De

modules zijn zo geoptimaliseerd dat ze zo min mogelijk ruimte innemen en nog steeds ruimte overlaten voor regulier onderhoud en uitbreidingen. Door alles in een module te plaatsen worden ook materialen bespaard.

## Aandachtspunten en tips

Aandachtspunt is wel dat voor de plaatsing van een module vaak ruimte aan de gevel nodig is. In het geval dat dat niet mogelijk is, moet de module via een opengebomen dak worden geplaatst.

Om circulaire incentives te creëren is het een aanrader om de installatie vervolgens met een circulair businessmodel als dienst te leveren.



Figuur 26. Factory Zero iCEM



Figuur 27. Nathan Energiemodule



# KLIMAATINSTALLATIE ALS DIENST

Ook volledige klimaatinstallaties kunnen dienst worden aangeboden onder de noemer Energy Service Company, afgekort ESCo. Een ESCo is een bedrijf dat door toepassing van verschillende besparings- en/of installatiemaatregelen een bepaalde energiebesparing voor een gebouweigenaar garandeert. De ESCo levert de installatie op en houdt het gedurende een bepaalde periode in eigendom. De gebouweigenaar heeft hierdoor geen investeringskosten, maar wel direct een kasstroom die vrijkomt dankzij de energiebesparing. Met een deel van dit bedrag betaalt de klant de investering (bijvoorbeeld maandelijks) af, en een deel is het honorarium van de ESCo. Het prestatiecontract speelt een sleutelrol: worden de vastgelegde besparingsdoelen niet gehaald, dan is het risico voor de ESCo. Wordt er meer energie bespaard, dan kan de winst worden verdeeld tussen opdrachtgever en ESCo. Meer energiebesparing betekent dus meer financieel voordeel voor de ESCo, waardoor de ESCo erbij is gebaat om gedurende levensduur de energieprestatie steeds verder aan te scherpen. Een ESCo-constructie kan verschillende gedaanten aannemen. Allerlei soorten maatregelen kunnen worden meegenomen in het contract: van een simpele installatie (alleen lampen, licht als dienst), tot

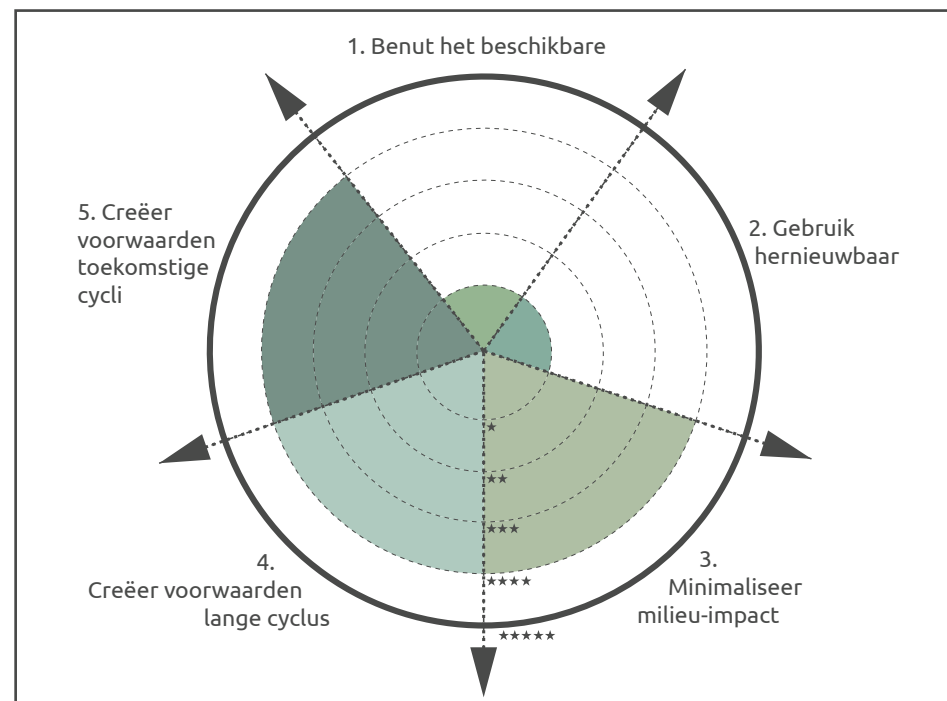
de volledige installatie en andere maatregelen, zoals in de schil of het interieur van een gebouw. Bij deze laatste variant kan men in het prestatiecontract afspraken maken over andere KPI's, zoals circulariteit, terugnamegaranties, comfort, etc. Zo kan een ESCo ook bijdragen aan circulariteit, en niet alleen aan energiebesparing.

## Aandachtspunten en tips

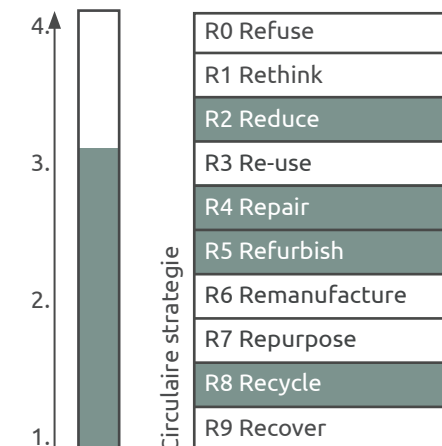
RVO geeft in de whitepaper 'ESCo voor wederzijds voordeel en energiebesparing' meteen een aantal experttips mee.

- Commitment in de organisatie is nodig.
- Kweek vertrouwen: een hoop juridische bepalingen in een ESCo contract is niet genoeg om een goede relatie op te bouwen.
- Heb doorzettingsvermogen: een ESCo aangaan vraagt om inzet.
- Zorg voor advies: ESCo-constructies kunnen complex zijn.
- Zorg voor het juiste kennisniveau: zorg ervoor dat u op niveau mee kunt praten met uw ESCo-partner.
- Begin nu al met het verzamelen van energiedata.

Daarnaast geldt ook hier - net als in het geval van de overige dienstmodellen beschreven in dit boekje - dat het prestatiecontract en bijbehorende prestatiegaranties essentieel zijn voor het waarborgen van circulariteit. De invulling van het contract vereist (juridische) bedachtzaamheid.

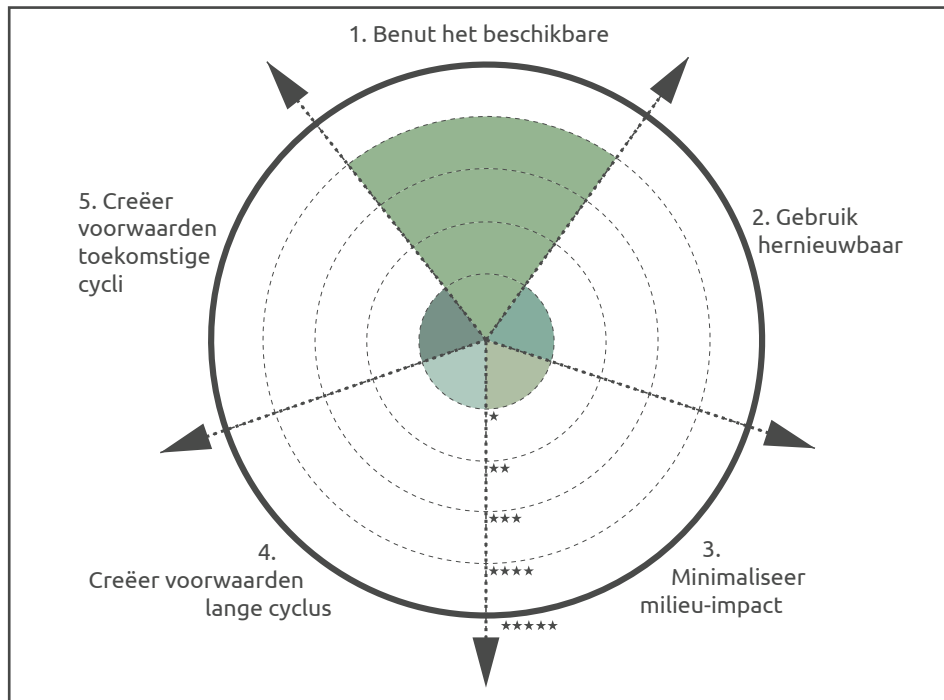


Figuur 28. renovatie Alliander met ESCo



## Bronnen

"ESCo voor wederzijds voordeel en gratis energiebesparing"; Agentschap NL; Utrecht, januari 2013.



# PRODUCT VOOR WATERRECYCLING

Ook de waterkringloop kan circulair worden ingericht. We gebruiken grote hoeveelheden schoon drinkwater voor functies waar dat niet nodig voor is, zoals het spoelen van het toilet.

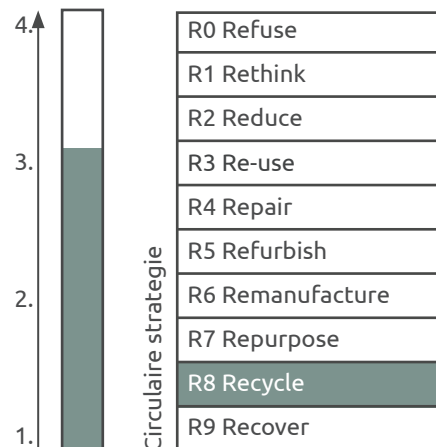
Gelukkig kan het grijswater binnen een huishouden worden gerecycled met producten zoals de Hydraloop, Aqualoop en Cleanawater.

De Hydraloop vangt 95% van het douche- en badwater en optioneel 50% van het wasmachinewater op, reinigt het en gebruikt het

water daarna voor toiletspoeling, de wasmachine en de tuin. Hydraloop geeft aan dat hiermee een watervraagreductie van 45% kan worden bereikt. De Aqualoop en Cleanawater zijn soortgelijke systemen.

## Aandachtspunten en tips

Het nadeel van zulke systemen is de ruimte die het kost om aan te leggen, en de extra infrastructuur die in een woning moet worden aangelegd om verschillende kringlopen te scheiden.



## Bronnen

[www.cleanawater.com.au](http://www.cleanawater.com.au)  
[www.hydraloop.com](http://www.hydraloop.com)  
[www.intewa.de](http://www.intewa.de)



Figuur 29. Hydraloop



Figuur 30. Hydraloop



Figuur 31. Aqualoop



Figuur 32. Cleanawater

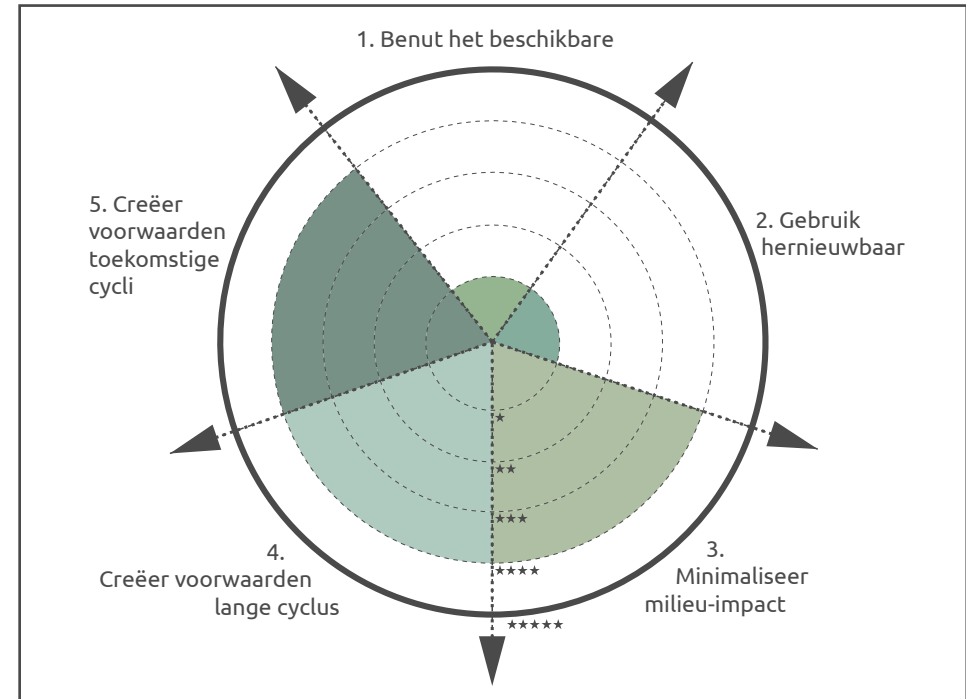
# LIFT ALS DIENST

Mitsubishi komt met de M-Use®, de lift als dienst. Met de M-Use® reken je af op het gebruik van de lift. Als gebruiker bepaal je zelf de investeringshoogte van de lift en worden die kosten uitgesmeerd over je contractduur, waardoor je geen hoge initiële investering hebt. Mitsubishi biedt een contract aan waarin o.a. onderhoud is geregeld en waarin een prestatiegarantie is vastgelegd voor de levensduur van de lift. Je kunt verschillende gebruikscycli vastleggen: of dat nou twintig, dertig of veertig jaar is, na afloop neemt Mitsubishi de lift terug en zorgen ze ervoor dat alle onderdelen zoveel mogelijk worden hergebruikt en

gerecycled in nieuwe liften. De liften zijn van hoge kwaliteit: in plaats van de gebruikelijke levensduur van twintig jaar, blijft Mitsubishi liftprestaties garanderen voor veertig jaar. Toch iets aan de hand met de lift en worden de prestatieafspraken niet gehaald? Dan krijg je je geld terug.

## Aandachtspunten en tips

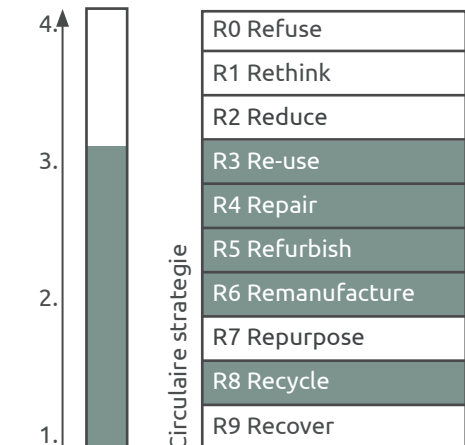
Ook bij deze dienst geldt - net als in het geval van de overige dienstmodellen beschreven in dit boekje - dat het prestatiecontract en bijbehorende prestatiegaranties essentieel zijn voor het waarborgen van circulariteit. De invulling van het contract vereist (juridische) bedachtzaamheid.



Figuur 33. Achmea M-use lift



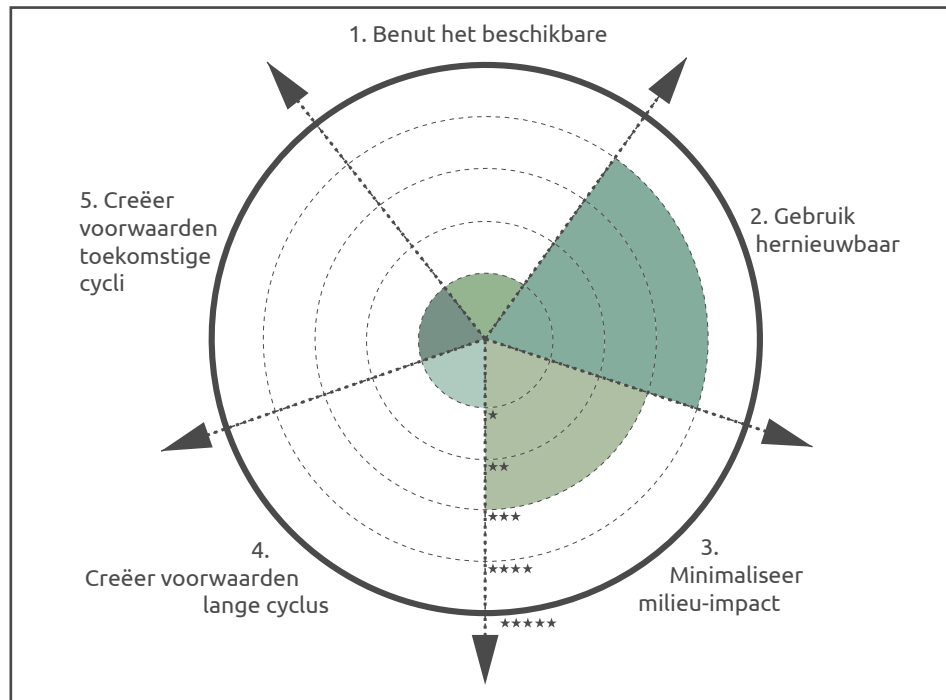
Figuur 34. ABN Amro & Mitsubishi, M-use in Circl



## Bronnen

[www.mitsubishi-liften.nl](http://www.mitsubishi-liften.nl)





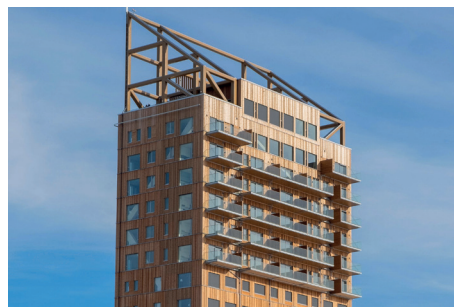
# KRUISLAAGHOUT

Kruislaaghout (oftewel Cross Laminated Timber, CLT) is een houtbouwproduct. Het zijn sterke, massief houten constructieplaten die zijn opgebouwd uit drie of meer lagen kruislings verlijmde lamellen. Doordat de kruislinks gelegde houten elementen onder hoge druk worden samengeperst ontstaat een bijzonder sterk product. Het natuurlijke uitzetten, krimpen en vervormen van hout wordt tot een minimum beperkt. Kruislaaghout kan daarom als constructie dienen voor hoogbouw. In Nederland is dit nog betrekkelijk nieuw, maar in Scandinavisch landen experimenteren ze hier volop mee.

## Aandachtspunten en tips

Nadeel van kruislaaghout is de grote hoeveelheid lijm die vaak nodig is voor de constructie en de milieupact verhoogt. Wel maken sommige leveranciers CLT zonder lijm, zoals producten van Thoma Holz.

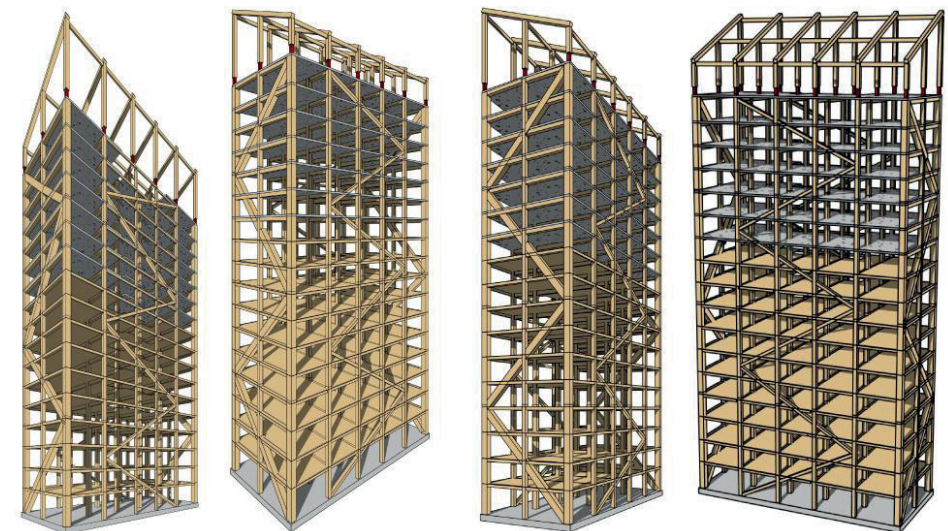
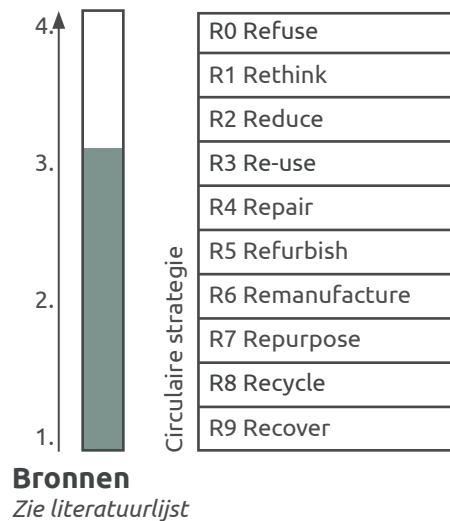
CLT kent ook constructieve uitdagingen: in het geval van de Mjösä toren moesten bijvoorbeeld de bovenste verdiepingen met zware betonnen vloeren worden gemaakt, omdat de lichte constructie anders teveel mee zou bewegen met de wind.



Figuur 35. Mjösä toren (Voll Arkitekter)



Figuur 36. CLT detail



Figuur 37. CLT constructie Mjösä toren (Voll Arkitekter)

# TWEEDE LEVEN CEMENT

Beton is het meest toegepaste materiaal in de bouw. Wanneer het einde van de levensduur van beton is bereikt, wordt het product vaak vergruisd tot granulaat. Dit granulaat vind daarna een toepassing als toeslagmateriaal in nieuw beton (betongranulaat) of als grondstof voor wegen. In Nederland wordt er 3,5 megaton CO<sub>2</sub> per jaar uitgestoten door betonproductie. 80% van die CO<sub>2</sub> uitstoot komt door de productie van cement, een grondstof die tot nu toe niet vervangbaar is gebleken.

