

Bouwen voor een circulaire economie

Ontwerpkwaliteiten om architecten en
opdrachtgevers te begeleiden en inspireren



LE BATI
BRUXELLOIS
SOURCE DE
NOUVEAUX
MATERIAUX

VUB



ARCHITECTURAL
ENGINEERING

Circulaire ontw



Gebruik bouwdelen en -componenten die al aanwezig zijn op de site of die elders zijn gerecupereerd

Hergebruikt



Ga op zoek naar bouwcomponenten gemaakt van rest- of afvalmateriaal

Gerecycleerd



Gebruik componenten die het milieu of de mens niet schaden tijdens (her)gebruik of recyclage

Veilig en gezond



Geef de voorkeur aan componenten die bestaan uit één materiaal in plaats van meerdere

Zuiver



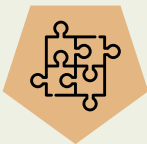
Ontwerp bouwcomponenten die eenvoudig vast te nemen en te verplaatsen zijn

Hanteerbaar



Integreer componenten zo dat ze makkelijk en zonder schade bereikt en gerecupereerd kunnen worden

Toegankelijk



Gebruik bouwcomponenten die verwisseld en ge(her)combineerd kunnen worden

Compatibel



Ontwerp gebouwen en ruimtes die veranderende behoeftes en vereisten ondersteunen zonder aanpassingen

Polyvalent

Circulaire ontwerpkwaliteiten maken het mogelijk om gebouwen te

recycleren of hernieuwen. Overloop ze en bepaal welke kwaliteiten het meest belangrijk zijn voor uw project.

Verpkkwaliteiten



Gebruik materialen die continu geproduceerd kunnen worden door verantwoorde land- en bosbouw

Hernieuwd



Kies materialen die biologisch afgebroken kunnen worden tot natuurlijke stoffen

Bioafbreekbaar



Kies componenten die de slijtage van gebruik en hergebruik weerstaan.

Robuust



Kies voor simpele en duidelijke oplossingen in plaats van moeilijke

Eenvoudig



Zorg dat het mogelijk is verbindingen los te maken zonder schade aan de componenten die ze verbinden

Omkeerbaar



Breng componenten zo samen dat ze structureel, functioneel en vormelijk autonoom blijven

Onafhankelijk



Introduceer diversiteit in plaats van een uniforme oplossing

Gevarieerd



Erken en ontwikkel de kwaliteiten die een plek biedt op een verantwoorde manier

Locatie en site

...ouwen en bouwcomponenten effectiever te hergebruiken,

...al uw ambities vanaf het begin van een project.

Meer en meer gebouwen en bouwproducten worden als “circulair” bestempeld.

Zo worden verlichtingsarmaturen of interieurafwerking bijvoorbeeld via leasing aangeboden of worden gebouwen samen met onderhoudsdiensten en materiaalpaspoorten verkocht. Maar volgen deze producten materiaalstromen effectief en efficiënter gesloten dan hun traditionele alternatieven?

Deze vraag is moeilijk te beantwoorden en toont dat de overgang van een lineair take-make-waste-model naar een circulaire bouwpraktijk een uitdaging is. Als we weten dat de levensduur van een bouwproduct bovendien erg uitgestrekt is en dat de verantwoordelijkheid over een gebouw regelmatig overgedragen wordt, is het moeilijk te garanderen dat een product nooit als afval zal eindigen. Daarvoor zijn heel wat veranderingen nodig in onze economie, onze wetgeving en ons gedrag. De meeste daarvan liggen niet in handen van een architect of ingenieur. Toch zijn gesloten materiaalstromen mogelijk en haalbaar, en kunnen ze zelfs worden aangemoedigd door het maken van doordachte en geïnformeerde ontwerpkeuzes. Dus, let's design out waste!

Bouwen voor een circulaire economie

Ontwerpkwaliteiten om architecten en
opdrachtgevers te begeleiden en inspireren



LE BATI
BRUXELLOIS
SOURCE DE
NOUVEAUX
MATERIAUX



ARCHITECTURAL
ENGINEERING

Inhoudstafel

Een gids vol inspiratie p. 5

Wat kan ik hieruit leren?
Wat is een “circulair” gebouw?

1. Strategieën p. 7

Ontwerpen voor een lange levensduur
Ontwerpen voor demontage en selectieve sloop
Ontwerpen voor hergebruik

2. Kwaliteiten p. 9

- | | |
|---------------------|---------------------|
| 1. Hergebruikt | 9. Hanteerbaar |
| 2. Gerecycleerd | 10. Toegankelijk |
| 3. Hernieuwd | 11. Omkeerbaar |
| 4. Bioafbreekbaar | 12. Onafhankelijk |
| 5. Veilig en gezond | 13. Compatibel |
| 6. Zuiver | 14. Polyvalent |
| 7. Robuust | 15. Gevarieerd |
| 8. Eenvoudig | 16. Locatie en site |

3. Concepten p. 43

Tussen bouwen volgens levensduurlagen en drager en inbouw
Tussen kit-of-parts en open bouwsystemen
Tussen gebouwen als materialenbanken en urban mining

4. Meer acties en kansen p. 47

Referenties p. 50

Bij erfgoedprojecten zijn nieuwe interventies vaak onafhankelijk van en op een omkeerbare manier verbonden met de bestaande structuur om de waarde van deze laatste behouden. Paviljoen in het Groot Vleeshuis in Gent (BE), arch. Coussée & Goris (foto: Wim Van Nueten)



**We hebben geen nood aan permanente oplossingen
voor veranderende behoeftes, maar aan een
dynamische gebouwde omgeving die samen met
gebruikerseisen kan evolueren.**

Een gids vol inspiratie

Specifieke ontwerpkeuzes die de levensduur van gebouwen verlengen en materiaalstromen sluiten, zijn belangrijke instrumenten voor de transitie naar een circulaire bouwconomie. Dit boekje bundelt daarom de inzichten van ontwerpers, onderzoekers en andere organisaties uit Brussel en elders over het ontwerpen van gebouwen die klaar zijn voor verandering en circulariteit.