Vanuit de Rutte Groep en New Horizon Urban Mining is hier mogelijk een antwoord op gekomen in de vorm van de Smart Liberator, een machine die beton scheidt in zijn drie

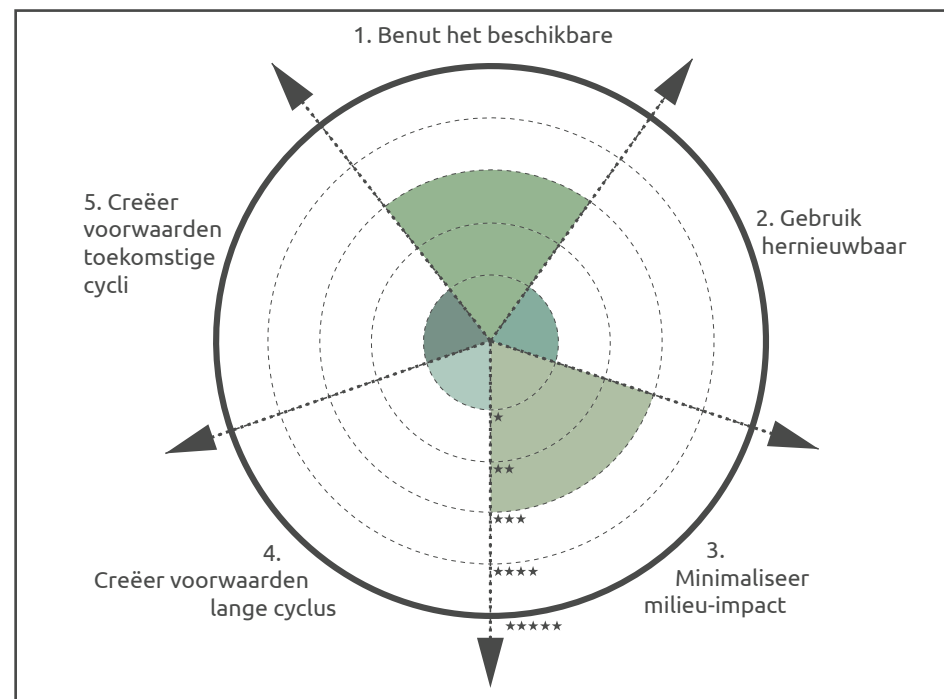
oorspronkelijke grondstoffen: grind, zand en cement. Zo'n 50% van het cement in beton is namelijk nog geen reactie aangegaan met de overige grondstoffen, en is dus eigenlijk vrij te gebruiken. Anders dan betonbrekers die we nu kennen, draait en wrijft de Smart Liberator cementsteen van betonpuin af en bevrijdt het hiermee als het ware het ongereageerde cement.

## Aandachtspunten en tips

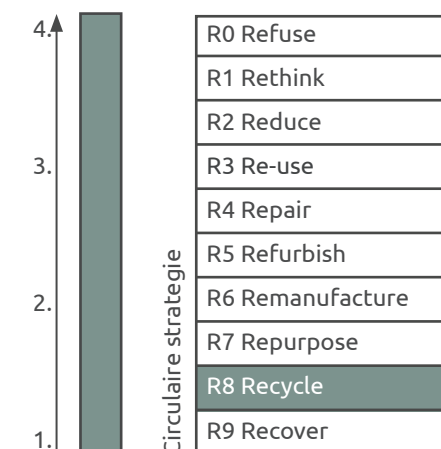
Als bouwer kun je dit tweede leven cement toepassen als vervanging van *virgin* cement. Om het beton zo duurzaam mogelijk te bouwen, kunt u vervolgens ook nog kiezen voor betongranulaat als vervanging van *virgin* toeslagmateriaal.



Figuur 38. Smart liberator



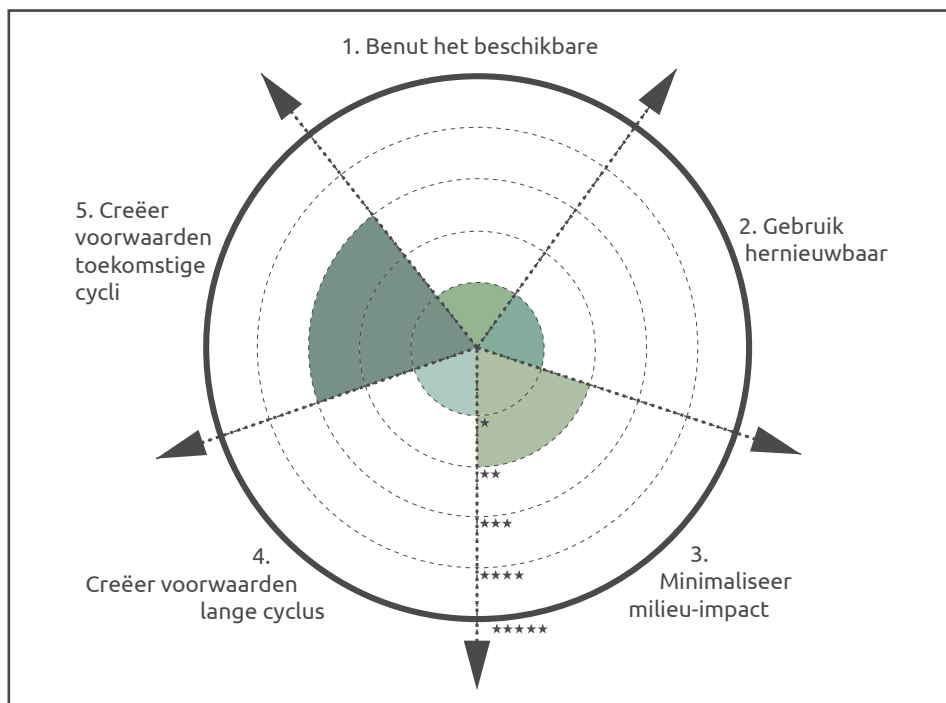
Figuur 39. Freement



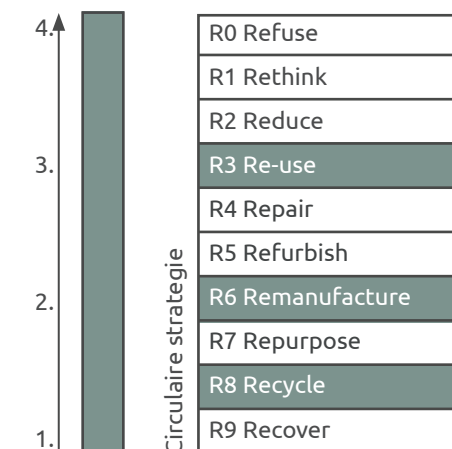
## Bronnen

[www.freement.nl](http://www.freement.nl)  
[www.newhorizon.nl](http://www.newhorizon.nl)





Figuur 40. conXL & conXR



**Bronnen**  
[www.conxtech.com](http://www.conxtech.com)  
[www.skellet.com](http://www.skellet.com)

# MODULAIRE STAALSKELETTEN

Staalbouw is door de lange levensduur en veelal standaard afmetingen bij uitstek geschikt voor hergebruik. Staalskeletbouwsystemen zoals SkeLLet en het ConX systeem spelen hierop in. SkeLLet is een bouwsysteem bestaande uit stalen profielen en een breed scala aan verbindingstukken. In de profielen zijn op vaste afstanden gaatjes geponst waar de verbindingstukken in passen. Met



Figuur 41. SkeLLet

SkeLLet kunnen allerlei gebouwen worden gebouwd. Het ConX systeem bestaat ook uit gestandaardiseerde balken en verbindingstukken.

## Aandachtspunten en tips

De informatie over assemblage moet worden vastgelegd (materiaalpaspoort), zodat de onderdelen uit elkaar kunnen worden gehaald.



Figuur 43. SkeLLet



Figuur 42. SkeLLet



Figuur 44. conXL & conXR

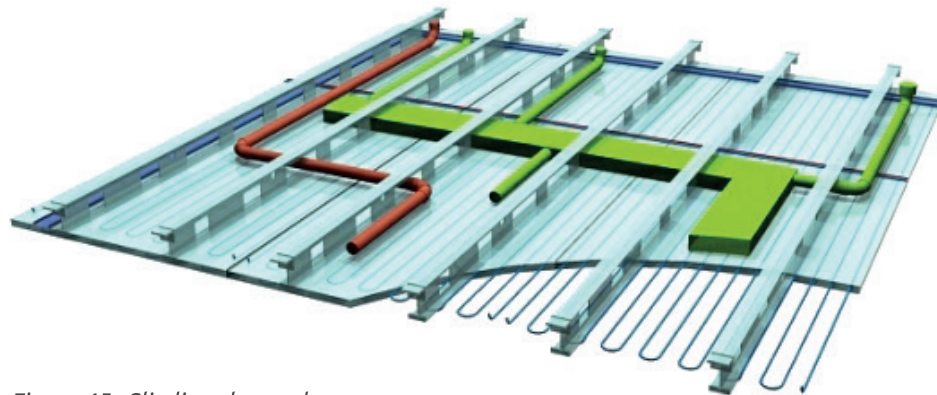
# FLEXIBELE VLOERSYSTEMEN

Vloeren in een bouwwerk bepalen voor een groot gedeelte de flexibiliteit tijdens de gebruiksfase van een gebouw, met name bij vloeren waar installaties in de vloer zijn verwerkt. Bij flexibele vloeren zoals de ides vloer en de Slimline vloer zijn de installaties losmaakbaar verwerkt in de vloer, zodat ze makkelijk te bereiken zijn voor onderhoud en

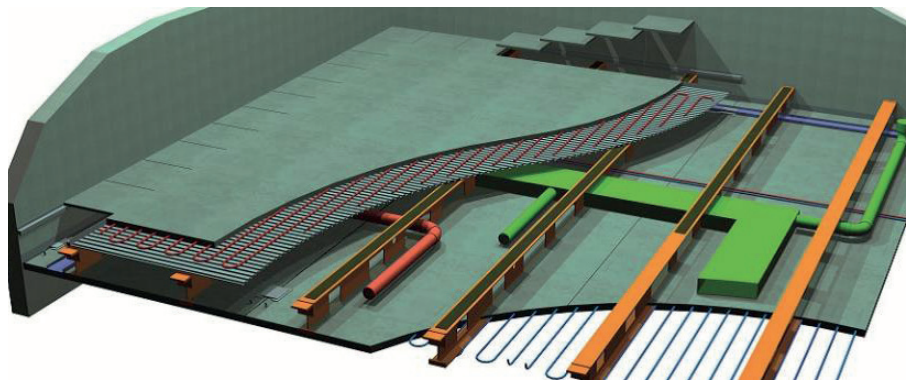
aanpassingen. Vooral voor kantoren is dit handig: de installaties kunnen worden verlegd als de indeling van het kantoor moet worden aangepast.

## Aandachtspunten en tips

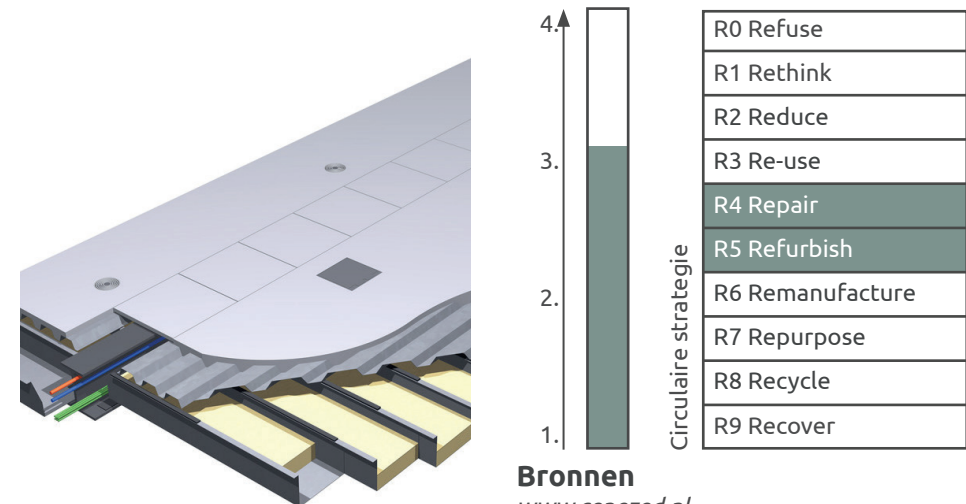
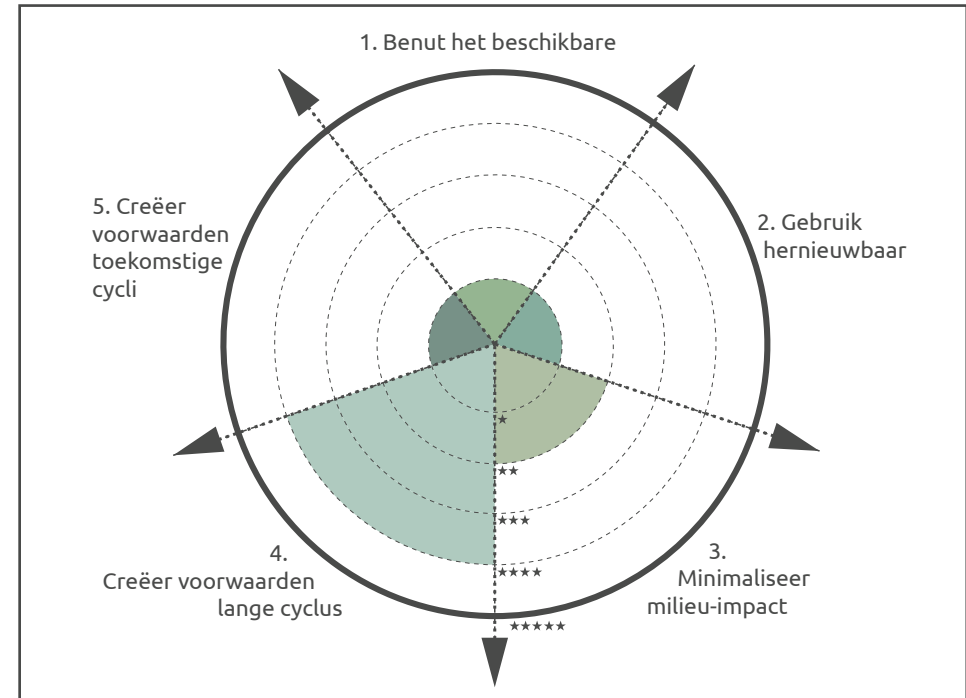
De gebruiker moet de informatie over waar de leidingen liggen wel ter beschikking hebben om de installaties makkelijk te kunnen verleggen (materiaalpaspoort).



Figuur 45. Slimline vloer opbouw



Figuur 46. Slimline vloer opbouw



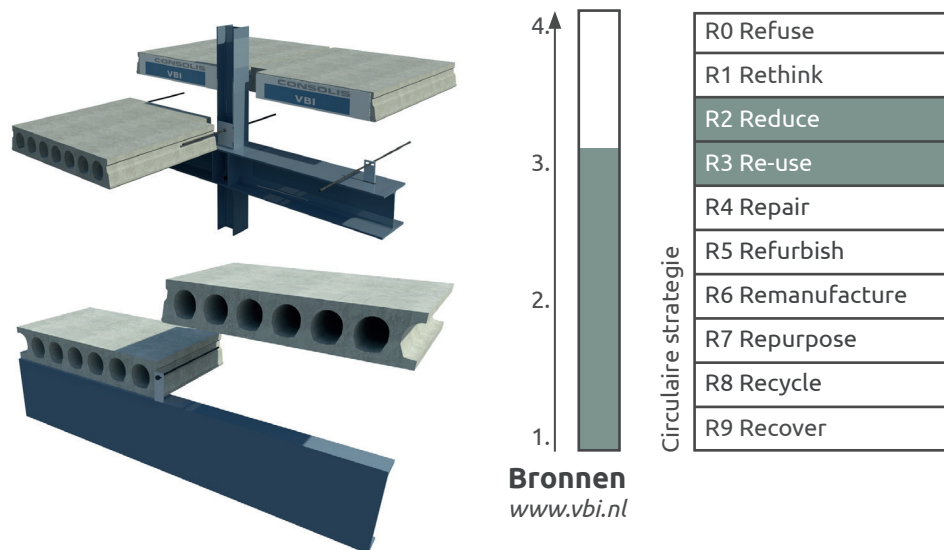
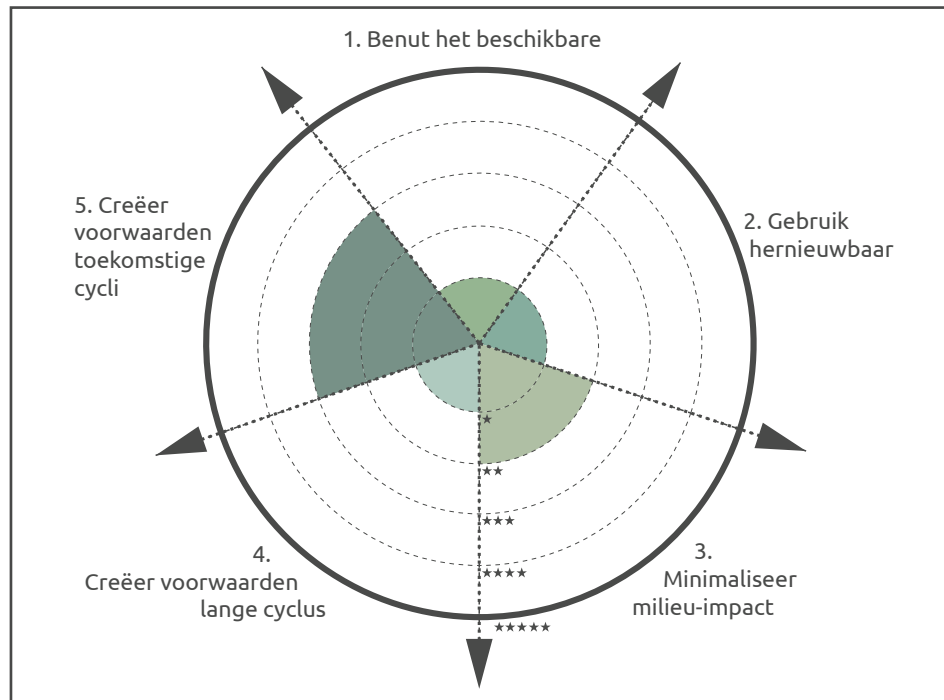
## Bronnen

[www.cepezed.nl](http://www.cepezed.nl)

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

Figuur 47. ides vloer





Figuur 48. Opbouw kanaalplaatvloer

## CIRCULAIRE KANAALPLAATVLOER

VBI heeft een remontabele en circulaire kanaalplaatvloer op de markt gebracht. De kanaalplaatvloer is gemaakt uit secundaire bindmiddelen, heeft beperkt materiaalgebruik en valt te de- en remonteren. De nadruk ligt op remontage: in het verleden zijn experimenten uitgevoerd met demontabele kanaalplaten, maar vaak valt hergebruik tegen, door

bijvoorbeeld weinig tolerantie in de gebruikte verbindingen. De remontabele kanaalplaatvloer is te bouwen zonder druklaag of sleufsparingen en door de staalconstructie waar de kanaalplaat op rust te gebruiken als trekband rondom de vloervelden. Hierdoor kunnen de kanaalplaten zonder schade makkelijk worden verwijderd.



Figuur 49. Montage kanaalplaatvloer



Figuur 50. Montage kanaalplaatvloer

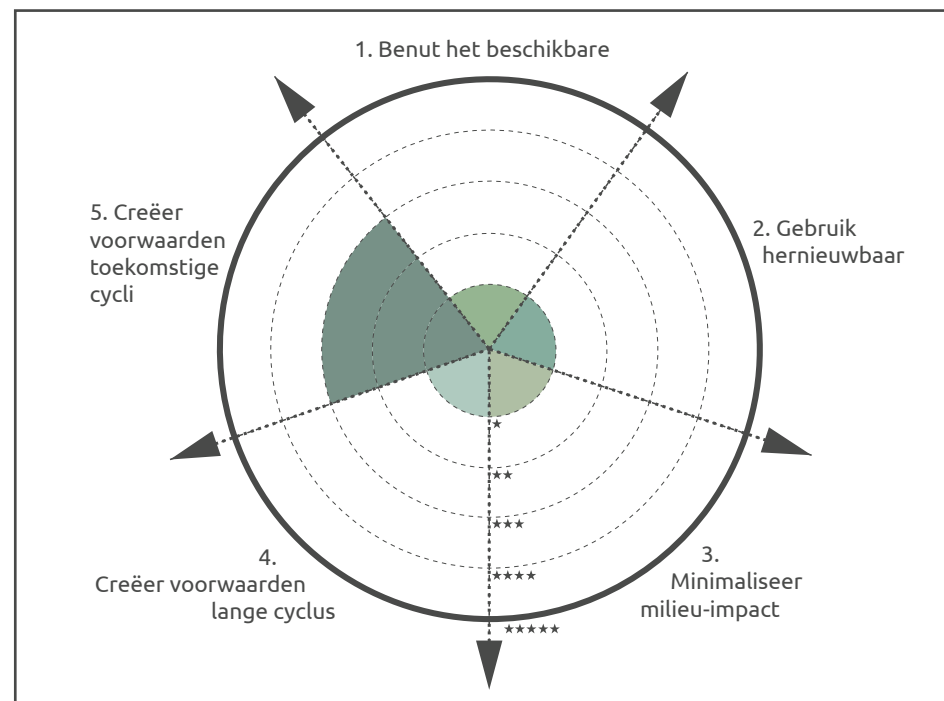
# DEMONTABELE GEVELSTEEN

Gevelstenen en bakstenen die met natte mortel aan elkaar zijn verbonden eindigen nu als bouwafval, waar ze in het beste geval als laagwaardig puin worden gedowncycled voor de wegenbouw. Daarnaast is traditioneel metselen arbeidsintensief en is er een tekort aan goede metselaars. Er zijn alternatieven: gevelstenen die droog aan elkaar worden verbonden of geklikt, zoals Clickbrick, FacadeClick en Fixbrick, en daarom in een nieuw leven zijn te hergebruiken. ClickBrick bakstenen zijn strengpersstenen die na productie op exacte maat worden gefreesd en via RVS clips worden verbonden. ClickBrick heeft een retourgarantie, en een Cradle to Cradle certificaat. Het verwerken

van ClickBricks vereist geen vaktechnische kennis. FacadeClick en Fixbrick zijn soortgelijke systemen.

## Aandachtspunten en tips

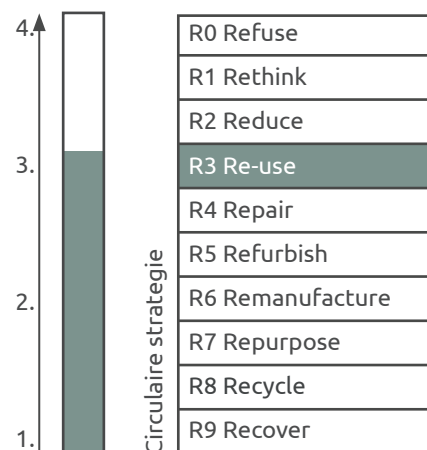
Nadeel van de kliksystemen is dat ze niet dragend zijn: een dragende binnenmuur is altijd nodig. Ook zijn de systemen niet water- en luchtdicht, ze zijn in feite versiering die aan de dragende muur moet worden verankerd. De kliksystemen leveren ook een ander, veel strakker gevelbeeld op, met kleinere voegen. Voordelen zijn dat de gevelonderhoudsarm is door het ontbreken van voegen, en uiteraard de potentie om de stenen te hergebruiken.



Figuur 51. het ClickBrick systeem

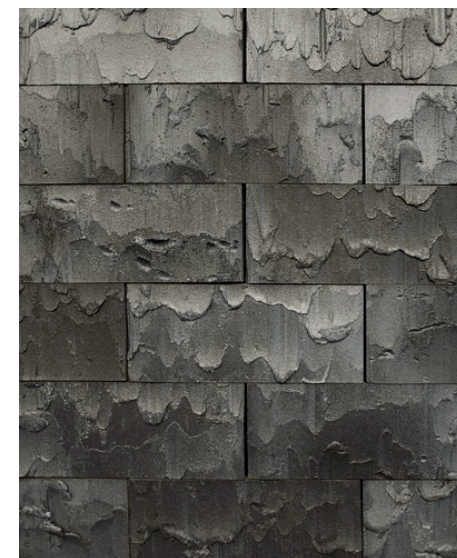


Figuur 52. het FacadeClick systeem



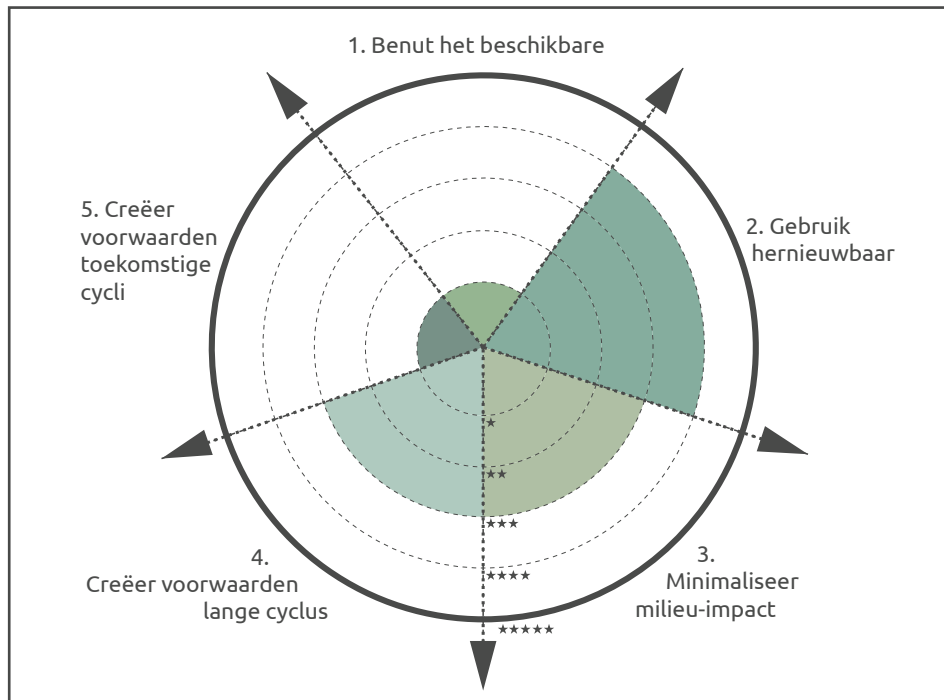
## Bronnen

[www.daasbaksteen.nl](http://www.daasbaksteen.nl)  
[www.facadeclick.be](http://www.facadeclick.be)



Figuur 53. uitstraling ClickBrick gevel





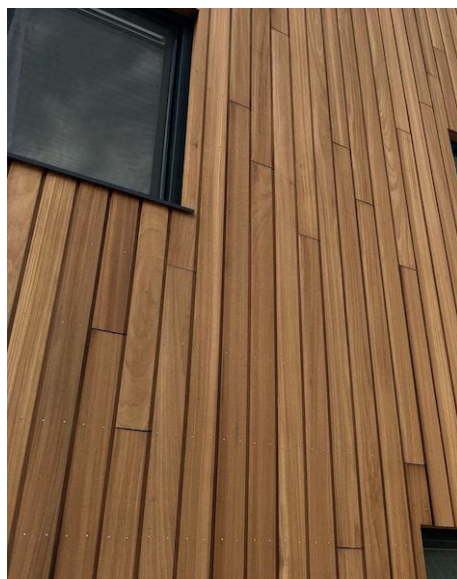
## VERDUURZAAMD ZACHTHOUT

Tropisch hardhout gebruiken voor de bouw komt met een vanzelfsprekende negatieve milieu-impact door o.a. ontbossing en transport. Gelukkig kunnen ook snelgroeiende bomen die zachthout leveren op milieuvriendelijke wijze worden verhard en verduurzaamd door verschillende processen, waaronder acetylatie en thermische modificatie. Hierdoor krijgen deze houtsoorten betere eigenschappen, zonder lak toe te hoeven voegen. Accoya en Thermowood zijn voorbeelden van bedrijven die hout d.m.v. respectievelijk acetylatie en thermische modificatie verduurzamen.

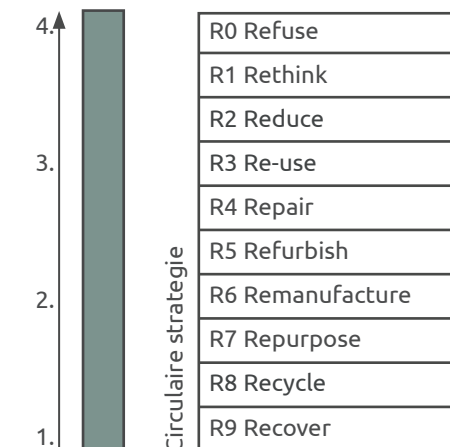
Accoya levert producten zoals gevelbekleding, kozijnen, terrassen en GWW-toepassingen. Thermowood is geschikt voor verschillende toepassingen, maar zien we vaak als gevelbekleding.

### Aandachtspunten en tips

Nadeel is dat de buigsterkte van hout kan verminderen door thermische modificatie. Ook moet op de toepassing worden gelet. De gebruiker mag het hout niet lakken of schilderen, omdat het hout alleen zonder additieven biologisch afbreekbaar is. Zonder additieven worden verwerkt als onbehandeld hout.

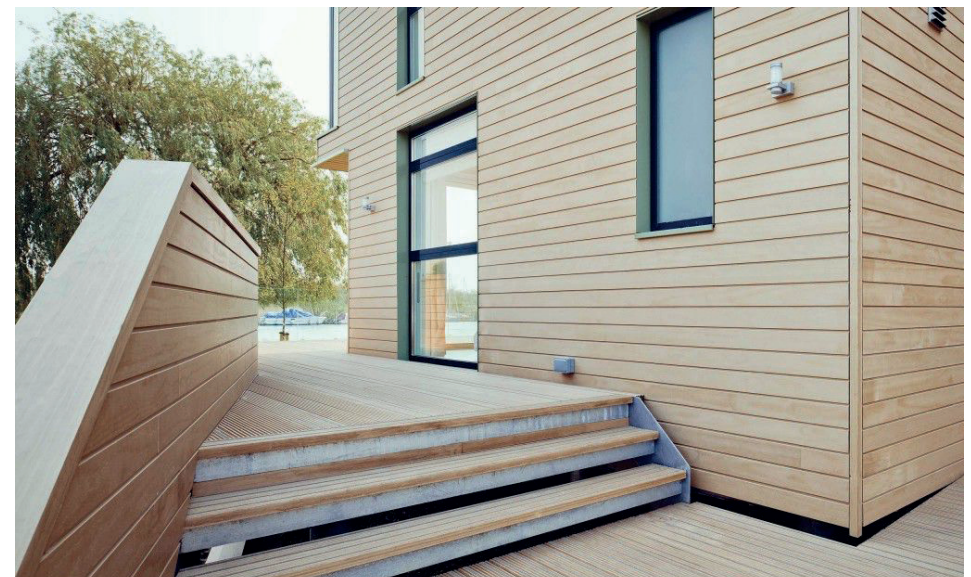


Figuur 54. Thermowood gevel



### Bronnen

[www.thermowood.fi](http://www.thermowood.fi)  
[www.accoya.com](http://www.accoya.com)



Figuur 55. Accoya houtafwerking

# CALOSTAT

Bij isolatiematerialen met een zeer hoge prestatie is recycling en afvalverwerking vaak een aandachtspunt. Hardschuim resol platen en PIR platen zijn bijvoorbeeld thermosets, waardoor het materiaal niet kan worden versmolten en nog een keer gebruikt. De enige optie is shredding, en het verwerken van de resten als laagwaardig granulaat of vulling.

Er zijn gelukkig recyclebare alternatieven, zoals Calostat. Een betrekkelijk nieuw, hoogwaardig isolatiemateriaal. Het is gemaakt

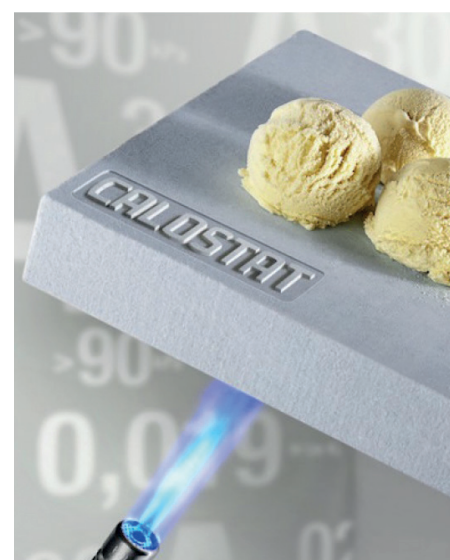
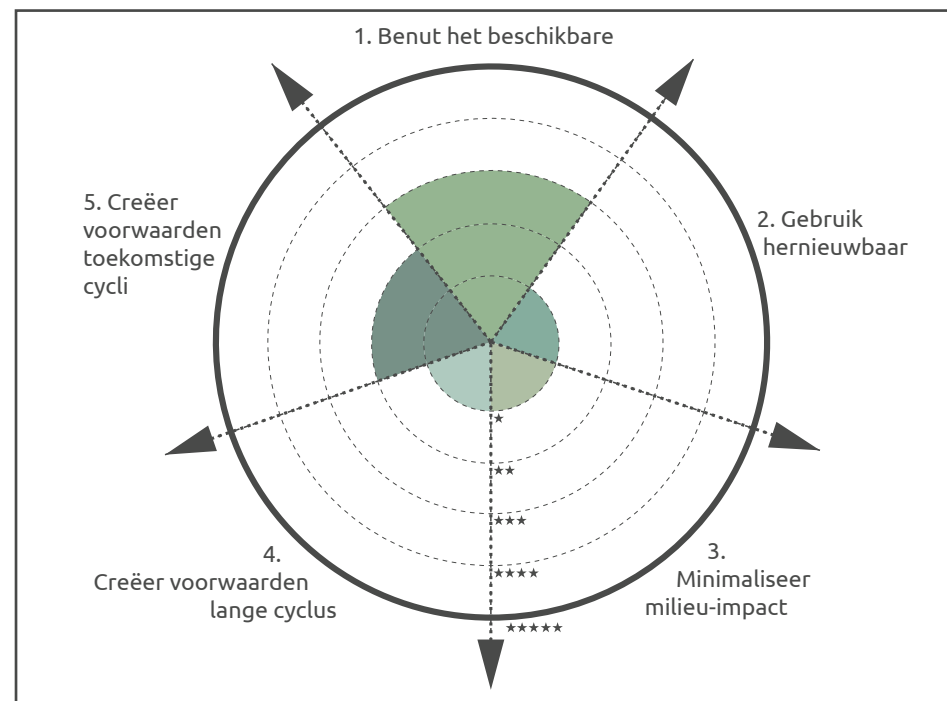
uit voornamelijk siliciumdioxide, oftewel silica. In de natuur komt siliciumdioxide veel voor: het is het hoofdbestanddeel van kwarts. Calostat is Cradle to Cradle Gold gecertificeerd. De lambda waarde is slechts 0,019 W/mK. Daarnaast is het onbrandbaar, waterdampdoorlatend, ongevoelig voor schimmels en volledig recyclebaar.

## Aandachtspunten en tips

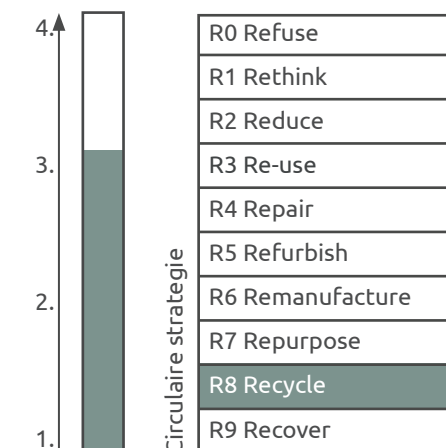
Nadeel is dat de milieupact groot is vergeleken met standaard isolatiematerialen zoals steenwol (volgens de EPD van beide materialen).



Figuur 56. toepassingsmogelijkheden Calostat



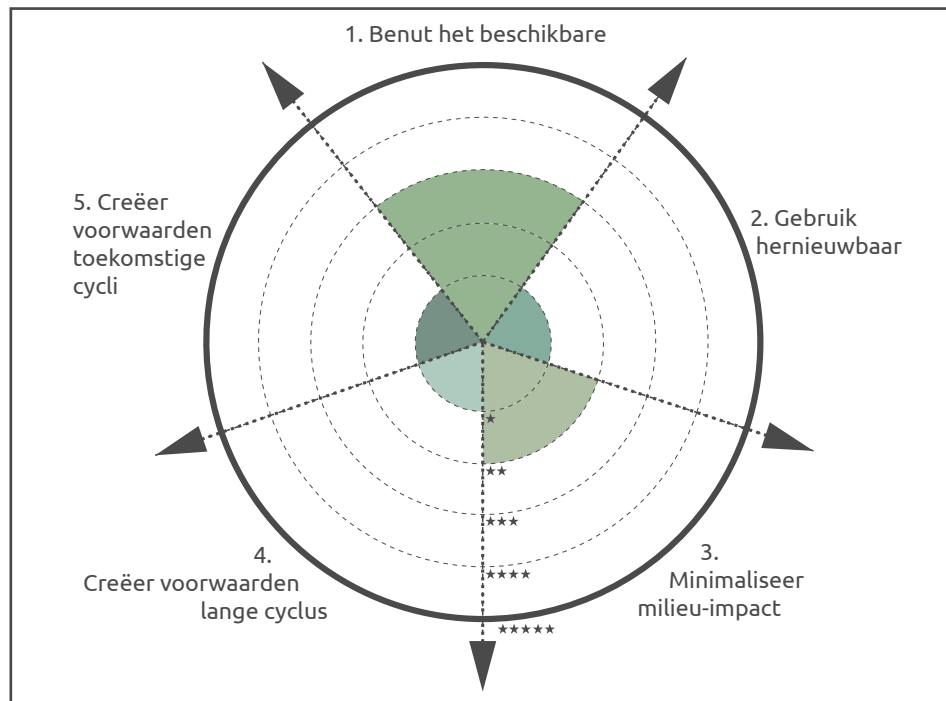
Figuur 57. onbrandbaarheid Calostat



## Bronnen

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





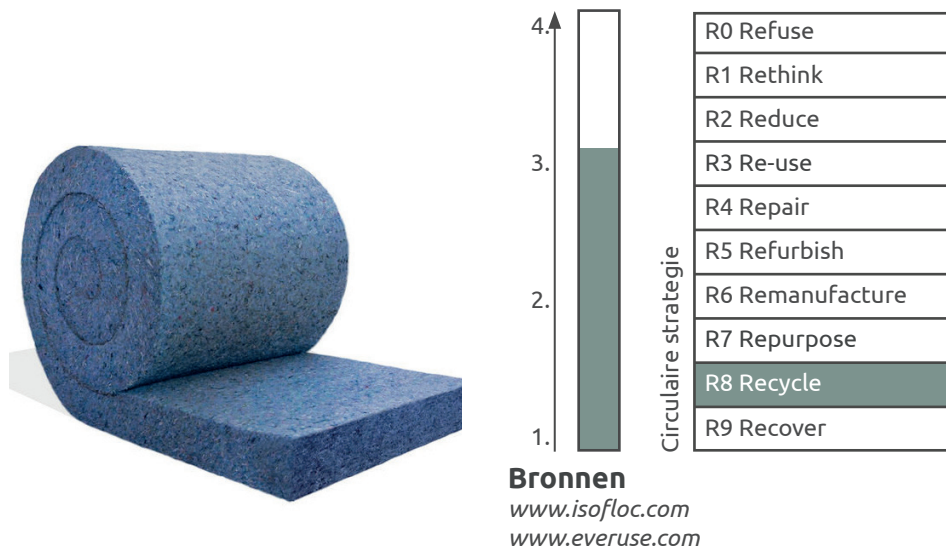
# SECUNDAIRE ISOLATIE

Veel materialen kunnen een tweede leven krijgen in de vorm van isolatie. Verschillende isolatieproducenten zien hier kansen in. Voor deze isolatieproducten worden de grondstoffen uit secundaire stromen gehaald, en daarmee die materialen een nieuwe functie gegeven.

Een bekend en vaak toegepast voorbeeld is Metisse, welke oud katoen (o.a. uit spijkerbroeken) gebruikt als grondstof. Ook oud papier en karton kan een tweede leven krijgen in de vorm van cellulose isolatie, zoals Everuse en Isofloc met hun producten laten zien.

## Aandachtspunten en tips

Aandachtspunt is wel dat sommige van deze isolatieproducten ook als downcycling kunnen worden gezien: nadat de spijkerbroek in Metisse is gegaan, zal er nooit meer een ander, hoogwaardig product van kunnen worden gemaakt. Isolatiemateriaal maken uit zulke producten moet daarom de laatste stap van de keten zijn, wanneer andere hoogwaardige toepassingen niet meer mogelijk zijn. Deze isolatieproducten zijn ook niet voor elke toepassing geschikt: Isofloc kan bijvoorbeeld alleen als inblaasisolatie worden verwerkt. Besteed dus aandacht aan technische eisen.