Deze publicatie biedt een houvast aan ontwerpers en bouwheren door complementaire ontwerpstrategieën, -kwaliteiten en -concepten. Zo kunnen zij een geschikt bouwconcept ontwikkelen en doordachte keuzes maken. Het bevat ook een reeks acties zodat architecten en hun klanten circulariteit in de praktijk kunnen toepassen en de voordelen en kansen van een circulaire economie verder kunnen ontdekken.

1. Strategieën

Om de gebouwde omgeving en bouwsector circulair te maken, kunnen ontwerpers en bouwheren enkele basisstrategieën toepassen. Ontwerpt

u met het oog op een lange levensduur, demontage of hergebruik?

2. Kwaliteiten

Circulaire ontwerpkeuzes maken het mogelijk om gebouwen en bouwcomponenten effectiever te hergebruiken, recyclen of hernieuwen. Overloop ze en bepaal uw ambities vanaf het begin van een project.

3. Concepten

Verscheidene ontwerpconcepten uit de vroegere en recente ontwerppraktijk combineren circulaire ontwerpkeuzes, aangepast aan een specifieke projectcontext. Maak uzelf vertrouwd met de meest typische concepten.

4. Meer acties

Ten slotte maakt een reeks strategische acties de toepassing van elke ontwerpkeuze nog net iets makkelijker. Zoek naar kansen of creëer zelf de juiste omstandigheden voor een succesvol "circulair" gebouw.

Dit boekje heeft niet als doel volledig te zijn, maar schetst een kader en moet zich verder ontwikkelen samen met de kennis in dit domein. Dat vereist uitgebreide testen en evaluaties van elke ontwerpstrategie en -kwaliteit, alsook meer voorbeeldprojecten.

Dit document heeft ook uw suggesties en input nodig. Deel uw ervaringen op onze website en ontdek er de meest recente bevindingen van anderen: www.vub.be/arch/circulardesign.

Wat kan ik hieruit leren?

Circulaire ontwerpqualiteiten dagen de keuzes van **architecten en adviserende ingenieurs** uit. Dat doen ze met het oog op toekomstbestendige gebouwen en een circulaire economie. Ook helpen ze ontwerpers om hierover met hun klanten te communiceren.

Circulaire ontwerpqualiteiten bieden **productontwikkelaars en -fabrikanten** een kans om het gebruiks- en hergebruikspotentieel van hun producten te evalueren bij te sturen. Zo maken ook zij de overgang van een lineaire naar een circulaire maatschappij.

Tot slot reiken circulaire ontwerpqualiteiten **opdrachtgevers, zowel particulieren als professionelen**, principes en criteria aan die helpen

de ontwerpambities en -behoeftes te bepalen. Denk aan de aanpasbaarheid van een gebouw of de circulariteit van een materiaalstroom.

Wat is een “circulair” gebouw?

Binnen het idee van een duurzame, circulaire economie moet een gebouw ontworpen worden met hergebruikte, gerecycleerde of hernieuwde onderdelen, en dit op zo'n manier dat die componenten die kringloop zullen blijven volgen. Zo blijven gebouwen en hun onderdelen waardevol en gaan grondstoffen nooit verloren.

Als we ook erkennen dat gebouwen nooit “af” zijn, maar deel uitmaken van een proces, en dat dit een van de redenen is voor het grote aandeel van de bouwsector in onze ecologische voetafdruk, dan moeten we stilstaan bij hoe we bouwen, en wat we bouwen. We hebben geen nood aan permanente oplossingen voor tijdelijke en veranderende behoeftes, maar aan een dynamische gebouwde omgeving die samen met technische ontwikkelingen en gebruikerseisen kan evolueren.

1. Strategieën

**Om de consumptie van nieuwe en niet-
hernieuwbare grondstoffen te verminderen,
kunnen gerecupereerde bouwcomponenten
opnieuw gebruikt worden.**

Ontwerpers en bouwheren kunnen een circulaire bouwpraktijk op verschillende manieren ondersteunen. Enerzijds is het mogelijk om de capaciteit van elk gebouw te optimaliseren. Een gebouw dat aan de vereisten en behoeftes van verschillende gebruikers voldoet, blijft nuttig, heeft een langere levensduur en behoudt zijn waarde. Anderzijds is het mogelijk om het beheer van alle gebouwgerelateerde materiaalstromen te optimaliseren om zo de afvalproductie en uitputting van natuurlijke grondstoffen te vermijden en dus de milieu-impact van het gebouw te minimaliseren.

Ontwerpen voor een lange levensduur

In een circulaire ontwerp- en bouwpraktijk kan men vermijden

iets nieuws te moeten bouwen door wat al aanwezig is te (re)evalueren, te restaureren of renoveren. Verschillende architecturale kwaliteiten zorgen ervoor dat de waarde van een gebouw na verloop van tijd behouden blijft, wat onderhoud en herstel makkelijker maakt en de huidige en toekomstige levensduur kan verlengen. Deze omvatten strategische kwaliteiten, zoals de locatie van een gebouw, maar ook ruimtelijke kwaliteiten, zoals een polyvalente planopbouw.