Figuur 58. Metisse isolatie



Figuur 59. Isofloc



Figuur 60. Everuse

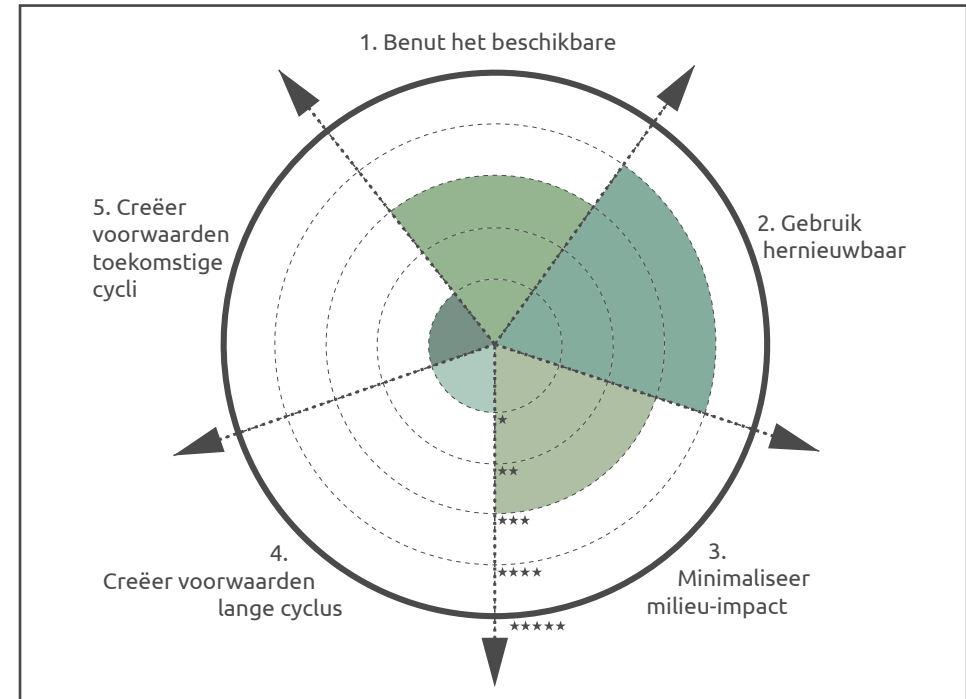
# BIOBASED ISOLATIE

Naast isolatie uit secundaire grondstof, kan de bouwer ook kiezen voor isolatie uit biobased materialen of een biobased afvalstroom. Er is een breed scala aan producten op de markt. Kies bijvoorbeeld voor IsoVlas, isolatie uit vlas, een restproduct van de linnenproductie. Of Thermo Jute, isolatiemateriaal gemaakt uit o.a. oude jutezakken, die slechts eenmalig als verpakkingsmateriaal worden gebruikt. Houtvezel is ook geschikt als grondstof voor isolatie: geproduceerd door bijvoorbeeld Homatherm. De innovatie op het gebied van biobased isolatiematerialen staat ook niet stil. Ecovative Design is bezig met het ontwikkelen van isolatie uit

mycelium, het netwerk van de draden van een schimmel. Mycelium kan in een mal binnen een aantal dagen groeien tot de gewenste vorm van het eindproduct. Ook biobased plastics kunnen in isolatiemateriaal worden verwerkt. Isobouw heeft hier mee geëxperimenteerd met BioFoam.

## Aandachtspunten en tips

Deze isolatieproducten vereisen aandacht bij de bewerkingsprocessen. Om ze in de biologische kringloop te houden, moeten ze biologisch afbreekbaar zijn, en daarom moet worden gelet op de additieven. Biobased betekent nog niet biologisch afbreekbaar of composteerbaar.



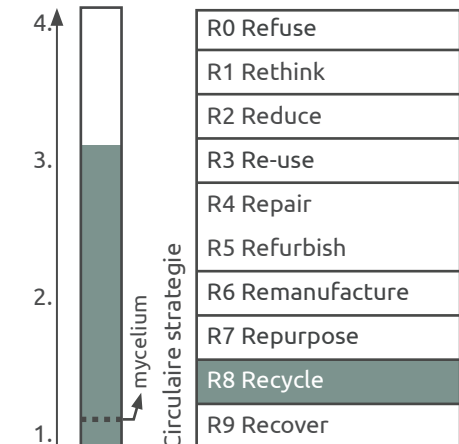
Figuur 61. Jute isolatie



Figuur 62. IsoVlas



Figuur 63. Homatherm



## Bronnen

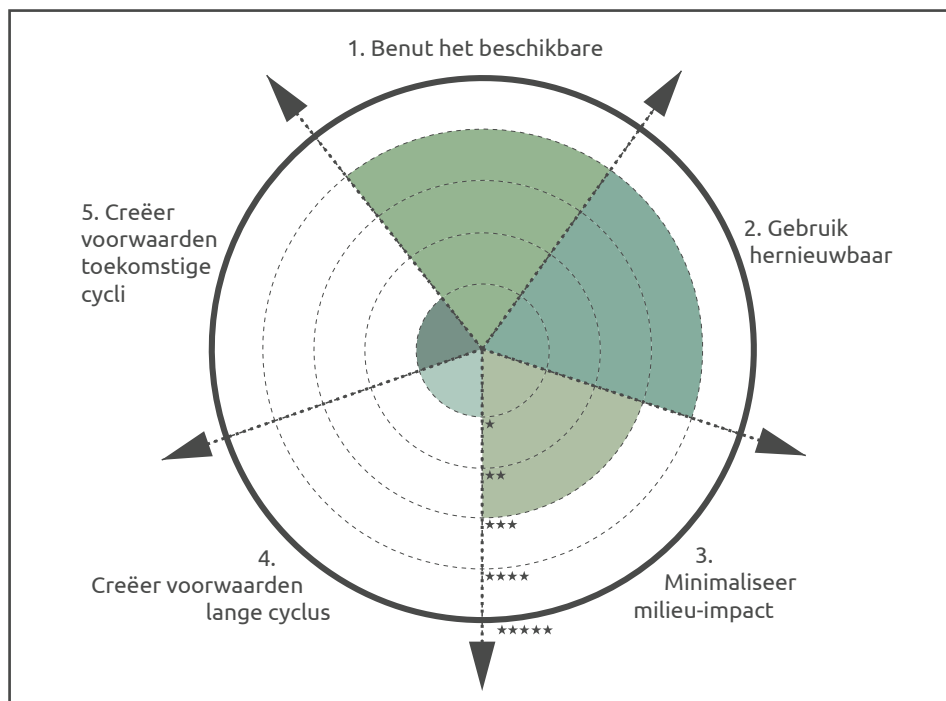
[www.isovlas.nl](http://www.isovlas.nl)

[www.thermo-natur.de](http://www.thermo-natur.de)

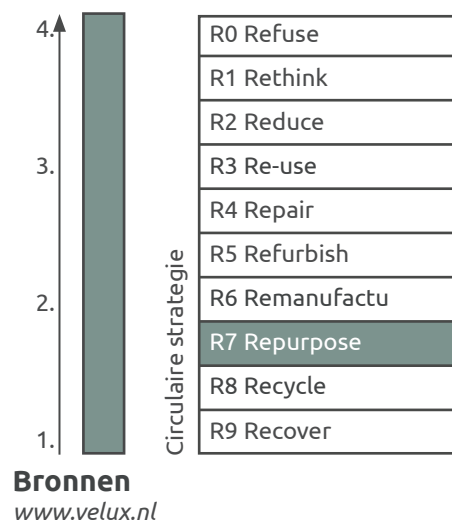
[www.isobouw.nl](http://www.isobouw.nl)

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





Figuur 64. Velux reclaimed hout proces



# KOZIJN UIT SLOOPHOUT

Hout wat uit oude gebouwen wordt geoogst is bruikbaar om toe te passen in nieuwe kozijnen en ramen. In samenwerking met grondstoffendelver A. van Liempd is VELUX een van de bedrijven die kozijnen uit sloop hout maakt. Velux bewerkt het hout tot nieuwe dakramen, waarbij de ramen dezelfde

kwaliteit hebben als nieuwe ramen. Het hout heeft een FSC 100% Recycled certificaat.

VELUX verlengt hiermee de levensduur van het hout met 30 tot 40 jaar. Daarnaast bespaart VELUX met het ontgonnen hout 30% nieuwe grondstoffen in de productie.



Figuur 65. v.l.n.r. Velux reclaimed hout proces



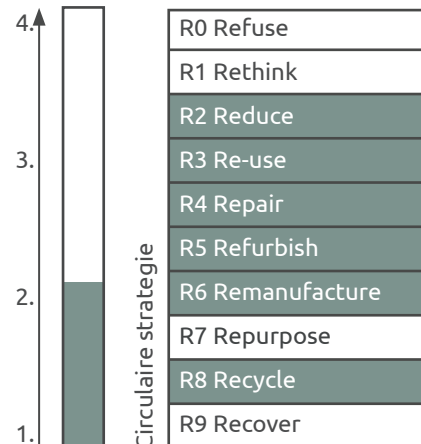
Figuur 66. gevel als dienst, VMRG



Figuur 67. Prototype circulaire keuken

### Bronnen

[www.alkondor.nl](http://www.alkondor.nl)  
[www.tudelft.nl](http://www.tudelft.nl)



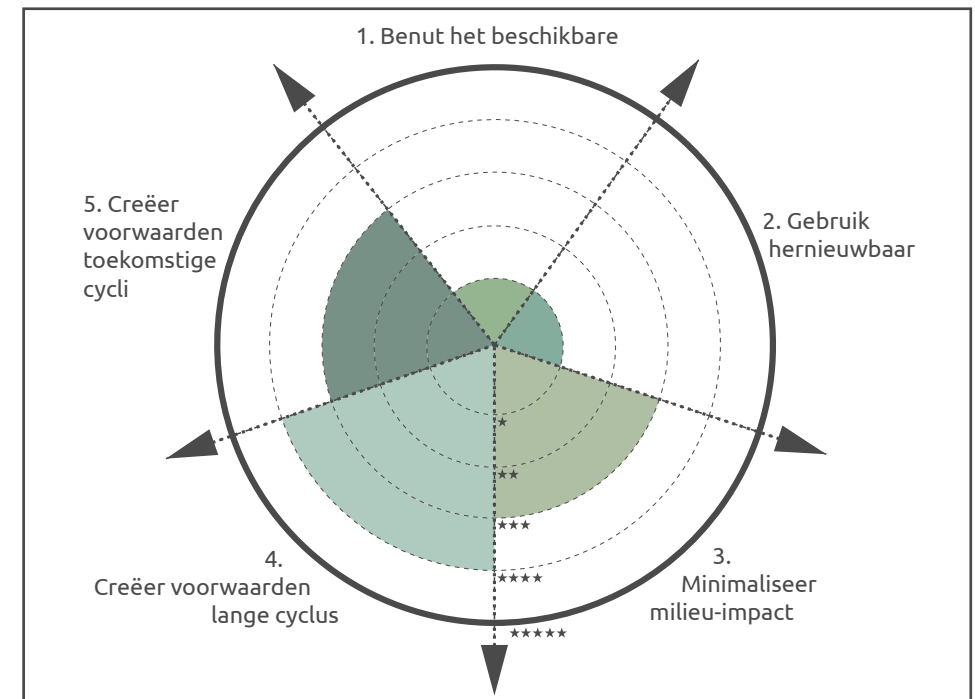
# GEVEL ALS DIENST

VMRG, Alkondor en de TU Delft hebben samen met een consortium gevels als dienst ontwikkeld. De gevel blijft in bezit van de leverancier, de gebruiker leest de gevel en kan aan het einde van de contractduur kiezen voor een beter, nieuw exemplaar. De gevel voorziet in ventilatie, verwarming, koeling, zonwering en energetische opwekking. In het prestatiecontract zijn KPI's (kritieke prestatie indicatoren) afgesproken waar de gevel gedurende levensduur aan moet blijven voldoen.

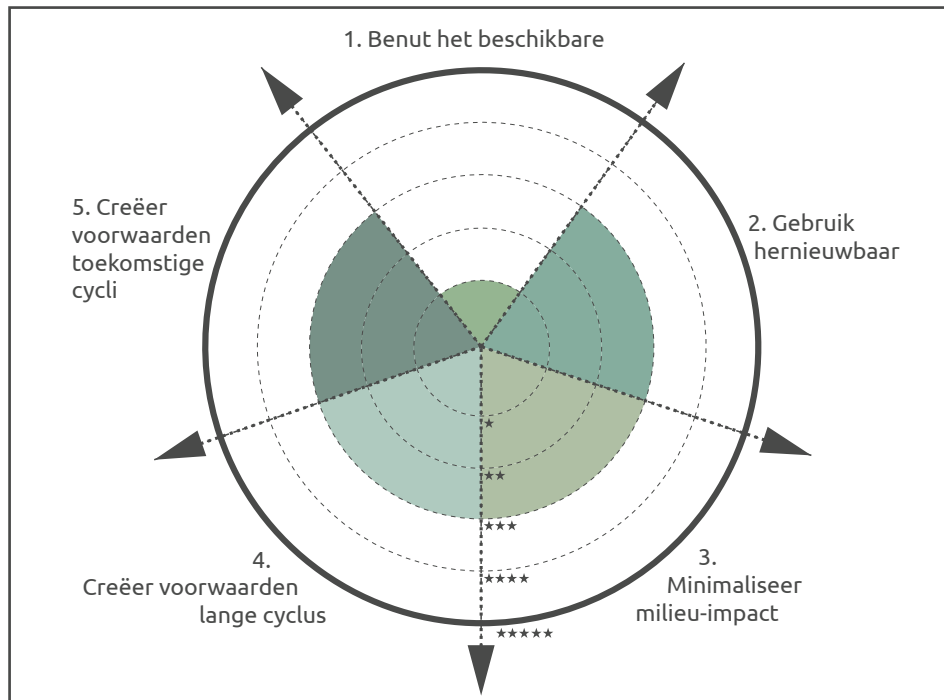
### Aandachtspunten en tips

Ook hier geldt - net als in het geval van de overige dienstmodellen beschreven in dit boekje - dat het prestatiecontract en bijbehorende prestatiegaranties essentieel zijn voor het waarborgen van circulariteit. De invulling vereist daarom (juridische) bedachtzaamheid.

Een extra uitdaging is dat een gevel een langcyclisch product is. De risico's die in het contract moeten worden gemanaged, zoals faillissement, zijn groter bij langere levensduren.



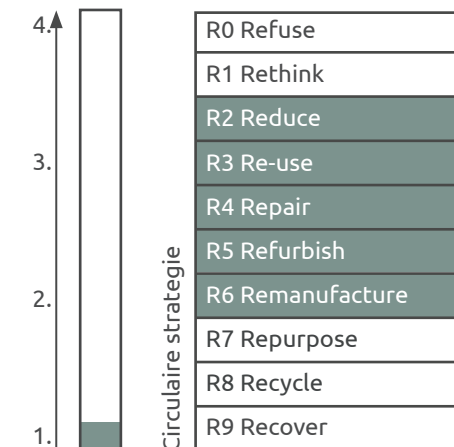




# CIRCULAIR KOZIJN

Trebbe, BUVA, Westerveld en Nederlof hebben een circulair kozijn op de markt gebracht. Ze hebben een aantal circulaire strategieën toegepast op het kozijn. Het kozijn heeft ten eerste een langere levensduur dan standaard kozijnen door zijn lichte kleur en diepere negge. Door de lichte kleur werkt het hout minder en door de diepe negge heeft het hout minder te verduren van weersomstandigheden, waardoor minder onderhoud nodig is. Het kozijn heeft ook een hoge mate van demontabiliteit. Daarnaast zijn de verschillende materialen in het kozijn gelabeld, zodat duidelijk is uit welk materiaal ze bestaan. Na demontage

zijn de verschillende materialen goed opnieuw te gebruiken. Ook is het kozijn smaller gemaakt waardoor 20% minder materiaal nodig is. Als laatste heeft het consortium binnen Europa alternatieven gevonden voor het vaak in kozijnen toegepaste tropische hout. De Europese houtsoorten, voorzien van een FSC- of PEFC keurmerk, komen in beeld doordat de kleur en negge van het kozijn is aangepast. De materialen hebben een kleinere transportafstand en zijn dus minder belastend voor het milieu. Trebbe geeft aan dat uit de LCA analyse blijkt dat door het circulair kozijn de CO<sub>2</sub> emissie gehalveerd wordt.



## Bronnen

[www.westerveld-nederlof.nl](http://www.westerveld-nederlof.nl)

[www.trebbe.nl](http://www.trebbe.nl)



Figuur 68. kozijnen Westerveld en Nederlof



Figuur 69. kozijnen Westerveld en Nederlof

# GROENE GEVEL

Groene gevels dragen bij aan het bufferen van regenwater, waardoor het riool minder wordt belast en water een langere cyclus doorgaat. Ook dit past in een circulaire economie.

Enkele productvoorbeelden zijn o.a.: Sempergreenwall (modulaire Flexipanelen), Soundless Green

Wall Block (demontabele groene betonwand), Wonderwall Modular system (groene gevelsysteem van nature based composites), Modulogreen (modulaire groene gevel als buitenspouwblad), Mobilane (systeem met waterbesparend uitgangspunt) en Standing Garden (stapelbare groene gevel).



Figuur 70. Sempergreenwall



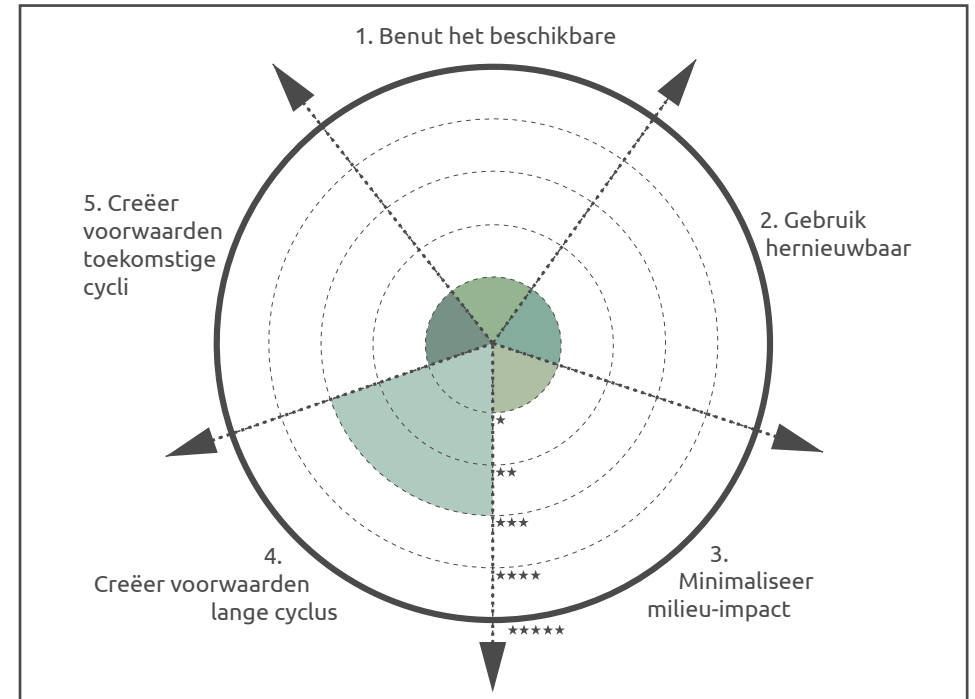
Figuur 72. Standing garden



Figuur 71. Soundless Green Wall Block



Figuur 73. Mobilane

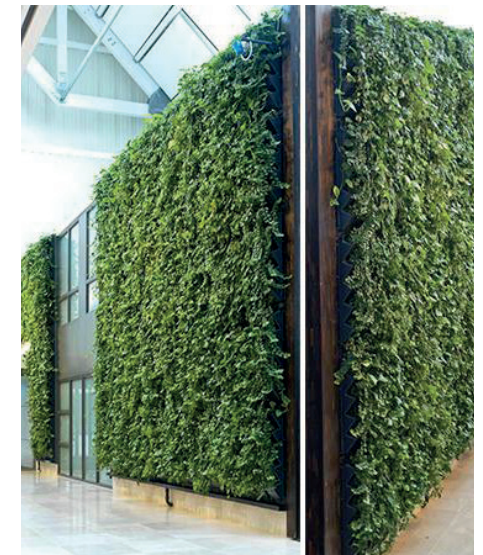


Circulaire strategie

R0 Refuse
R1 Rethink
R2 Reduce
R3 Re-use
R4 Repair
R5 Refurbish
R6 Remanufactur
R7 Repurpose
R8 Recycle
R9 Recover

## Bronnen

[www.copijn.nl](http://www.copijn.nl)  
[www.wallflore.nl](http://www.wallflore.nl)  
[www.sempergreen.com](http://www.sempergreen.com)  
[www.soundlessacoustics.com](http://www.soundlessacoustics.com)