Ontwerpen voor demontage en selectieve sloop

Om materiaalstromen te sluiten moeten componenten en materialen bovendien gerecupereerd worden zonder beschadigingen. Alleen zo blijft hun waarde behouden, wordt

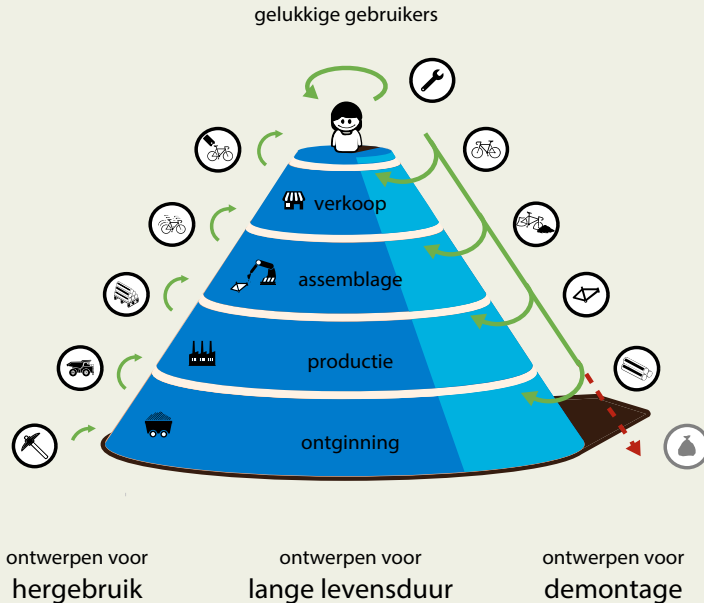
hun verwerking vergemakkelijkt en blijft de hoeveelheid afval beperkt. Daarom zijn verschillende technische ontwerpkeuzes van belang. Zij houden verband met ontwerpkeuzes over onder andere de duurzaamheid van componenten, hun onafhankelijke montage en de omkeerbaarheid van hun verbinding.

Ontwerpen voor hergebruik

Om de consumptie van nieuwe, niet-hernieuwbare grondstoffen te verminderen, kunnen gerecupereerde bouwcomponenten en -materialen tenslotte opnieuw gebruikt worden. Bouwcomponenten en -materialen moeten bijvoorbeeld veilig en gezond

zijn om te hergebruiken of zuiver om te recyclen.

Gesloten materiaalstromen zorgen voor milieubesparingen terwijl de blijvende waarde van gebouwen economische voordelen oplevert, maar de ontwerpkeuzes in dit boekje bieden nog andere voordelen en kansen. Binnen de literatuur worden deze voordelen vaak voorgesteld als “circulair”, hoewel ze niet noodzakelijk verband houden met gesloten materiaalstromen. Dit betekent echter niet dat die voordelen niet van waarde zijn. Zo vergemakkelijken aanpasbare gebouwen inspectie, onderhoud en kleine herstellingen, en is er minder hinder tijdens renovaties.



De waardeheugel voor circulair bouwen (vrij naar Achterberg, E., Hinfelaar, J. & Bocken, N.)

2. Kwaliteiten

Streef naar een uniek evenwicht van alle kwaliteiten binnen de specifieke context van het project.

Voor u de volgende bladzijden leest, geven we eerst enkele woorden uitleg over hoe de ontwerpqualiteiten gebruikt kunnen worden. Het zijn inzichten die zijn verzameld tijdens de eerdere toepassing van deze kwaliteiten in de praktijk.

Ten eerste, **gebruik ontwerpqualiteiten als kwaliteiten**. Maak er een ambitie van of overloop ze tijdens het vergelijken van ontwerpalternatieven. De kwaliteiten hebben hun toegevoegde waarde al bewezen als evaluatiekader indien ze gehanteerd worden vanaf het begin van het ontwerpproces, ongeacht of dat proces een conventionele programmatie, een scenarioplanning of een co-creatiestrategie volgt.

Ten tweede, **verwacht geen zwart-wit keuzes** en ook geen rode, oranje of groene oplossingen, maar streef naar een uniek evenwicht van alle kwaliteiten binnen de specifieke context van het project. Het is belangrijk dat men zich

bij het maken van de ontwerpkeuzes bewust is van de gevolgen op lange termijn. Daarin ligt een cruciale rol en verantwoordelijkheid voor de ontwerper en bouwheer. Wetende dat de toekomst onzeker is, lijkt het in het belang van alle betrokkenen om de opties die het meest veerkrachtig en robuust zijn te verkiezen.

Ten derde, **vermijd het selecteren van slechts enkele kwaliteiten**, hoewel het soms onmogelijk is ze allemaal te evalueren en vervullen. Sommige zijn zeer specifiek en andere zijn misschien zelfs tegenstrijdig. Communiceer daarom goed over de aspecten die wel en niet worden overwogen en de redenen daarvoor. In situaties waarin alleen bouwproducten kunnen worden geëvalueerd omdat er nog geen ontwerp is, moet de beoordelaar bovendien weten dat keuzes op één niveau de voordelen van de kwaliteiten op een ander niveau in gevaar kunnen brengen.



(foto: Allard van der Hoek)

VILLA WELPELOO

2012Architecten, nu Superuse Studios

Enschede (NL), 2009

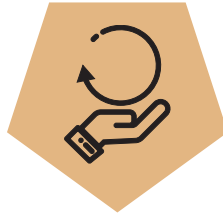
Villa Welpeloo van Superuse Studios toont aan dat het mogelijk is om bestaande componenten te hergebruiken. Stalen balken van oude textielmachines werden bedekt met hout van kabelhaspels. Het materiaal fungeerde bovendien als stimulans om het ontwerp verder te ontwikkelen en te verbeteren. "Er was nood aan nieuwe vormen en innovatieve methodes om de gerecupereerde materialen te incorporeren", zeggen de ontwerpers.



(foto: Allard van der Hoek)

HERGEBRUIKT

Gebruik bouwdelen en -componenten die al aanwezig zijn op de site of die elders zijn gerecupereerd.



Voordelen

Hergebruik verlengt de levensduur, vermijdt verspilling en vermindert de consumptie van grondstoffen. Hergebruik op de site kan ook transport en lokale hinder beperken.

Verwant concept

Gebouwen als materialenbank

Acties en advies

Maak een overzicht van bestaande onderdelen en componenten. Vul aan met een duidelijke omschrijving zodat ze zeker te traceren zijn.

Overweeg om componenten te herstellen of om te bouwen voor dezelfde of een andere functie.

Voorzie tijd en budget voor surveys en haalbaarheidsonderzoek en maak plaats voor tijdelijke opslag.

Vertrouw op ervaren handelaars en neem vanaf het begin een aannemer onder de arm om de kwaliteit van de gerecupereerde componenten te garanderen.

Stel prioriteiten als het niet haalbaar is om volledige delen te hergebruiken. Geef de voorkeur aan delen met een grote waarde, ter plaatse of elders.



(foto: Lendager UP)

COPENHAGEN TOWERS II: AKOESTISCHE PANELEN UIT PET-VILT

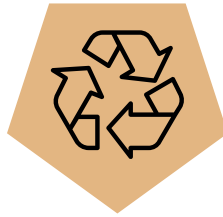
Lendager Group

Kopenhagen (DK), 2016

De Lendager Group ontwierp voor het project Copenhagen Towers II in Ørestad akoestische panelen uit gerecycleerde PET-flessen. Die flessen werden gewassen, gesorteerd en vermalen, verwarmd en geëxtrudeerd tot onbewerkte PET-vezels. Het gebruik van PET-vilt als akoestisch element geeft waarde aan plastic afval. Bovendien beweren de ontwikkelaars dat “elke kilogram gerecycleerd plastic het milieu 1,5 kilogram CO₂ spaart” in vergelijking met nieuw plastic.

GERECYCLEERD

Ga op zoek naar bouwcomponenten gemaakt van rest- of afvalmateriaal.



Voordelen

Recycleren helpt de milieu-impact van de bouwsector te verkleinen door minder nieuwe grondstoffen te gebruiken en verbranding of storten van afval te verminderen.

Verwant concept

Urban mining

Acties en advies

Om het gebruik van nieuwe grondstoffen te beperken, legt u best een minimumpercentage gerecycleerd materiaal vast, en dit voor verschillende producten.

Geef de prioriteit aan gerecycleerde producten die lokaal te verkrijgen zijn en die op een energie-efficiënte manier verwerkt worden.

Zorg ervoor dat u duurzaamheids-, gezondheids- en andere vereisten kan garanderen om zo ongewenste neveneffecten te vermijden.



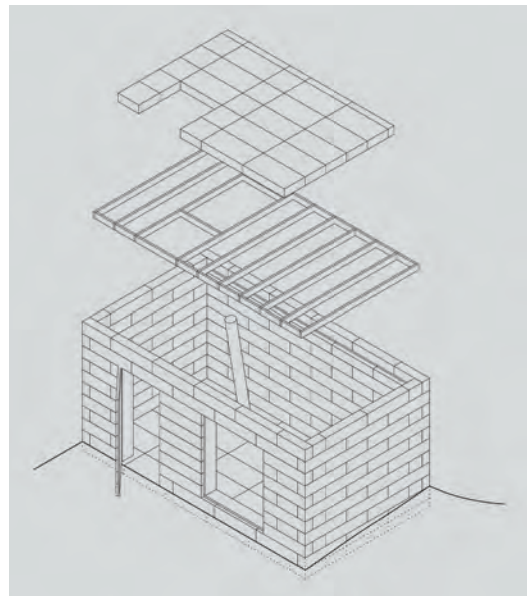
(foto: Lenny Codd)

CORK STUDIO

Studio Bark

London (GB), 2018

The Cork Studio, een tuinhuis, bestaat bijna uitsluitend uit kurk van de schors van de kurkeik (*Quercus suber*). Afgedankte kurkgranulaten van een wijnkurkproducent werden omgevormd tot vaste blokken door een verhittingsproces waarbij de kurk een natuurlijke hars vrijgeeft. De blokken werden in de gewenste grootte gesneden en ter plaatse samengevoegd. Water-, vuur- en degradatietesten toonden het potentieel van het materiaal aan. "We bouwen dit om het te bewijzen", zeggen de ontwerpers.



(tekening: Studio Bark)

HERNIEUWD

Gebruik materialen die continu geproduceerd kunnen worden door verantwoorde land- en bosbouw.



Voordelen

Sommige materialen zijn bijna oneindig beschikbaar dankzij biologische groei. Veel hernieuwde materialen dienen ook als een tijdelijke opslag voor het broeikasgas koolstofdioxide en kunnen opnieuw afgebroken worden.

Acties en advies

Vertrouw op goed gestaaftde labels die de verantwoorde ontginning en bevoorrading van het materiaal bevestigen.

Selecteer materialen die snel hernieuwd worden, materialen die minstens zo snel groeien als hun functionele levensduur.

Gebruik materialen die lokaal te verkrijgen zijn om zo de kost en de milieu-impact van het transport te verminderen.



(foto: architectengroep Barchi, Woonder cvba)

STRO

Architectengroep Barchi en Woonder cvba

Meerdere toepassingen

Stro wordt in de bouwsector al eeuwen gebruikt als isolatiemateriaal of als dakbedekking. Strobalen kunnen ook worden gebruikt als vulling van een ondersteunend skelet of kunnen gestapeld worden om de draagconstructie van het gebouw te vormen. In de juiste omstandigheden is dit hernieuwbare materiaal ook volledig composteerbaar na zijn functionele gebruik.



(foto: architectengroep Barchi, Woonder cvba)

BIOAFBREEKBAAR

Kies materialen die biologisch afgebroken kunnen worden tot natuurlijke stoffen.



Voordelen

Op het einde van hun levensduur gaan de bouwcomponenten van afbreekbare materialen niet verloren, maar kunnen ze worden omgezet in water, koolstofdioxide en biomassa. Het organisch materiaal kan dan op een verantwoorde manier hergebruikt of geloosd worden.

Acties en advies

Geef de voorkeur aan materialen die nu al gesorteerd en verzameld worden voor biocompostering.

Selecteer materialen die volgens gekende composteeromstandigheden snel en volledig afbreekbaar zijn.

Controleer of het gecomposteerde materiaal gebruikt kan worden als mulch of compost.