Figuur 74. Modulogreen



# BLAUWGROEN DAK

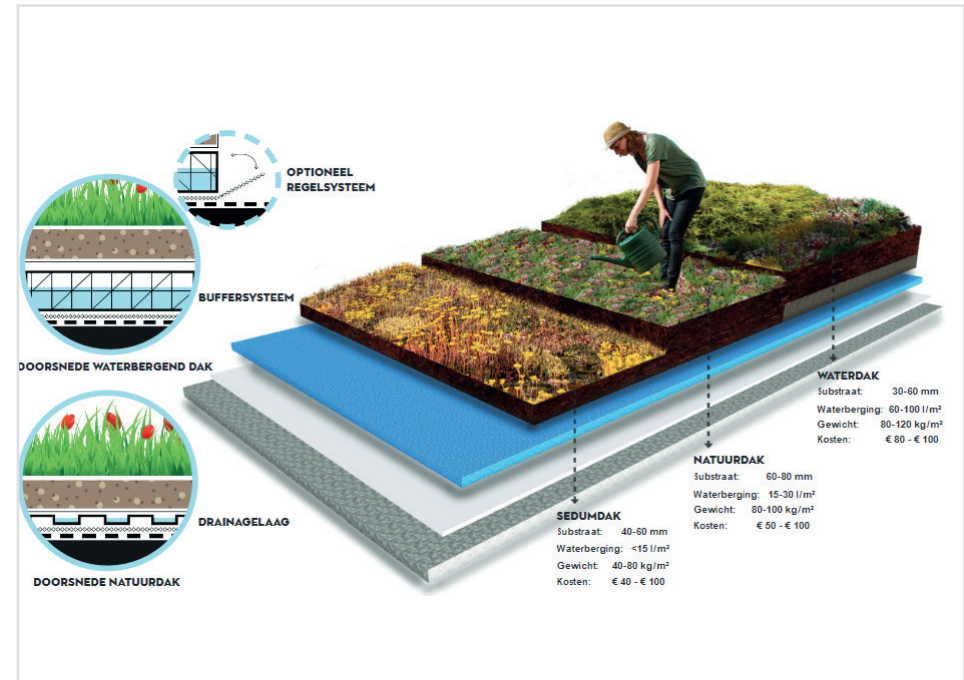
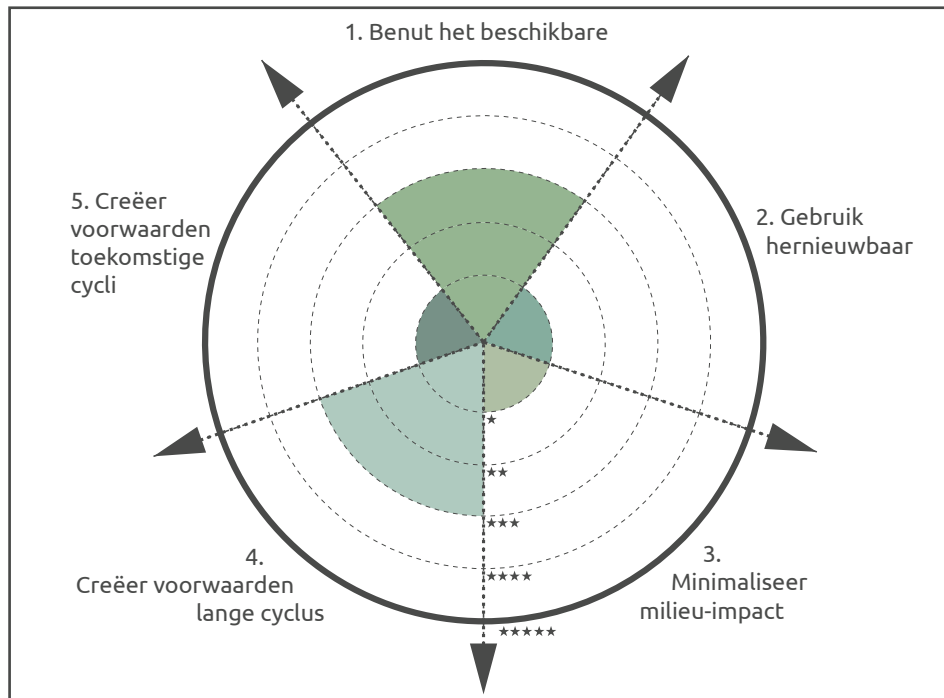
Een groot gedeelte van het hemelwater wat op Nederlandse daken valt vloeit rechtstreeks af op onze gemengde riolen. Door te zorgen voor waterretentie op het dak kunnen we meer regenwater bufferen en belasten we het riool minder. Ook deze watercyclus waarin dit water wordt hergebruikt (bijvoorbeeld voor het spoelen van toiletten) en gebufferd past in een circulaire economie.

Een simpele mogelijkheid om een

waterbufferend dak te maken is een groen dak, zoals een sedumdak. Groene daken beschermen ook de dakbedekking waardoor dit langer meegaat. Nog beter is de aanleg van een blauwgroen dak. Blauwgroene daken bevatten een extra buffersysteem, waardoor meer water kan worden opgeslagen.

## Aandachtspunten en tips

Een nadeel is dat (blauw)groene daken dikkere dakpakketten en een zwaardere constructie vereisen.



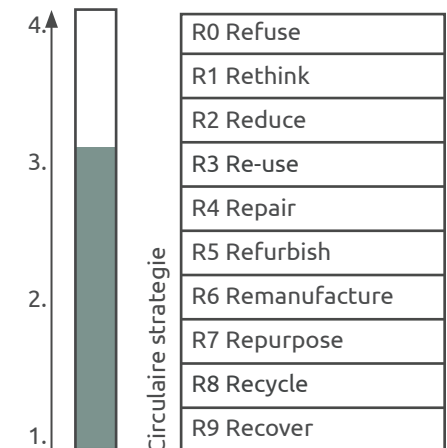
Figuur 75. opbouw Blauwgroen dak



Figuur 76. sedum dak

## Bronnen

[www.mijnwaterfabriek.nl](http://www.mijnwaterfabriek.nl)



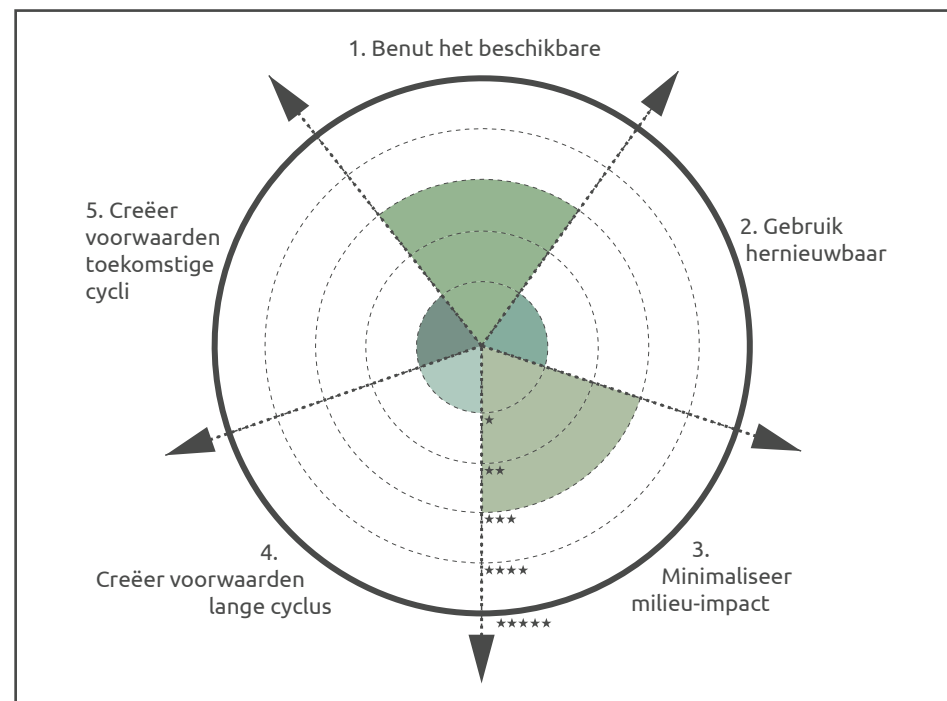
# GERECYCLED BITUMENDAK

62% van alle dakbedekking in Nederland is gemaakt van bitumen. Grote hoeveelheden hiervan komen ieder jaar vrij bij renovaties en sloop. Bitumen zonder verontreiniging kan volledig gerecycled worden, wat een significante CO<sub>2</sub> besparing oplevert. Hiervoor komt de markt met verschillende initiatieven.

New Horizon Urban Mining levert samen met haar partners Icopal en ZND dakbedekking Citumen. Citumen ontstaat in vijf stappen. Eerst wordt oud bitumen ontmanteld en geshred. Het geshredderde materiaal gaat in de BiELSo (Bitumen Endless Life Solutions) recyclingmachine. Het

bitumen wordt vloeibaar, de vaste delen worden uit het vloeibare bitumen gezeefd en van het vloeibare bitumen worden nieuwe dakbanen gemaakt. New Horizon beweert dat 1 miljoen vierkante meter citumen 400 ton CO<sub>2</sub> oplevert.

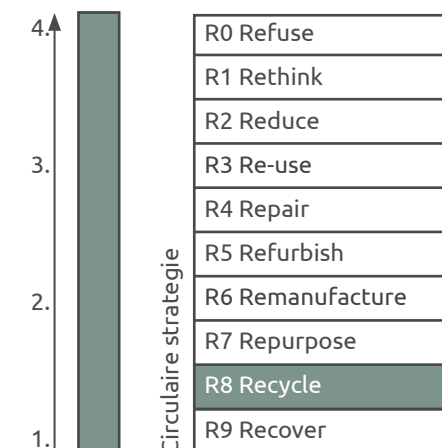
BRN, bitumen recycling Nederland is een vereniging van producenten en leveranciers van bitumen, en houdt zich bezig met het optimaal inzamelen van oud bitumen om zoveel mogelijk te hergebruiken en recycleren in de Benelux. Een andere organisatie die de recycling van bitumen in Nederland faciliteert en organiseert is Roof2Roof.



Figuur 77. Citumen



Figuur 78. aanleggen van bitumen



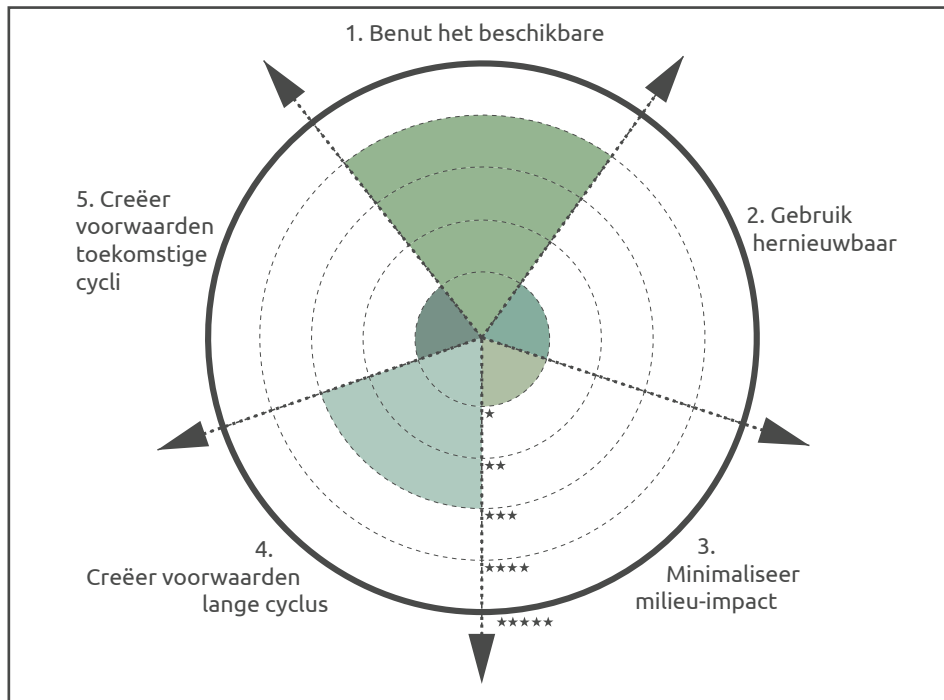
## Bronnen

[www.citumen.nl](http://www.citumen.nl)

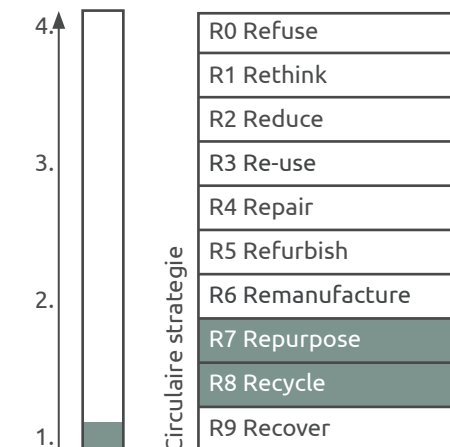
[www.brn.nl](http://www.brn.nl)

[www.newhorizon.nl](http://www.newhorizon.nl)





Figuur 79. Roostergoed



Bronnen  
[www.blauwdak.nl](http://www.blauwdak.nl)

## ROOSTERGOED GROEN DAK

Tampons, condoms, soms een verdoemde telefoon, en vooral heel veel hygiënische doekjes. Jaarlijks wordt in Nederland 2,5 miljoen kilo van dit soort afval door de wc gespoeld. Al dit rioolafval verdwijnt nu nog direct in de verbrandingsoven. Omdat er veel vocht en kunststof tussen zit levert deze verbranding geen extra energie op.

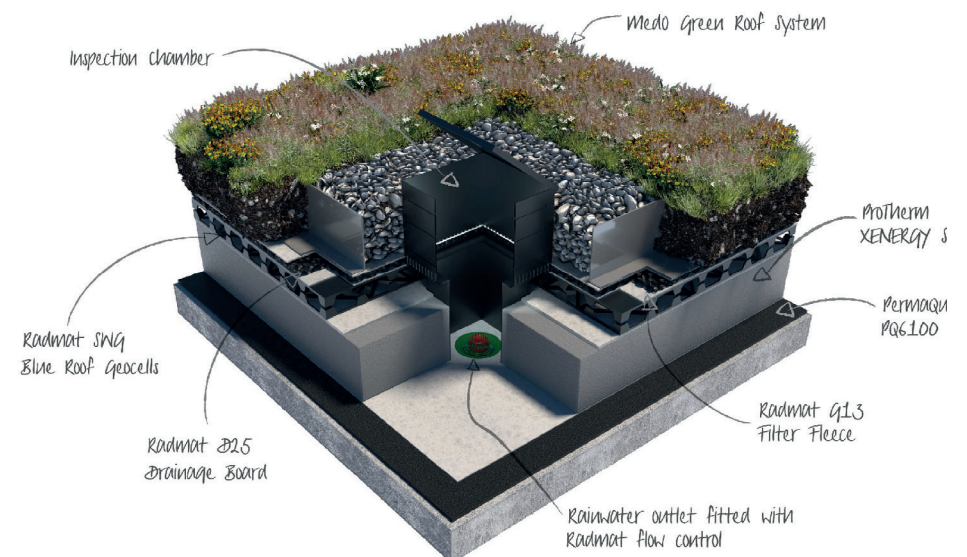
Het afval dat in de roosters van de waterzuiveraars terecht komt, wil BlueRoof<sup>1</sup> opvangen. Uiteindelijk wordt het afval, roostergoed, samengeperst tot platte platen. De platen vormen het substraat – de

ondergrond waar planten op kunnen groeien – voor op een groen dak. 'Op de huidige groene daken gebruiken ze lava', zegt Scharff. 'Maar substraat van rioolafval is veel duurzamer.'

Zo krijgt een echte afvalstroom toch een tweede leven in de vorm van een hoogwaardig groen dak.

Bluroof beweert dat met het product een CO<sub>2</sub> uitstoot van 5 kg per vierkante meter wordt voorkomen. Momenteel wordt het materiaal in pilots getest. Bluroof verwacht in 2020 de eerste daken met het roostergoed aan te kunnen leggen.

1 Let op: Bluroof is een merknaam en dus niet hetzelfde als blauwgroene daken (p.38)



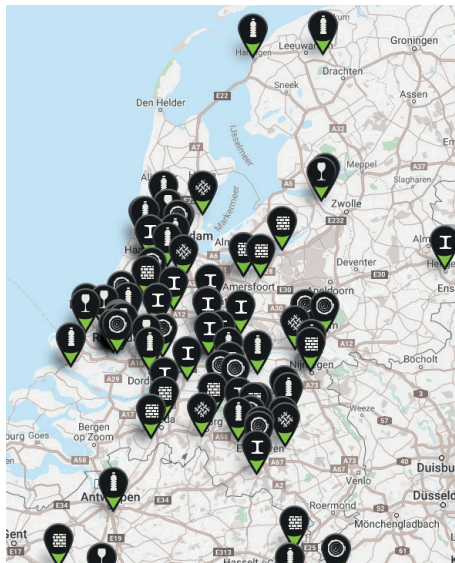
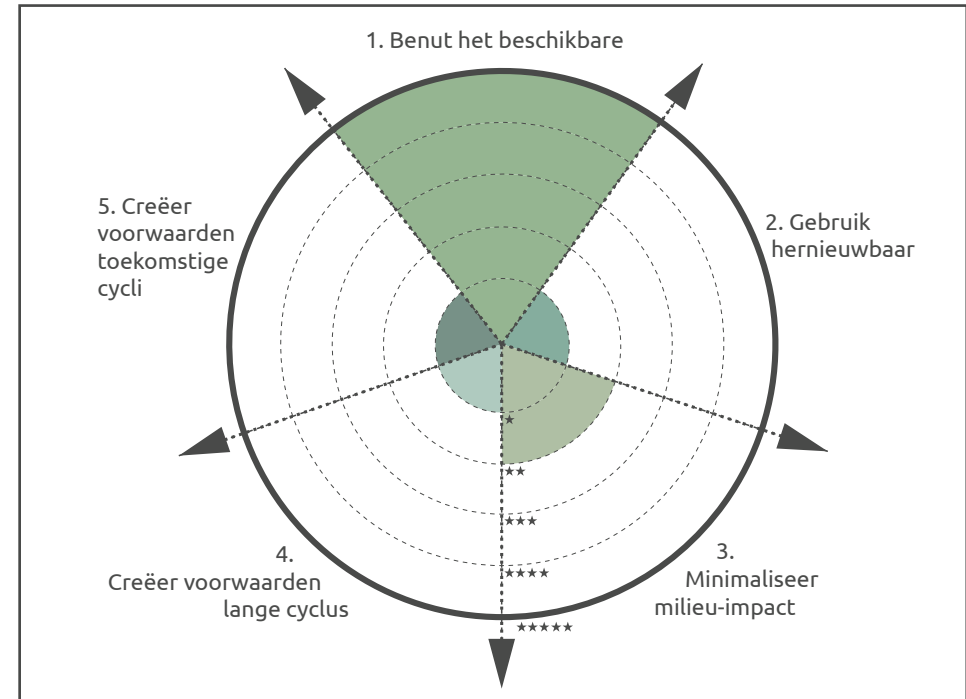
Figuur 80. Bluroof



# MARKTPLAATS SECUNDAIRE MATERIALEN

Nederland kent een grote hoeveelheid aan secundaire materialen. In veel bouwkundige bestekken is opgenomen dat een aannemer eigenaar wordt van de materialen die vrijkomen uit sloop. Zonder een vraag naar deze materialen worden ze gestort, verbrand of gerecycled. Verschillende partijen stimuleren hergebruik van deze materialen door transparantie aan te brengen in het aanbod. Hierdoor kunnen de materialen een tweede leven vinden. Sommige producten zijn rechtstreeks bruikbaar, andere zijn te repareren of

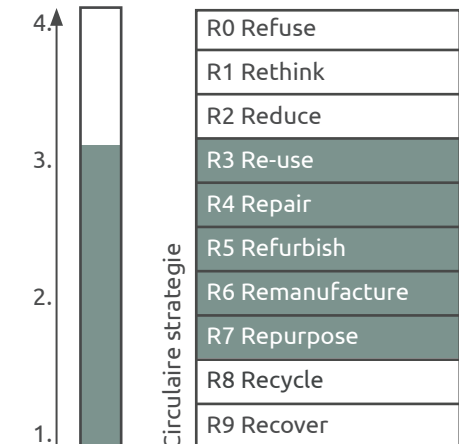
upcyclebaar in een nieuwe functie. Een fysieke winkel waar je terecht kunt om secundaire materialen te kopen is bijvoorbeeld de Bouwkringloop. De Bouwkringloop brengt restpartijen bouw- en sloopmaterialen samen in één locatie. Daarnaast heb je de digitale marktplaatsen de Oogstkaart, de marktplaats van Insert, gebruikte bouwmaterialen.com en Excess Materials Exchange. Ook voor semi-overheden is er een marktplaats beschikbaar: overbijeoverheid.nl. In de Bruggenbank kunnen bruggen ter hergebruik worden aangeboden.