(foto: Arnaud Bouissou - Terra)

DENIM-ISOLATIE

Denim-isolatie bestaat uit vezels van jeansbroeken en sweaters die we zonder zorgen dag in dag uit dragen. Testen die de uitstoot van vluchtige organische verbindingen evalueren, bevestigen het ook: deze materialen zijn veilig en kunnen geplaatst worden zonder masker. Sommige denim-isolatieproducten bestaan echter niet alleen uit post-consumer katoen, maar worden ook behandeld met een vlamvertrager of gemengd met polyester.

VEILIG EN GEZOND

Gebruik componenten die het milieu of de mens niet schaden tijdens hun gebruik, hergebruik of recyclage.



Voordelen

Kiezen voor componenten die veilig en gezond zijn tijdens hun gebruik en bij de verwerking op het einde van hun levensduur maakt het makkelijker om ze in de toekomst te hergebruiken, om te bouwen en te recyclen. Zo kunnen materialenstromen effectief gesloten worden.

Verwante concepten

Gebouwen als materialenbank
Urban mining

Acties en advies

Controleer of materialen voldoen aan de huidige normen en reguleringen over milieu- en humane toxiciteit.

Vermijd materialen die vluchtige organische verbindingen of fijnstof vrijgeven met ongunstige gezondheidseffecten.

Kies niet voor materialen die de gezondheid en het welzijn van arbeiders bedreigen tijdens de demontage en verwerking.

Gebruik zo weinig mogelijk materialen waarvan de veiligheid in vraag gesteld wordt of in de toekomst mogelijk beperkt wordt.

Streef naar transparantie over de ingrediënten van de componenten met gedetailleerde tracementing en rapportering.



(foto: BC architects & studies, BC materials)

JACHTHUIS

BC architects & studies, BC materials
(BE), 2012

Dit jachthuis, gebouwd met stampleem, gaat op in het omliggende bos. Voor de muren produceerde men ter plaatse 30 m³ stampleem: de aarde werd opgegraven, gedroogd, vermengd met grind en dan samengeperst. Aangezien ze alleen bestaan uit lokale materialen en chemisch niet werden aangepast, kunnen ze ooit terug 'aarde' worden.



(foto: BC architects & studies, BC materials)

ZUIVER

Geef de voorkeur aan componenten die bestaan uit één materiaal in plaats van meerdere.



Voordelen

Componenten bestaande uit één materiaal moeten minder bewerkt worden voor hun recyclage of compostering. Hun zuiverheid maakt het sluiten van materiaalstromen tijds- en energie-efficiënter.

Verwant concept

Urban mining

Acties en advies

Vermijd samengestelde componenten en beperk de hoeveelheid verschillende materialen die in één product worden gecombineerd.

Selecteer onafgewerkte materialen die niet behandeld zijn met een andere chemische stof.

Controleer of de materialen in een samengestelde component handmatig of door industriële processen op een efficiënte manier kunnen worden gescheiden.

Voorkom mogelijke vervuiling van de materialen tijdens installatie, afwerking, productie of selectieve sloop.



(foto: Olivier Beart)

GERECUPEREERDE KERAMISCHE TEGELS

Rotor DC

Institut de Génie Civil, Luik (BE), 2014

In 2014 recupereerde Rotor DC meer dan 1 000 m² aan vloertegels, geproduceerd in het interbellum, uit het modernistische Institut de Génie Civil in Luik. De duurzame keramische tegels van de vloer van het instituut waren geplaatst in geometrische art-decopatronen, waren volledig intact en werden zorgzaam geïnventariseerd door Rotor DC. Zo was het mogelijk om de tegels een voor een weg te nemen. De meeste mortel kon met een pneumatische hamer verwijderd worden en de tegels werden met een hogedrukreiniger gespoeld nadat de resterende mortel met een biologisch zuur was verzacht.



(foto: Olivier Beart)

ROBUUST

Kies componenten die de slijtage van gebruik en hergebruik weerstaan.



Voordelen

Robuuste componenten doorstaan intensief gebruik, maar ook herhaalde demontage en selectieve sloop. Doordat ze hun waarde in de loop van de tijd behouden, kunnen ze gemakkelijker worden hergebruikt in de toekomst.

Verwante concepten

Bouwen volgens levensduurlagen
 Drager en inbouw
 Kit-of-parts
 Open bouwsystemen
 Gebouwen als materialenbank

Acties en advies

Selecteer componenten die een lange verwachte levensduur hebben of die al hergebruikt zijn.

Zoek materialen die robuust, sterk en tijdloos zijn en die op natuurlijke manier verouderen.

Gebruik componenten die makkelijk te repareren of om te bouwen zijn in plaats van componenten die volledig vervangen moeten worden.

Geef de voorkeur aan betrouwbare oplossingen die een beperkte reiniging, beperkt onderhoud of andere tussenkomsten vereisen.

Vermijd ongewenste beschadiging door robuuste details en voorkom vandalisme, corrosie, etc.

Ga op zoek naar de appreciatie van gebruikers, want een waardevol ontwerp kan erfgoed worden.



(foto: Jeroen Van Der Wielen)

PEOPLE'S PAVILION

Bureau SLA en Overtreders W

Dutch Design Week, Eindhoven (NL), 2017

Door het gebruik van geleend en gerecycleerd materiaal moesten de ontwerpers op zoek gaan naar een eenvoudige manier om de materialen van dit People's Pavilion te monteren en demonteren en ze intact te kunnen terugbrengen. Zo bestaat het geraamte bijvoorbeeld uit 19 houten componenten die samenhangen door middel van spanriemen en kabelbinders. Hoewel het niet nieuw is, "vereist het systeem een grondige controle, maar heeft het bijna geen ecologische voetafdruk", zeggen de ontwerpers.



(foto: Jeroen Van Der Wielen)

EENVOUDIG

Kies voor simpele en duidelijke oplossingen
in plaats van moeilijke.



Voordelen

Eenvoudige oplossingen zijn makkelijk te begrijpen en toe en aan te passen. Ze maken het recupereren van bouwcomponenten makkelijker en sneller en moedigen hun onderhoud, herstel en hergebruik aan.

Verwant concept

Gebouwen als materialenbank

Acties en advies

Beperk het totaal aantal (verschillende) componenten en verbindingen en vind kansen voor herhaling.

Kies voor componenten met standaarddimensies en maak gebruik van conventionele verbindingen.

Introduceer toleranties en marges om het bouwproces verder te vereenvoudigen.

Vermijd de behoefte aan expertise en kies voor oplossingen die kunnen worden aangepast zonder speciale kennis, vaardigheden of tools.

Zoek naar snelle montage- en demontagetechnieken, zoals in plug-and-play-systemen.



(foto: Lenny Codd)

BOX HOUSE: U-BUILD SYSTEM

Studio Bark / Structure Workshop / Cut and Construct

Bicester (GB), 2017

“Ontworpen door architecten, verbeterd door ingenieurs, gebouwd door u” is de slagzin van het zelfbouwsysteem U-Build. Het systeem wordt geleverd in bouwpakketten, geassembleerd in dozen en vervolgens gestapeld en vastgeschroefd om muren, vloeren en daken te vormen. Zo is het systeem naar verluidt eenvoudig en kosteneffectief. “De systeemcomponenten zijn ontworpen zodat één of twee mensen ze kunnen dragen en zij deze ook kunnen opbouwen met eenvoudig gereedschap waardoor een grote groep van de bevolking zelf kan bouwen”, zeggen de ontwerpers. Hun ultieme doel van het U-Build-systeem is om een duurzame en circulaire oplossing voor gebouwen aan te bieden in de context van een globale milieucrisis.

Het Nederlandse systeem JUST in CASE van Studio JVM (p. 46), het Brusselse MODS van MCB Atelier en WoonBox van Samenlevingsopbouw Brussel zijn vergelijkbare oplossingen. Hun onderdelen zijn gestandaardiseerd en ontworpen voor eenvoudig transport en (de)montage.

HANTEERBAAR

Ontwerp bouwcomponenten die eenvoudig vast te nemen en te verplaatsen zijn.



Voordelen

Hanteerbare componenten maken bouwaanpassingen makkelijker en verhogen de haalbaarheid van inzamelingsprogramma's en retourtransport. Die haalbaarheid is cruciaal om het hergebruik van componenten financieel competitief te maken met verspillende vervangingen.

Verwante concepten

Kit-of-parts

Open gebouwssystemen

Acties en advies

Gebruik componenten die licht genoeg zijn om door één of twee personen te laten installeren met minimale mechanische hulp.

Beperk de grootte van componenten voor eenvoudig transport en zodat ze een gebouw zonder moeite binnen kunnen.

Vorm componenten zodat ze op een ergonomische en efficiënte manier opgetild en gestapeld kunnen worden.



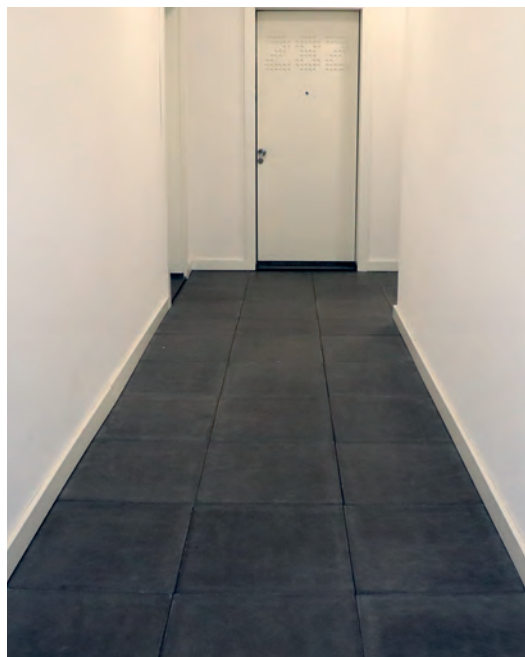
(foto: Luuk Kramer)

PATCH22

FRANTZEN et al architecten

Buiksloterham, Amsterdam (NL), 2016

PATCH22 in Amsterdam, een houten gebouw van 30 meter hoog, is zo polyvalent mogelijk ontworpen. Om functionele veranderingen mogelijk te maken, werden de buizen in de verhoogde vloer van de centrale gang aangebracht. Zo kunnen ze elke plek van de naburige appartementen bereiken. Daarnaast zijn de vloeren bedekt met losse betonnen tegels, wat de buizen zeer toegankelijk maakt en gebruikers de vrijheid geeft om hun appartement, kantoor of atelier in te richten zoals zij dat willen.



(foto: Ineke Tavernier)

TOEGANKELIJK

Integreer componenten zo dat ze makkelijk en zonder schade bereikt en gerecupereerd kunnen worden.



Voordelen

Toegankelijke componenten kunnen snel worden bereikt en gedemonteerd zonder beschadigd te raken of omliggende componenten te beschadigen. Verder moedigt toegankelijkheid efficiënte herstellingen, vervangingen en aanpassingen aan.

Verwante concepten

Bouwen volgens levensduurlagen
Drager en inbouw

Acties en advies

Streef naar een zo groot mogelijk aantal componenten dat onmiddellijk geïnspecteerd kan worden, dus zonder het verwijderen van andere.

Voorzie plaats om de componenten veilig en ergonomisch te inspecteren, aan te passen, te recupereren en om errond te bewegen.

Zorg ervoor dat de verbinding tussen componenten zichtbaar is en onmiddellijk toegankelijk blijft of in een paar stappen toegankelijk wordt.

Voorzie plaats rond de verbinding om ze te inspecteren, vast te maken en los te maken, indien nodig met tools.

Voeg as-built tekeningen en instructies bij over het bereiken van onderhoudsgevoelige gebouwcomponenten.