Figuur 81. oogstkaart.nl

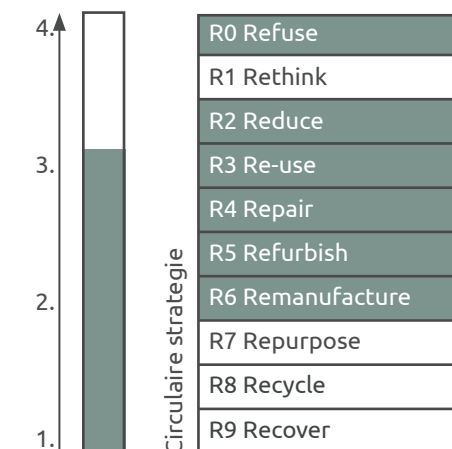
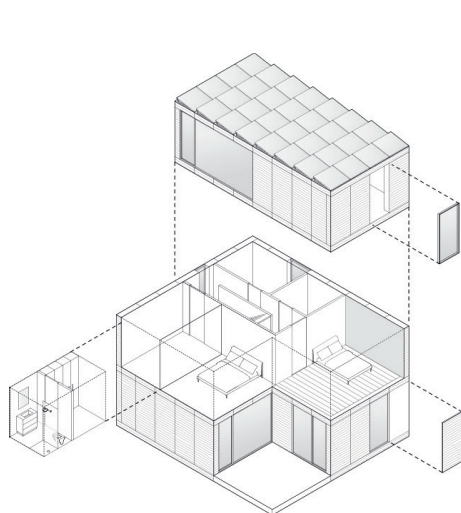
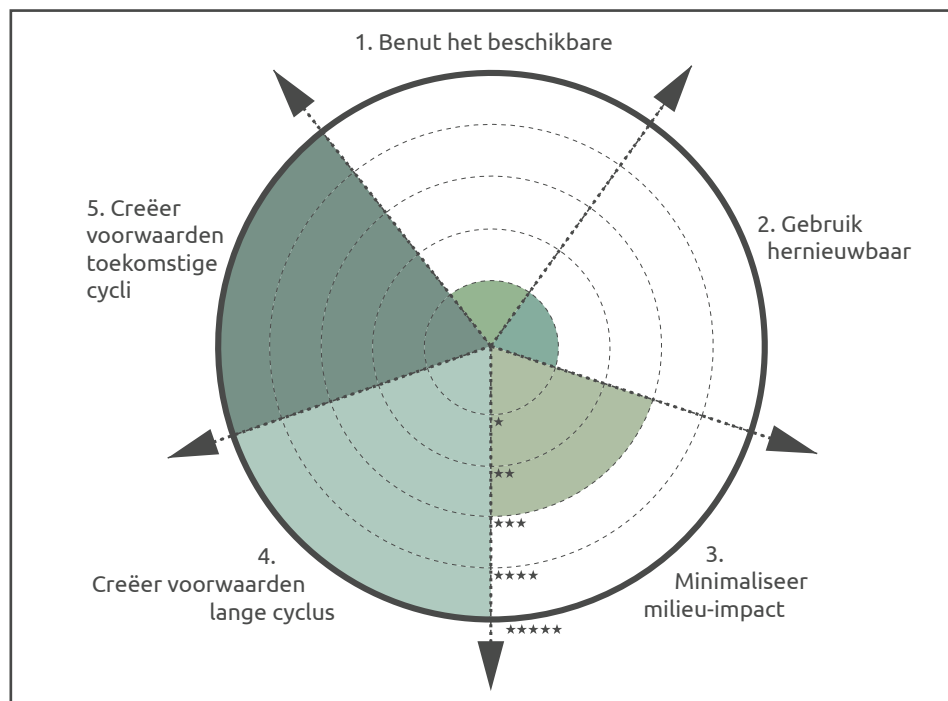


Figuur 82. opening van de bouwkringloop



## Bronnen

[www.oogstkaart.nl](http://www.oogstkaart.nl)  
[www.bouwkringloop.repurpose.nl](http://www.bouwkringloop.repurpose.nl)  
[www.marktplaats.insert.nl](http://www.marktplaats.insert.nl)  
[www.gebruiktebouwmaterialen.com](http://www.gebruiktebouwmaterialen.com)  
[www.overbijeoverheid.nl](http://www.overbijeoverheid.nl)  
[www.bruggenbank.nl](http://www.bruggenbank.nl)  
[www.excessmaterialsexchange.com](http://www.excessmaterialsexchange.com)



#### Bronnen

[www.bilt.info](http://www.bilt.info)  
[www.snelwoning.nl](http://www.snelwoning.nl)  
[www.sustainerhomes.nl](http://www.sustainerhomes.nl)  
[www.optimaat.nl](http://www.optimaat.nl)  
[www.heijmans.nl](http://www.heijmans.nl)

Figuur 83. opbouw BILT woning

# MODULAIRE WONINGEN

Door nieuwbouwwoningen modulaair, verplaatsbaar en remontabel te ontwerpen is het aannemelijker dat de woning of de bouwdelen een tweede leven tegemoet zullen gaan. Er zijn meerdere modellen op de markt, afhankelijk van de specifieke eisen.

De BILT woning is een 'IKEA huis', een overzichtelijk totaalpakket met gestandaardiseerde bouwdelen die de koper naar eigen behoefte samen kan stellen tot een totaalpakket. Een woning kan in zes weken worden gebouwd, en is volledig aanpasbaar aan toekomstige woonwensen. De Snelwoning heeft een andere insteek: een grondgebonden nul-op-de-meter woonconcept en leverbaar in zes varianten. De woning worden seriematig geproduceerd, en is demontabel en herplaatsbaar. Andere noemenswaardige voorbeelden van



Figuur 84. BILT woning

circulaire, modulaire, flexibele of verplaatsbare woonconcepten zijn Optimaat, Heijmans One en Sustainer Homes. Deze concepten richten zich, in tegenstelling tot de BILT woning, meer op verplaatsbaarheid. We zien dus grofweg twee verschillende insteken bij modulaire woningen: concepten waarbij het draait om adaptiviteit, zodat de woning mee kan groeien met de veranderende wensen en juist daardoor een langere levensduur beschoren is, of concepten gefocust op verplaatsbaarheid.

#### Aandachtspunten en tips

Een aandachtspunt is dat zulke lichte, verplaatsbare woningen vaak snel opwarmen en afkoelen, wat niet energie-efficiënt is. Daarnaast is toekomstig hergebruik een voorwaarde voor woningen met korte levenscycli, omdat de milieu-impact over de levensduur anders hoog is.



Figuur 85. Snelwoning



# CIRCULAIRE INRICHTING OPENBARE RUIMTE

Op onze pleinen en parken zijn we hout al langer gewend. Houten banken of speeltoestellen zijn gemeengoed. Maar er zijn bedrijven die inzetten op andere biobased of circulaire innovaties. Biobased afval kan worden ingezet voor hoogwaardig hergebruik: GrassBloxxx is bijvoorbeeld een initiatief waarbij maaisel uit slootkanten en bermen wordt geoogst en omgezet naar o.a. straatmeubilair. Rijkswaterstaat werkt mee aan het initiatief van GrassBloxxx.

Of kies voor hergebruikte bankjes

zoals Drifter banken, gemaakt uit hergebruikte meerpalen afkomstig van lokale infrastructuur. Klein maar fijn: kies in plaats van aluminium straatnaamborden voor bamboeborden. Het Hofkwartier in Den Haag is voorzien van 57 zulke bordjes. Gaat u worteldoeken toepassen in de openbare ruimte om te voorkomen dat onkruid opkomt? Denk eens aan de biobased worteldoeken van Rijkswaterstaat, die na verloop van tijd vergaan en in tegenstelling tot traditionele worteldoeken geen microplastics achterlaten in het milieu.



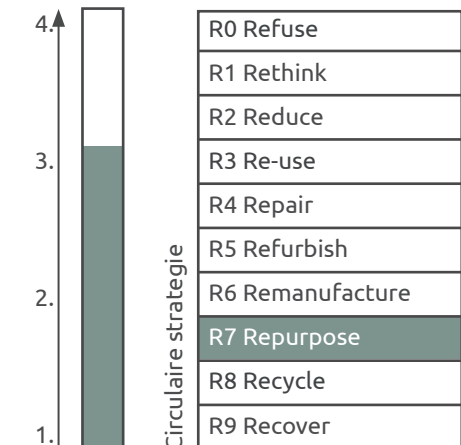
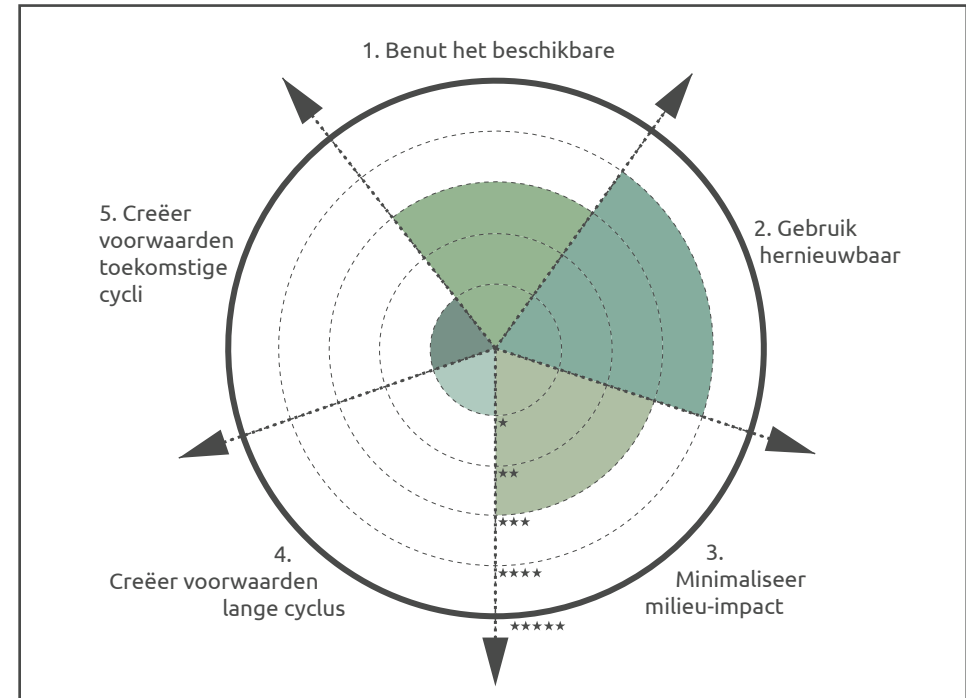
Figuur 86. Drifter bank



Figuur 87. Bamboe straatnaambord



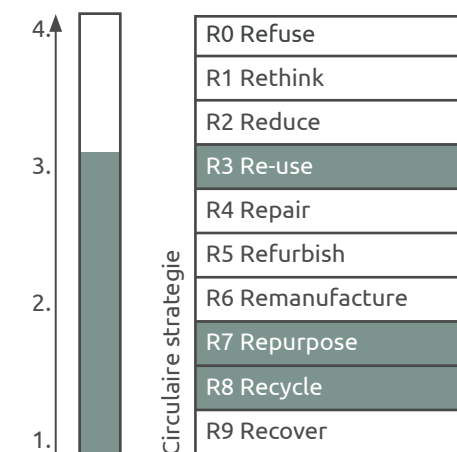
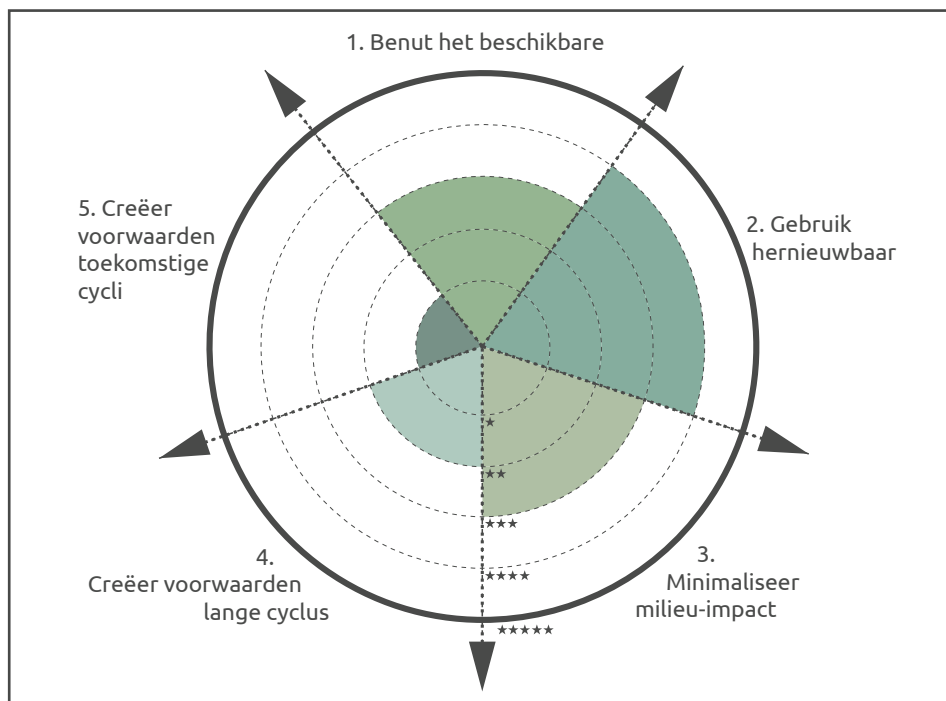
Figuur 88. Wegmaaisel voor GrassBloxxx



## Bronnen

[www.rijkswaterstaat.nl](http://www.rijkswaterstaat.nl)  
[www.streetlife.nl](http://www.streetlife.nl)



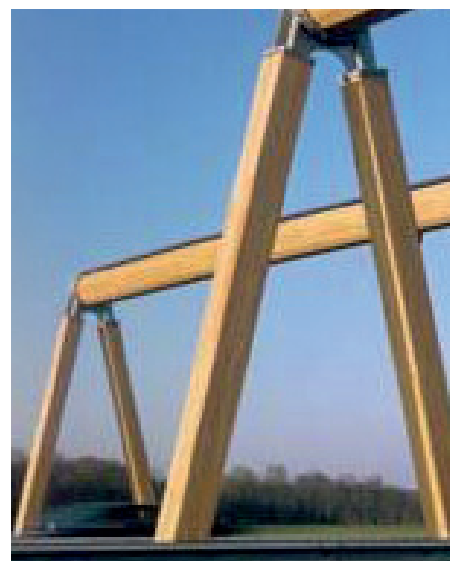


#### Bronnen

[www.rijkswaterstaat.nl](http://www.rijkswaterstaat.nl)



Figuur 89. biobased bord



Figuur 90. biobased wegportaal

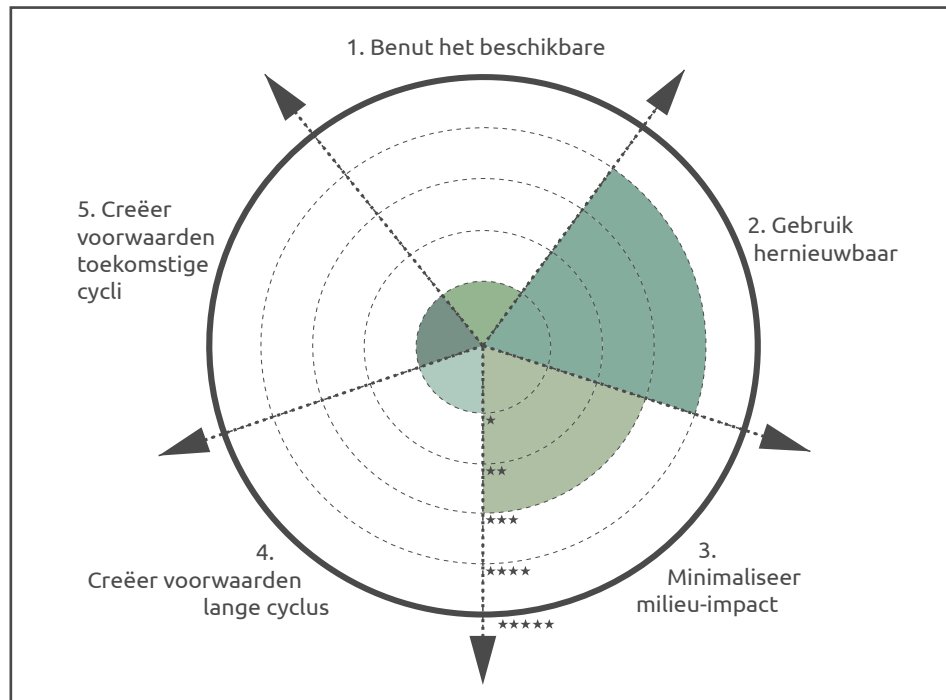


Figuur 91. biobased vangrail

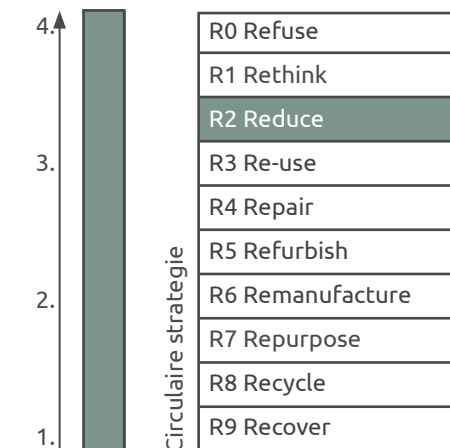
## CIRCULAIRE WEGINRICHTING

Ook langs de (snel)wegen liggen kansen voor circulariteit. Rijkswaterstaat experimenteert volop met biobased materiaal en hoogwaardig hergebruik naast recycling. Zo zijn ze bezig met een proef met een biobased vangrail. Vangrails worden nu gemaakt van verzinkt staal, wat ervoor kan zorgen dat verzinkte deeltjes in de bodem trekken waar verontreiniging ontstaat. Een houten vangrail kan een oplossing bieden. Vangrails moeten wel voldoen aan strenge eisen voordat ze kunnen worden goedgekeurd voor gebruik langs de Nederlandse wegen. De biobased vangrail van Rijkswaterstaat zit momenteel in de testfase. Ook kunt

u langs de weg biobased borden en wegportalen tegenkomen. De biobased wegportalen blijken in de praktijk onderhoudsarm te zijn dan standaard stalen wegportalen: na 15 jaar praktijkexpositie hebben ze nog geen onderhoud nodig gehad, terwijl stalen wegportalen ongeveer om de 10 jaar moeten worden verwijderd en opnieuw gecoat. Zo is een biobased wegportaal dus niet alleen milieuvriendelijker, maar ook is de total cost of ownership lager dan een minder milieuvriendelijk alternatief. Ook op grotere schaal experimenteert Rijkswaterstaat met circulariteit: de Houtribdijk is (deels) uitgevoerd met hergebruikte stenen uit het Markermeer.



Figuur 92. Greenwall



**Bronnen**  
[www.greenwall.nl](http://www.greenwall.nl)

# GROENE GELUIDSWAL

Bouw groen naast de snelweg met de Greenwall Construct. Met een Greenwall is het mogelijk om een erfafscheiding op een duurzame manier te plaatsen. De producten onderscheiden zich door een kern bestaande uit organisch substraat. Het substraat is een optimale mix van stoffen met een goed geluidsisolerend vermogen, een licht gewicht, een duurzame herkomst en een lange levensduur. Hiermee kan een geluidsscherm funderingloos tot 7 meter hoog worden gebouwd. De producten zijn opgebouwd uit een stalen frame, een versterkt natuurvezeldoek, het substraat en

wordt ter plaatse gemonteerd, afgevuld en naar keuze intensief of extensief beplant. Niet alleen ziet een groene geluidswal er mooi uit, ook vangen de planten fijnstof van de auto's af.

U kunt Greenwalls vinden langs rijkswegen, het spoor, in de openbare ruimte en langs gemeente- en provinciale wegen. Doordat de Greenwall zonder fundering kan worden geplaatst, worden aanzienlijke kosten bespaart en kunnen ingrijpende maatregelen achterwege blijven, wat bijdraagt aan de circulariteit.



Figuur 93. Greenwall



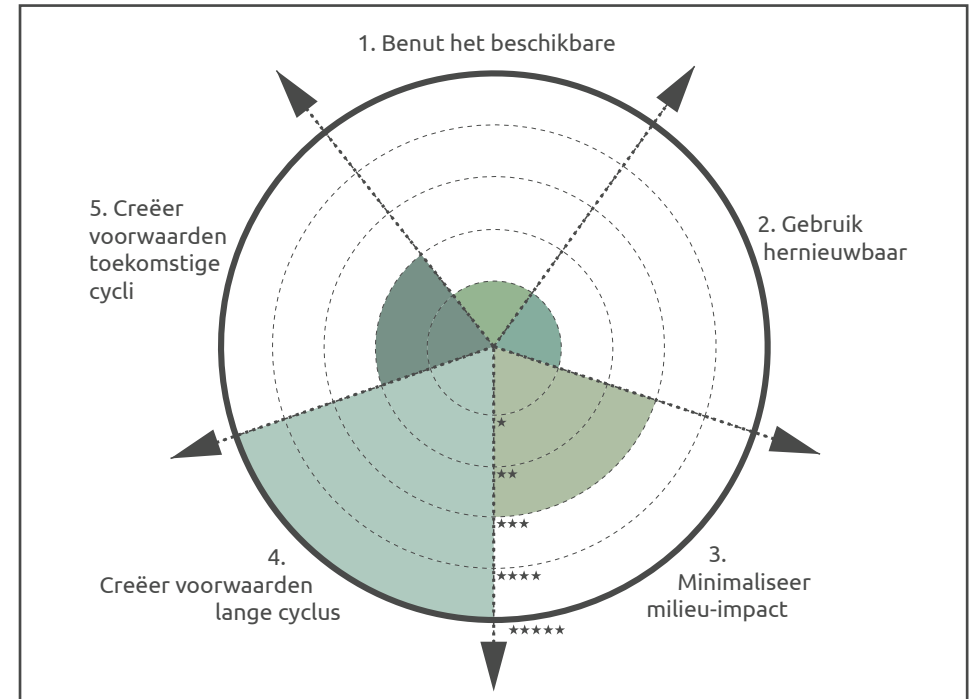
# WEG ALS DIENST

Dura Vermeer en de Provincie Overijssel zijn aan de slag gegaan met een circulaire weg: de weg als dienst. Het uitgangspunt is dat Dura Vermeer economisch eigenaar van de weg blijft en zich ontfemt over het beheer, terwijl de Provincie alleen een periodiek bedrag betaalt voor het gebruik van de weg. Doordat Dura Vermeer de weg in eigendom houdt en het ontwerp en onderhoud verzorgd, is er een financiële prikkel om de materialen zo lang mogelijk op waarde te houden, zodat Dura Vermeer daarmee minder kosten heeft voor de onderhoud van de weg.