(foto: Detiffe)

GREENBIZZ

architectesassoc+

Brussel (BE), 2016

Greenbizz is een milieu-incubator, atelier en kantoorcentrum en ademt duurzaamheid uit. De 8 tot 10 meter hoge muren van het atelier zijn op voorhand geassembleerd en op een omkeerbare manier vastgebouwd aan de betonstructuur. Om de gevelhoge panelen te doen passen, zijn ze geïnstalleerd op een houten regel op het betonnen voetstuk. Verdere spelingen werden opgevangen door gleuven in de ijzeren platen die de panelen verbinden met de betonstructuur op het dakniveau.



(foto: architectesassoc+)

OMKEERBAAR

Zorg dat het mogelijk is om verbindingen los te maken zonder schade aan de componenten die ze verbinden.



Voordelen

Omkeerbare verbindingen maken selectieve demontage en het recupereren van bouwonderdelen mogelijk. Uiteindelijk maken zuiverdere materiaalstromen recyclage en biodegradatie ook efficiënter.

Verwante concepten

Bouwen volgens levensduurlagen
 Drager en inbouw

Acties en advies

Gebruik verbindingen die losgemaakt kunnen worden in plaats van bouwcomponenten permanent samen te voegen.

Controleer of de verbonden componenten, en indien mogelijk ook de verbinding, intact blijven tijdens herhaalde demontage.

Vermijd verbindingen die na demontage ongewenste sporen of schade achterlaten op het gebouw.

Vaak zijn omkeerbare verbindingen niet continu, dus vereisen lucht- en dampdichtheid extra aandacht.

Een omkeerbare verbinding mag maar hoeft niet herbruikbaar te zijn. Ze kan ook gerecycleerd worden of bioafbreekbaar zijn.



(foto: Sybold Voeten)

ABT DAMEN DELFTECH OFFICES

BiermanHenket architecten

Delft (NL), 2001

Dit kantoorgebouw voor ingenieursfirma's ABT en DAMEN (nu DEMO) anticipeert op het einde van zijn levensduur en is ontworpen voor demontage. De scheidingswanden en ventilatiekanalen, zichtbaar in het interieur, werden onafhankelijk van de betonnen draagconstructie geïntegreerd. Een doordachte en niet-hiërarchische organisatie van alle componenten zorgt ervoor dat elk deel aangepast kan worden zonder een ander deel los te maken of te beschadigen.



(foto: Sybold Voeten)

ONAFHANKELIJK

Breng componenten zo samen dat ze structureel, functioneel en vormelijk autonoom blijven.



Voordelen

De onafhankelijkheid van componenten maakt het mogelijk om één component te demonteren zonder een andere te verwijderen, wat het recupereren voor hergebruik vereenvoudigt. Onafhankelijkheid maakt ook efficiënte herstellingen, vervangingen en aanpassingen makkelijker.

Verwante concepten

Bouwen volgens levensduurlagen
Drager en inbouw

Acties en advies

Controleer of de geometrie van een bouwknop het toelaat om één component weg te nemen zonder een andere te demonteren.

Streef naar een structurele en functionele detaillering die het mogelijk maakt om de componenten die het vaakst tussenkomsten vereisen, te verwijderen.

Om herstel te bespoedigen, moet het mogelijk zijn om bouwcomponenten vanop verschillende plaatsen tegelijk te demonteren.

Voorzie instructies voor de demontage en remontage van bouwsystemen die bedoeld zijn voor hergebruik.



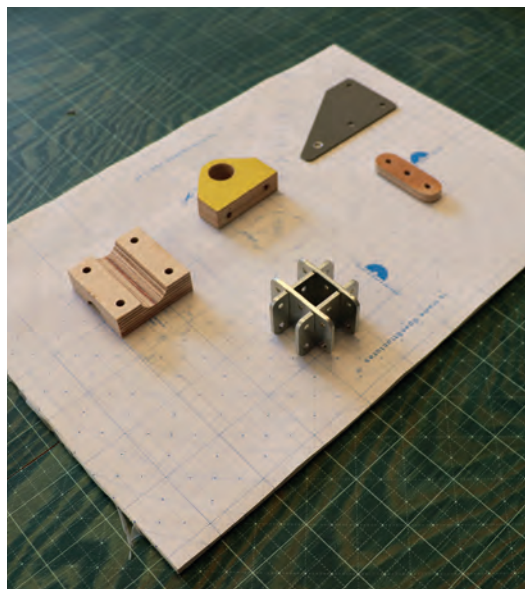
(foto: Ineke Tavernier)

OPENSTRUCTURES

Thomas Lommée en Christiane Högner

Brussel (BE), sinds 2005

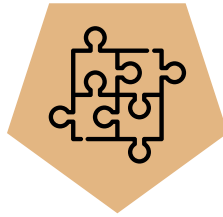
Sinds 2005 zet OpenStructures (OS) de ontwerpprincipes voor hergebruik om in de praktijk en spoort iedereen aan hetzelfde te doen. Het OS-raster, een generatief dimensiesysteem van 4 cm op 4 cm, garandeert de compatibiliteit van alle OS-componenten. Lommée en Högner zijn gedreven door creativiteit en tonen hoe vrij het raster is, bijvoorbeeld bij het bouwen van hun eigen platenspeler. Maar ze worden vaak verrast door de rasters die we rondom ons vinden, zoals de kasten en toestellen in onze keukens die werden geproduceerd door verschillende fabrikanten, maar op magische wijze lijken te passen.



(foto: Ineke Tavernier)

COMPATIBEL

Gebruik bouwcomponenten die verwisseld en ge(her)combineerd kunnen worden.



Voordelen

Compatibiliteit verhoogt de mogelijkheid om componenten steeds opnieuw te hercombineren en hergebruiken. Het kan het vinden van (reserve)onderdelen, en zo ook het uitvoeren van herstellingen, vergemakkelijken.

Verwante concepten

Kit-of-parts

Open bouwsystemen

Acties en advies

Ontwerp het gebouw of het bouwsysteem volgens één of meer “modules” met terugkerende afmetingen.