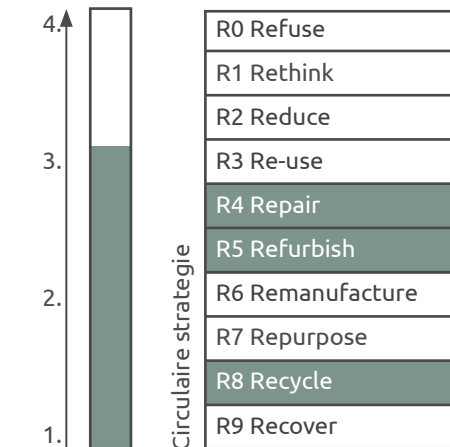
## Aandachtspunten en tips

Volgens Dura Vermeer zijn cruciale punten de bepaling van de restwaarde bij het aangaan van het contract, en de vraag hoe deze restwaarde mee kan worden genomen in financiering.

Daarnaast is om het circulaire businessmodel te laten werken - net als in het geval van de overige dienstmodellen beschreven in dit boekje - het prestatiecontract en bijbehorende prestatiegaranties essentieel om circulariteit te waarborgen. De invulling van het contract vereist daarom (juridische) bedachtzaamheid.

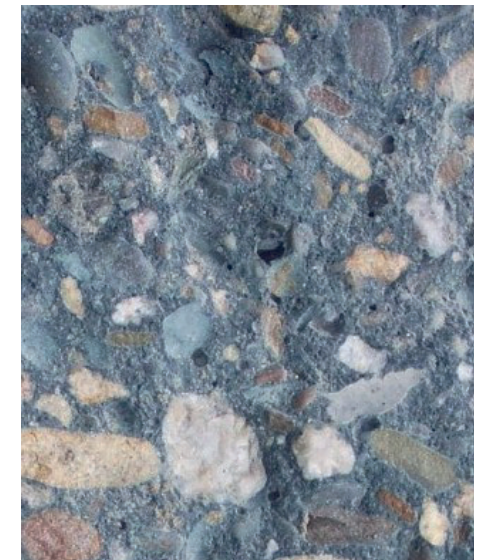


Figuur 94. Weg als dienst



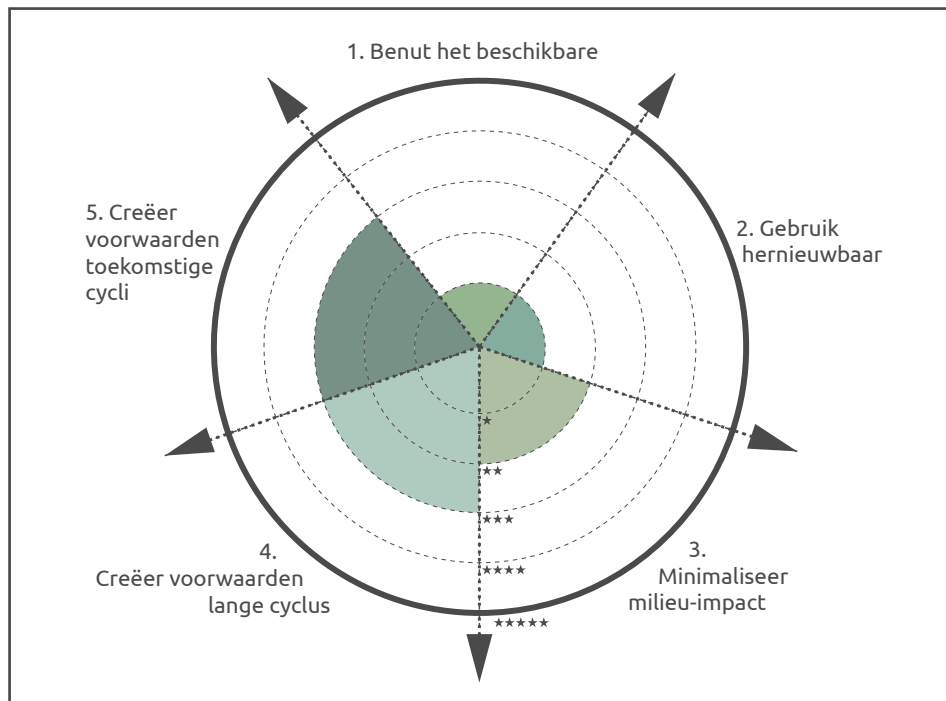
## Bronnen

[www.duravermeer.nl](http://www.duravermeer.nl)



Figuur 95. Beton met hergebruikte grondstoffen voor o.a. wegen



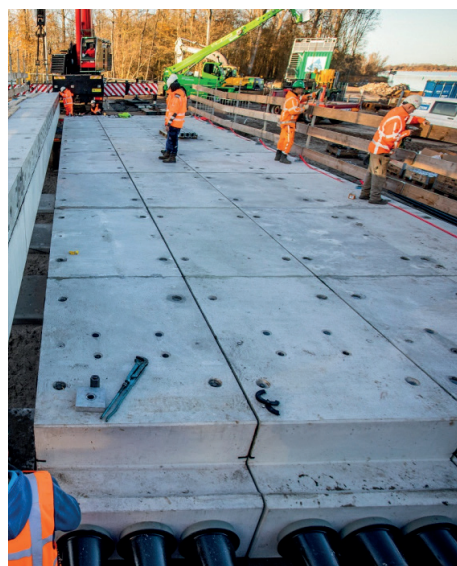


# CIRCULAIR VIADUCT

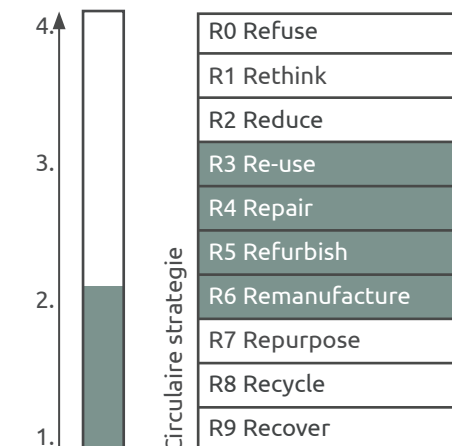
Rijkswaterstaat bouwde samen met Van Hattum en Blankevoort en Consolis Spanbeton een betonnen circulair viaduct. Het viaduct is een periode getest en is inmiddels gedemonteerd. Op een andere locatie zal het viaduct worden geremonteerd. Het viaduct valt ook te verlengen en verbreden. Het bestaat uit 40 prefab betonnen elementen. Elk element heeft een holle ruimte en is voorzien van zogenoemde 'shear-keys'. Met kabels worden de elementen op spanning gebracht om samen een ligger te vormen. Door 5 liggers naast elkaar te leggen, kan een viaduct van 20 meter lang en 7,5 meter breed worden gebouwd. Aan het einde

van de levensduur kan het viaduct worden gedemonteerd. Eerst worden stalen randelementen verwijderd, daarna de overgangsplaten die de liggereinden dragen, en tenslotte worden de liggers die aan elkaar verbonden waren losgemaakt. De spanning wordt van de ligger gehaald en de voerspanspankabels verwijderd. Het voegmateriaal kan ook makkelijk worden weggenomen omdat het zich niet hecht aan de elementen.

Momenteel worden de liggers en het voegmateriaal onderzocht op hoe ze hebben gepresteerd gedurende de proef.

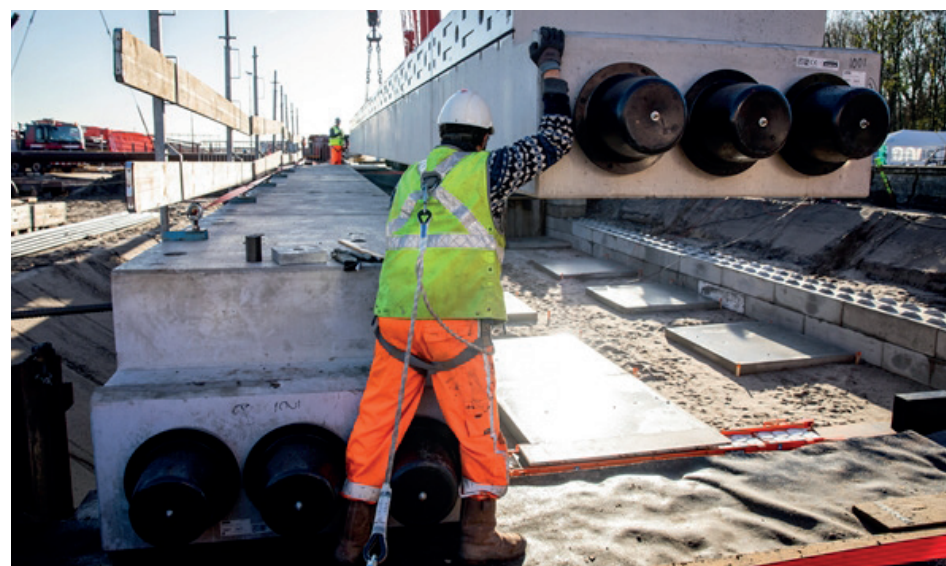


Figuur 96. De liggers samengebracht



## Bronnen

[www.rijkswaterstaat.nl](http://www.rijkswaterstaat.nl)



Figuur 97. De liggers met shear keys

# BIOBASED BRUGGEN

Er bestaan ook biobased innovaties op het gebied van wandel- fiets of autobruggen.

De gemeente Bergen op Zoom heeft bijvoorbeeld de welbekende Mozes brug van Accoya gebouwd. Ook verkeersbruggen in de zwaarste klasse kunnen van Accoya worden gemaakt. Het materiaal is gebruikt voor een 360 ton zware verkeersbrug in Sneek. De brug van 20 meter hoog en 40 meter lang bestaat uit gelamineerde stukken Accoya hout.

Het is de eerste houten brug ter wereld die geschikt is voor elk soort verkeer, inclusief zwaar vrachtverkeer. Houten

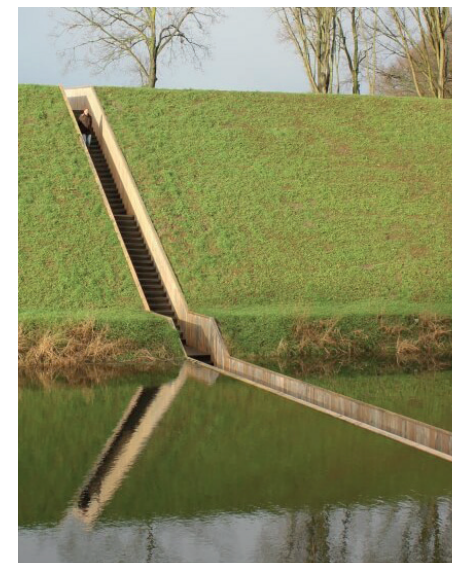
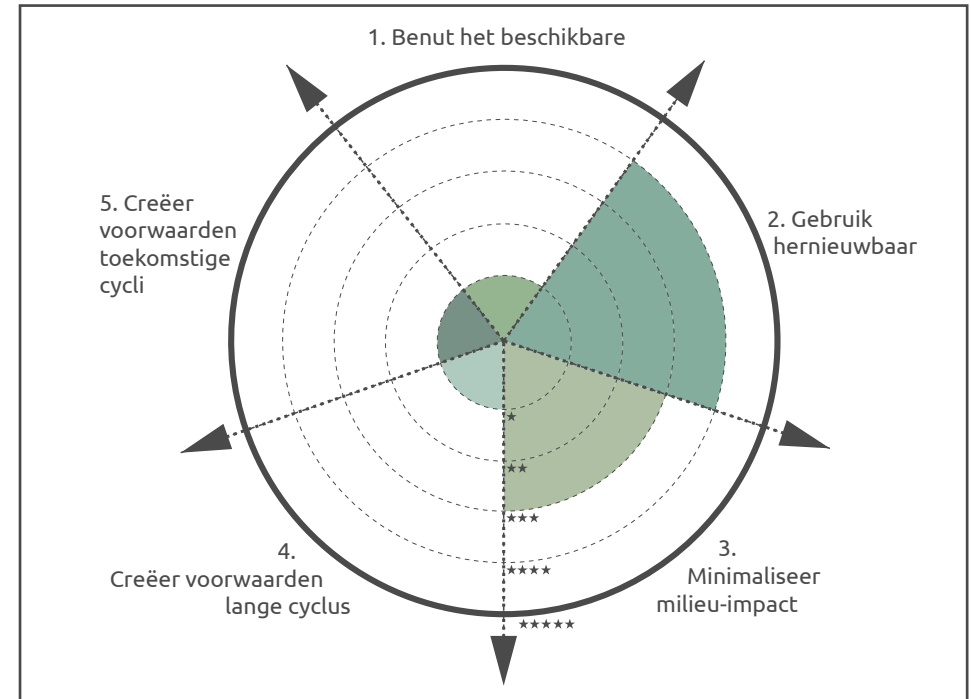
bruggen hoeven niet uit Accoya te bestaan: ook andere houtsoorten zijn geschikt. Met name voor kleinere wandel- en fietsbruggen wordt hout al decennia lang veel toegepast. Daarnaast zijn ook andere biobased materialen mogelijk. Eindhoven is de trotste eigenaar van een brug uit biocomposiet.



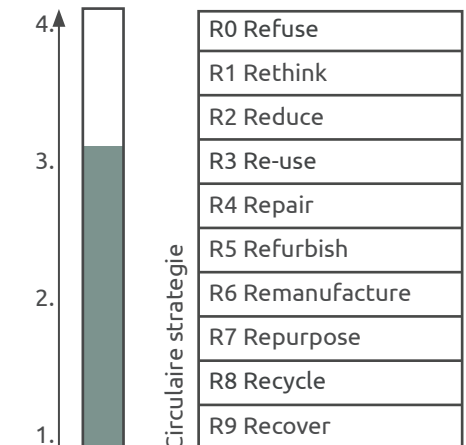
Figuur 98. Biocomposiet brug Eindhoven



Figuur 99. Accoya brug in Sneek



Figuur 100. Accoya Mozes brug



**Bronnen**  
[www.biobound.nl](http://www.biobound.nl)  
[www.accoya.nl](http://www.accoya.nl)

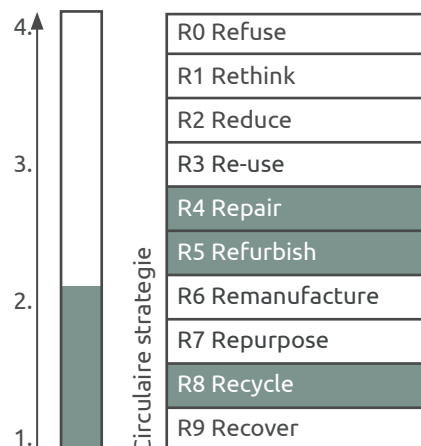




Figuur 101. Modulaire plastic straat



Figuur 102. Plastic straat opbouw



**Bronnen**  
[www.plasticroad.eu](http://www.plasticroad.eu)

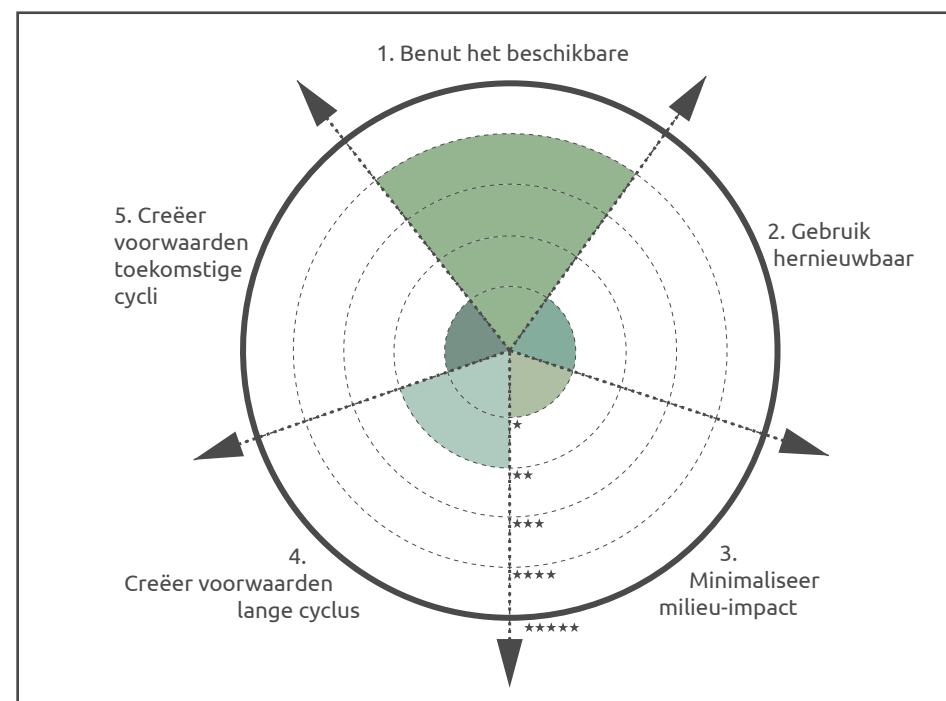
# PLASTIC STRAAT

Nederland kent meer dan 140.000 km aan wegdek. Dit wegdek wordt al jaren op traditionele wijze neergelegd. Bij aanpassingen aan de leidingen moet het wegdek geheel worden opgebroken. KWS komt daarom met het PlasticRoad-concept, een prefab, modulaire en holle wegconstructie op basis van gerecycled plastic. De PlasticRoad is snel aan te leggen, en het onderhoud is sneller, makkelijker en efficiënter uit te voeren ten opzichte van traditionele wegen. In de holle

ruimte kan water worden gebufferd en worden kabels en leidingen aangelegd, die makkelijk te bereiken, repareren en vervangen zijn.

## Aandachtspunten

Er zijn wel aandachtspunten. Zo kunnen er microplastics terecht komen in het milieu, en slijt de straat sneller dan een gewone straat, wat de levensduur verkort. De straat valt ook alleen op rechte stukken weg aan te leggen, wat in de praktijk weinig voorkomt.





# NIEUWE (STEEN)MENGSELS

In de bouw downcyclen we al jaren oud beton en steen door het te granuleren tot toeslagmateriaal. Jaarlijks gebruiken we ca. 23 miljoen ton bouw- en sloopafval voor de productie van steenachtig granulaat. De milieuwinst hiervan is beperkt, omdat het breken, granuleren, verwerken en transporteren van het afval veel energie kost. Ook is het toepassen van puingranulaat downcycling: het is niet te vergelijken met tweede leven cement zoals Freemant (p.25), waar het beton volledig wordt gescheiden in de originele grondstoffen waardoor die opnieuw hoogwaardig toepasbaar zijn. Gelukkig speelt recycling, i.p.v. downcycling een steeds grotere rol: zo heeft ProRail in samenwerking met Studio Wae en Vest Infra oude tegels van station Anna Paulowna laten scheiden in de grondstoffracties en verwerkt in nieuwe tegels voor het station Bunde. Voor de juiste sterkte is wat nieuw cement toegevoegd aan de gerecyclede tegels.

Daarnaast is een scala aan bedrijven bezig met de productie van nieuwe grondstoffen, toepasbaar in beton, asfalt of andere steenmengsels, waardoor de duurzaamheid van het eindproduct toeneemt.

Kaumera produceert een biobased grondstof die uit slibkorrels wordt

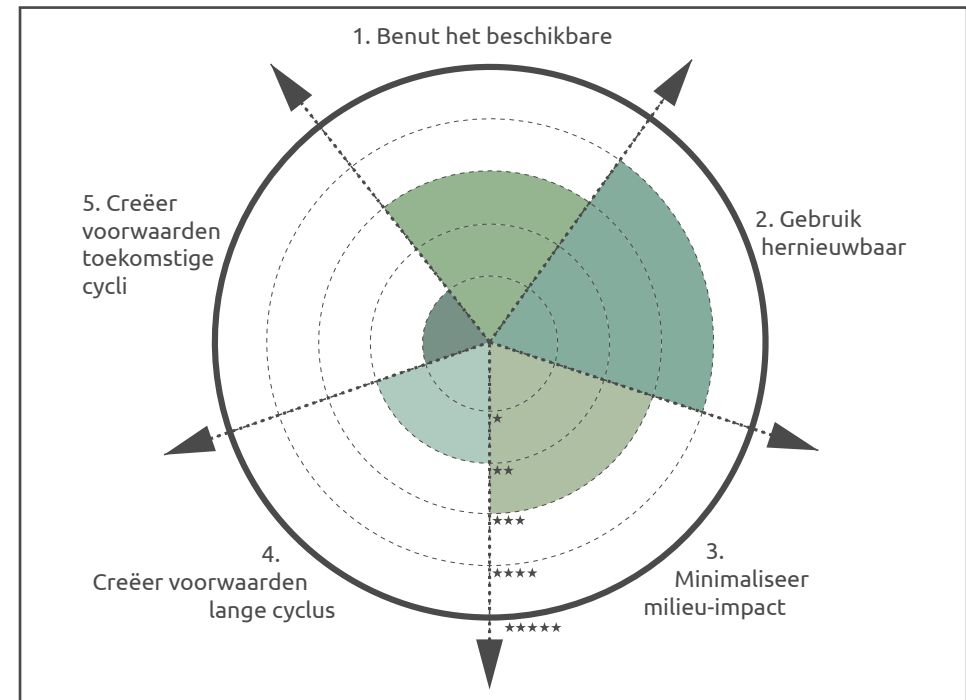
gewonnen die zich vormen bij afvalwaterzuiveringsproces. De grondstof is veelzijdig toepasbaar, van toepassingen in de landbouw tot de toepassing als een additief in beton waardoor het beton niet te snel uithardt en scheurvorming wordt voorkomen.

Bio Bound maakt betonproducten voor de inrichting van de buitenruimte met daarin olifantsgras als toeslagmateriaal.

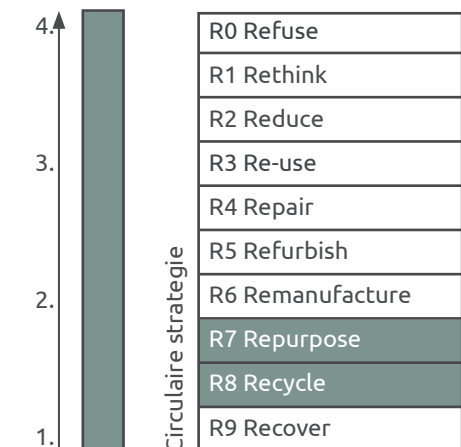
Ook andere partijen zijn bezig met biobased grondstoffen: Wageningen Food & Biobased Research boekt vooruitgang: ze vervangen de helft van fossiel bitumen in asfalt door het natuurlijke bindmiddel lignine. Daarmee is een fietspad van bio-asfalt geplaatst op de campus van de Wageningen universiteit.

Waterzuiveraars die grondstoffen leveren zoals cellulose kunnen ook bijdragen aan de circulaire economie: in het project 'Vazena' zijn zulke cellulosevezels toegepast als afdruiptremmer in het asfalt van een fietspad.

Netics past baggerspecie uit de sloot toe om betonblokken te maken voor het bouwen en verstevigen van dijken, met de sterkte van traditioneel beton.

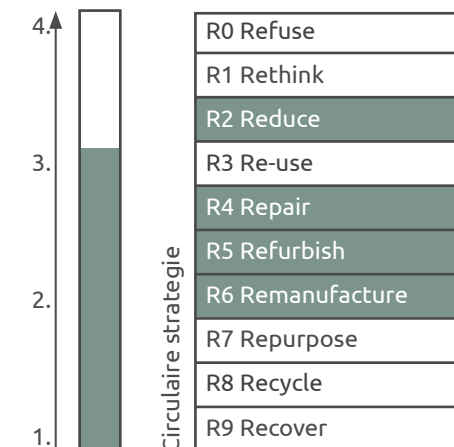
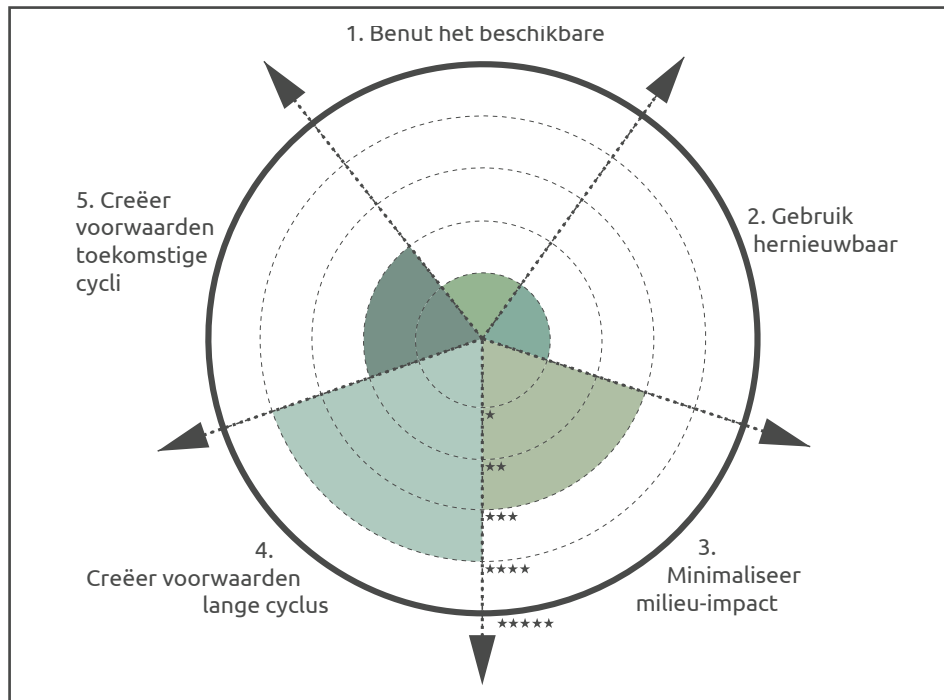


Figuur 103. Gerecyclede tegels in Bunde

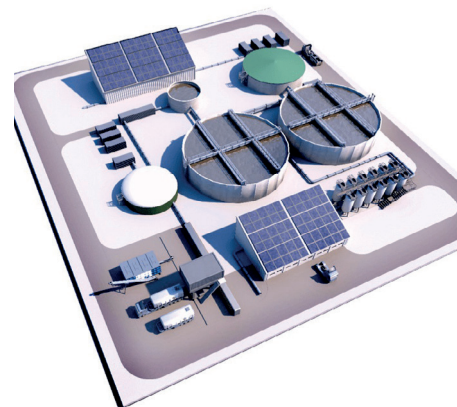


## Bronnen

[www.prorail.nl](http://www.prorail.nl)      [www.netics.nl](http://www.netics.nl)  
[www.studiowae.nl](http://www.studiowae.nl)      [www.cell-vation.com](http://www.cell-vation.com)  
[www.kaumera.com](http://www.kaumera.com)      [www.wur.nl](http://www.wur.nl)  
[www.biobound.nl](http://www.biobound.nl)



**Bronnen**  
[www.verdygo.com](http://www.verdygo.com)



Figuur 104. Verdygo opzet

# INNOVATIEVE WATERZUIVERING

Ook in de waterzuivering is (circulaire) innovatie aan de gang. Traditionele waterzuiveringsinstallaties worden gebouwd om een lange periode te blijven staan. Om dat te bereiken worden robuuste constructiemethodes met de toepassing van ondergronds beton- en leidingwerk gebruikt. Het bouwen en onderhouden van traditionele rioolwaterzuiveringsinstallaties is daarom duur in tijd en geld. Als de eisen en wensen veranderen, is de installatie bovendien moeilijk aan te passen.

Het Waterschapsbedrijf Limburg ontwikkelde Verdygo: een nieuwe ontwerp- en bouwtechniek voor een

modulaire, flexibele en duurzame waterzuiveringsinstallatie.

Verdygo wordt bovengronds gebouwd en ontworpen in de vorm van plug- en play modules die in standaard containers passen en dus makkelijk vervoerbaar zijn. Door de modulariteit kunnen componenten makkelijk worden toegevoegd en verwijderd, en de installatie worden aangepast op de wensen van de gebruiker.

Verdygo vermindert bouw- en onderhoudskosten, gebruikt minder energie en stimuleert hergebruik van bestaande modules.



Figuur 105. Verdygo bovengrondse tanks

# NAWOORD

Dit boek bevat inspirerende voorbeelden van circulaire producten en diensten waar u mee aan de slag kunt in uw bouwpraktijk. Om toe te gaan naar een circulaire economie, is het namelijk hoog tijd om woorden om te zetten naar daden.

Wees vooral creatief in hoe u producten en diensten toepast in uw bouwpraktijk. De milieuwinst van elk product of dienst valt of staat namelijk met het ontwerp en de uitvoering en later het onderhoud en de herbruikbaarheid.

Pak daarom de handschoen op, en laten we samen versnellen naar een circulaire economie in Nederland.



# LITERATUURLIJST

## Duurzaam interieur

- <https://www.dgbc.nl/tools/insideinside-voor-duurzaam-interieur-8>
- <https://www.ahrend.com/nl/mvo/onze-circulaire-aanpak/>
- <https://www.insideinside.nl>
- <https://www.gispen.com/nl/circulaire-economie>
- <https://www.desko.nl/>

## Keuken als dienst

- <https://www.bribus.nl/nieuws/bericht/2019/02/01/de-circulaire-keuken-van-de-tu-delft-en-bribus>
- <https://www.tudelft.nl/2018/tu-delft/tu-delft-ontwerpt-milieuvriendelijke-keuken-voor-het-leven/>

## Plaatmateriaal uit afval

- <http://www.compakboard.eu>
- <https://www.duurzaambedrijfsleven.nl/recycling/10735/ketenpartijen-maken-plaatmateriaal-uit-rietafval-mogelijk>
- <https://ecoboardinternational.com>
- <https://ecorglobal.com>
- <https://typhaboard.com/>

## Hergebruikte houten vloer

- [www.herso.nl](http://www.herso.nl)
- [www.oudeplank.nl](http://www.oudeplank.nl)
- <https://circl.nl>

## Circulaire vloerafwerking

- <https://www.forbo.com/corporate/en-gl/>

## Meubels als dienst

- <https://www.sprout.nl/artikel/e-steps-blijken-helemaal-niet-milieuvriendelijk-te-zijn>
- <https://www.opnieuw.nl/>
- <https://www.desko.nl/>
- <https://www.ahrend.com/nl/services/furniture-as-a-service/>

## Badkamer in een dag

- <https://www.hemubo.nl/project/badkamer-in-een-dag/>

## Circulaire tegels

- <https://www.mosa.com/nl-nl>

## Demontabele binnenwand

- <https://www.flexiwall.nl/verplaatsbare-wanden/>
- <https://www.sepawand.nl/>
- <https://www.quickpanell.com/>
- <https://www.knauf.nl/knauf-circulaire-bouwsystemen>
- <https://intermontage.nl/producten/systeemwanden/glazen-systeemwand/>

## Licht als dienst

- <https://www.lighting.philips.nl/systemen/aanbod-van-pakketten/winkels-en-horeca/light-as-a-service-retail>
- [https://images.philips.com/is/content/PhilipsConsumer/PDFDownloads/Netherlands/ODLI20170605\\_001-UPD-nl\\_NL-Light\\_as\\_a\\_Service\\_Retail\\_Brochure\\_NL.pdf](https://images.philips.com/is/content/PhilipsConsumer/PDFDownloads/Netherlands/ODLI20170605_001-UPD-nl_NL-Light_as_a_Service_Retail_Brochure_NL.pdf)
- <https://www.trilux.com/en/>

## Geïntegreerde installatie

- <https://factoryzero.nl/>
- [https://www.atechenergy.nl/Netherlands/ODLI20170605\\_001-UPD-nl\\_NL-Light\\_as\\_a\\_Service\\_Retail\\_Brochure\\_NL.pdf](https://www.atechenergy.nl/Netherlands/ODLI20170605_001-UPD-nl_NL-Light_as_a_Service_Retail_Brochure_NL.pdf)
- <https://www.nathan.nl/oplossingen/nathan-energiemodule/>

## Klimaatinstallatie als dienst

- 'ESCo voor wederzijds voordeel en gratis energiebesparing'; Agentschap NL; Utrecht, januari 2013; link: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/White%20paper%20ESCo%20voor%20wederzijds%20voordeel%20en%20gratis%20energiebesparing.pdf>

## Huishoudelijke water recycling

- Hydraloop.(2019, 21 maart) Hydraloop; innovatief, gecertificeerd en smart in-huis waterrecycling systeem. <https://www.buildingholland.nl/partnernieuws/20190321-hydraloop-innovatief-gecertificeerd-en-smart-in-huis-waterrecycling-systeem>
- <https://www.hydraloop.com/products>
- Intewa.(2016, september) Weekend house in the black forest.
- [https://www.intewa.de/fileadmin/user\\_upload/documents/Referenzen/DE\\_AL\\_Weekend\\_house\\_in\\_the\\_Black\\_Forest.pdf](https://www.intewa.de/fileadmin/user_upload/documents/Referenzen/DE_AL_Weekend_house_in_the_Black_Forest.pdf)
- <https://cleanawater.com.au/>

## Lift als dienst

- <https://www.mitsubishi-liften.nl/m-use/>
- <https://www.mitsubishi-liften.nl/news-tags/m-use/>

## Kruislaaghout

- <https://www.dearchitect.nl/techniek/nieuws/2019/03/noorse-toren-grijpt->

wereldrecord-houten-hoogbouw-101207894

- <https://www.archdaily.com/893442/cross-laminated-timber-clt-what-it-is-and-how-to-use-it>
- <https://www.thoma.at/>

#### **Tweede leven cement**

- <https://freement.nl/home/>
- <https://www.slimbreker.nl/>
- <http://www.bouwcirculair.nl/nieuws/030818/freement-nieuw-cement-uit-oud-beton?qs=erasmushttp%20www%20groeneffect%20nl%20project%20121217%20enorme%20daktuin%20voor%20nieuwbouw%20erasmus%20mc>

#### **Modulaire staalskeletten**

- <http://skellet.com/en/home-2/>
- <http://www.conxtech.com/>
- [http://www.skellet.nl/wp-content/uploads/2017/02/Skellet\\_brochure\\_NL.pdf](http://www.skellet.nl/wp-content/uploads/2017/02/Skellet_brochure_NL.pdf)
- <http://www.c2c-centre.com/product/building-supply-materials/conxl-and-conxr>

#### **Flexibele vloersystemen**

- [https://gratis-publicaties.bouwenmetstaal.nl/pdf\\_serve.lasso?p=pdf&n=Duurzame%20stalen%20vloersystemen-1.pdf&pub=158-1.pdf](https://gratis-publicaties.bouwenmetstaal.nl/pdf_serve.lasso?p=pdf&n=Duurzame%20stalen%20vloersystemen-1.pdf&pub=158-1.pdf)
- <https://www.cepezed.nl/projects/149-ides-vloer>
- <https://www.slimlinebuildings.com/slimline-concept.php>

#### **Circulaire kanaalplaatvloer**

- <https://vbi.nl/producten/>

#### **Demontabele gevelsteen**

- <https://www.daasbaksteen.nl/>
- [www.facadeclick.be](http://www.facadeclick.be)
- Een verkenning van de milieu-impact van circulair bouwen in de woning- en utiliteitsbouw, 2017, TNO

#### **Modulaire woningen**

- <https://www.sustainerhomes.nl/concept/>
- <http://bilt.info>
- <https://www.snelwoning.nl>
- <https://www.optimaat.nl>
- <https://www.heijmans.nl/en/heijmans-one/>

#### **Verduurzaamd zachthout**

- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263822318334263>
- <https://www.thermowood.fi/>
- <https://www.accoya.com/nl/>

#### **Calostat**

- <https://www.calostat.com>
- <https://www.calostat.com/product/aerosil/downloads/calostat-epd-english.pdf>
- [https://static.rockwool.com/globalassets/rockwool-es/herramientas/certificados/daps/ROCKWOOL\\_DAP-RW-Europa.pdf](https://static.rockwool.com/globalassets/rockwool-es/herramientas/certificados/daps/ROCKWOOL_DAP-RW-Europa.pdf)

#### **Secundaire isolatie**

- <https://isofloc.com/>
- <https://www.everuse.com/>
- <https://www.eco-bouwmaterialen.nl/isolatiematerialen-natuurlijk-duurzaam-ecologisch/metisse-isolatie/>

#### **Biobased isolatie**

- <https://www.thermo-natur.de/>
- <https://www.isovlas.nl/>
- <https://www.xn--dmmjute-5wa.at/>

#### **Kozijn uit sloophout**

- <https://www.velux.nl/producten/velux-dakraam/velux-dakraam-van-reclaimed-hout>
- <https://www.velux.nl/ons-bedrijf/maatschappelijk-verantwoord-ondernemen/nederlandse-initiatieven>
- <https://www.velux.nl/ons-bedrijf/maatschappelijk-verantwoord-ondernemen/nederlandse-initiatieven>

#### **Gevel als dienst**

- <https://www.gevelbouw.info/artikel/de-integrale-gevel-als-een-service/>
- Afbeeldingen: VMRG

#### **Circulair kozijn**

- <https://www.trebbe.nl/nieuws/spectaculair-circulair/>
- <https://www.westerveld-nederlof.nl/producten/houten-kozijnen>

#### **Groene gevel**

- <https://www.copijn.nl/groenaanleg-en-beheer/groene-wand/>
- <http://wallflore.nl/>
- <https://www.sempergreen.com/>
- <https://www.cobouw.nl/bouwbreed/artikel/2019/01/269063-101269063>

#### **Blauwgroen dak**

- <https://www.mijnwaterfabriek.nl/product/groenblauw-dak-waterberging-en-koeling>
- <https://www.rooftoprevolution.nl/water-op-groene-daken/>
- <https://www.rooftoprevolution.nl/water-op-groene-daken/>
- Eco-friendly and green roof by Couvreur Dubuc

### **Gerecycled bitumendak**

- <https://citumen.nl>
- <https://www.dakenmilieu.nl>
- <http://www.brn.nl/>
- <https://www.bouwwereld.nl/producten/citumen-circulaire-bitumen-dakbedekking/>
- Wald1siedel. (2016, 14 oktober). [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bitumen-Schwei%C3%9FbahnenFl%C3%A4mmenAufbringen\\_12.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bitumen-Schwei%C3%9FbahnenFl%C3%A4mmenAufbringen_12.jpg)

### **Roostergoed dak substraat**

- <http://www.blauwdak.nl/>
- komieuitrotterdamdan. (2018, 18 oktober) Vochtige doekjes, tampons en condoms uit wc worden groen dak.
- <https://komieuitrotterdamdan.nu/2018/10/18/vochtige-doekjes-tampons-en-condoms-uit-wc-worden-groen-dak/>
- <https://radmat.com/category/product-data/blue-roof/>

### **Marktplaats secundaire materialen**

- <https://bouwkringloop.repurpose.nl/>
- Jongert, J. (2016, 06 januari). Oogstkaart: de marktplaats voor professionele upcyclers.
- <https://www.circulairondernemen.nl/oplossingen/de-marktplaats-voor-professionele-upcyclers>
- <https://www.oogstkaart.nl/>
- <https://www.bruggenbank.nl/>
- <https://excessmaterialsexchange.com/>
- [https://gebruiktebouwmaterialen.com/?gclid=EAlaIqobChMInsLouNj25gIVCOh3Ch0QCAGJEAYASAAEgLyMPD\\_BwE](https://gebruiktebouwmaterialen.com/?gclid=EAlaIqobChMInsLouNj25gIVCOh3Ch0QCAGJEAYASAAEgLyMPD_BwE)
- <http://www.overbijeoverheid.nl/>

### **Modulaire woningen**

- <https://www.sustainerhomes.nl/concept/>
- <http://bilt.info>
- <https://www.snelwoning.nl>
- <https://www.optimaat.nl>
- <https://www.heijmans.nl/en/heijmans-one/>

### **Circulaire inrichting openbare ruimte**

- <https://www.streetlife.nl/nl/producten/drifter-banken>
- <https://www.ad.nl/den-haag/koninklijke-straatnaamborden-voortaan-van-bamboe~ad3569bf/>
- <https://www.amsterdameconomicboard.com/en/nieuws/bermgras-als-groene-grondstof>
- <https://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/innovatie-en-duurzame-leefomgeving/duurzame-leefomgeving/circulaire-economie/biobased-innovaties/biobased->

[worteldoek.aspx](#)

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

### **Circulaire weginrichting**

- <https://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/innovatie-en-duurzame-leefomgeving/duurzame-leefomgeving/circulaire-economie/index.aspx>
- Afbeeldingen: eigendom van Rijkswaterstaat

### **Groene geluidswal**

- <http://www.greenwall.nl/>

### **Weg als dienst**

- <https://www.duravermeer.nl/nieuws/-circulaire-wegasaservice-casus-binnen-nieuwe-coalitie>

### **Circulair viaduct**

- <https://www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/innovatie-en-duurzame-leefomgeving/duurzame-leefomgeving/circulaire-economie/bouw-circulair-viaduct-bij-kampen/index.aspx>

### **Biobased bruggen**

- <https://www.tue.nl/nieuws/nieuwsoverzicht/24-10-2016-s-werelds-eerste-brug-van-biocomposiet-op-campus-tu-eindhoven/>
- <https://www.nemokennislink.nl/publicaties/onverwoestbare-brug-bij-sneek/>
- <https://www.accoya.com/nl/projecten/project/verkeersbruggen-in-de-zwaarste-verkeersklasse-nederland/>

### **Plastic straat**

- <https://www.plasticroad.eu/en/>

### **Nieuwe steenmengsels**

- [www.prorail.nl](http://www.prorail.nl)
- [www.studiowae.nl](http://www.studiowae.nl)
- [www.kaumera.com](http://www.kaumera.com)
- [www.biobound.nl](http://www.biobound.nl)
- [www.netics.nl](http://www.netics.nl)
- [www.cell-vation.com](http://www.cell-vation.com)
- [www.wur.nl](http://www.wur.nl)

### **Innovatieve waterzuivering**

- <https://www.verdygo.com/>