Gebruik componenten met een gestandaardiseerde vorm en grootte die bovendien door verschillende fabrikanten geproduceerd worden.

Controleer of componenten met andere verwisseld kunnen worden en of het mogelijk is om een volledig nieuwe configuratie te creëren.

Streef naar compatibiliteit binnen hetzelfde bouwsysteem en tussen verschillende systemen.

Pas ook geometrische patronen en principes toe, zoals schaal, symmetrie en rotatie.



(foto: Bas Princen)

VILLA

OFFICE Kersten Geers David Van Severen
Buggenhout (BE), 2012

Deze eengezinswoning is eenvoudig maar fascinerend. Haar polyvalentie komt niet alleen voort uit de ruimtelijke lay-out van de negen identieke ruimtes en hun verbondenheid op beide niveaus, maar ook uit de dubbele muren op de begane grond. Zo kan elke ruimte worden omgevormd van een afzonderlijke binnenkamer tot een buitenloggia en omgekeerd, wat de bewoners de mogelijkheid geeft om het huis te gebruiken volgens hun behoeftes en de verschillende seizoenen.



(foto: Bas Princen)

POLYVALENT

Ontwerp gebouwen en ruimtes die veranderende behoeftes en vereisten ondersteunen zonder aanpassingen.



Voordelen

Een polyvalent ontwerp zorgt ervoor dat het gebouw niet in ongebruik raakt en maakt renovaties waarvoor veel tijd en materiaal nodig is overbodig. Zo wordt de levensduur van gebouwen en gebouwonderdelen verlengd.

Verwante concepten

Bouwen volgens levensduurlagen
 Drager en inbouw
 Kit-of-parts
 Open bouwsystemen

Acties en advies

Creëer een open planopbouw met goed verbonden en kwaliteitsvolle ruimtes voor een maximale veelzijdigheid en toegankelijkheid.

Integreer beweegbare en mobiele componenten, zoals schuif-, draai- en vouwwanden voor snelle en eenvoudige veranderingen.

Bedenk verschillende gebruiksscenario's met extra capaciteit, zowel ruimtelijk, technisch als structureel.

Maak het volledige gebouw toegankelijk voor iedereen en laat daglicht en natuurlijke ventilatie binnen in elke ruimte.

Voorzie voldoende en goed verspreide toegangspunten voor technische ruimtes, diensten en schachten.



(foto: © Hufton + Crow)

1111 LINCOLN ROAD

Herzog & de Meuron

Miami Beach (US), 2010

Dit multifunctionele bouwproject in Miami Beach bestaat uit een gerenoveerd kantoorgebouw, nieuwe privéwoningen en een volledig open betonstructuur voor parking en kleinhandel. “De parkeergarage is een openbare faciliteit, zoals een treinstation of een luchthaven”, zeggen de ontwerpers. Daarom hebben verschillende verdiepingen van de garage verschillende hoogtes. Ze kunnen worden gebruikt voor feesten, filmopnames, modeshows, concerten of andere sociale of commerciële activiteiten.



(foto: © Hufton + Crow)

GEVARIEERD

Introduceer diversiteit
in plaats van een uniforme oplossing.



Voordelen

Een gevarieerde gebouwde omgeving staat gebruikers toe te verhuizen in plaats van gebouwen te renoveren om hun veranderende behoeftes te vervullen. Zo wordt de levensduur van die gebouwen verlengd en worden hun componenten hergebruikt.

Verwante concepten

Bouwen volgens levensduurlagen
Drager en inbouw

Acties en advies

Ontwikkel een gevarieerde typologie in bijvoorbeeld appartementen om een breed publiek aan te trekken en de behoeftes van dat publiek te vervullen.

Introduceer verschillende gebruiksscenario's in één project. Denk maar aan residentiële, commerciële en wijkfuncties die elkaar kunnen afwisselen.

Voorzie ruimtes met diverse capaciteiten en mogelijkheden om vraag en aanbod door de jaren heen zo optimaal mogelijk op elkaar af te stemmen.



(foto: François Lichtlé)

VOORMALIGE BELLE-VUE BROUWERIJ

L'Escaut architectures

Brussel (BE), 2015

Bij de herontwikkeling van het terrein van de voormalige brouwerij Belle-Vue, gelegen langs het kanaal van Brussel, werd het oude mouterijgebouw behouden. Het terrein kon verdicht worden zonder zijn kwalitatieve buitenruimtes te verliezen. Nu zijn er op het terrein twee hotels en een opleidingscentrum, een museum en "casco" kantoorruimtes aanwezig. Ze zijn gemakkelijk bereikbaar met het openbaar vervoer en de auto, en ze hebben zicht op het kanaal.

LOCATIE EN SITE

Erken en ontwikkel de kwaliteiten die een plek biedt op een verantwoorde manier.



Voordelen

Een kwalitatief bouwterrein op een goede locatie blijft door de jaren heen aantrekkelijk en waardevol. Gebouwen op zulke sites hebben een grotere kans om in de toekomst behouden en herontwikkeld te worden.

Acties en advies

Situeer gebouwen op een plaats waar ze te voet, met de fiets of met het openbaar vervoer en nieuwe vervoersmodi gemakkelijk en veilig bereikbaar zijn.

Sluit aan bij bestaande infrastructuur en openbare voorzieningen, zoals stadsverwarming of lokale compostering.

Voorzie openbare voorzieningen, zoals een fontein, een speeltuin, een repaircafé of coöperatieve winkel.

Zorg dat buitenruimtes en ruime zichten aanwezig zijn of maak verbindingen naar kwalitatieve ruimtes in de onmiddellijke omgeving.

Ontwerp een terrein dat nog verdicht kan worden met nieuwe (tijdelijke) faciliteiten en andere voorzieningen.

De richtlijn "Systemtrennung" in het Zwitserse kanton Bern verplicht ontwerpers om "skin", "structure" en "services" van elkaar te scheiden in openbare gebouwen. Bibliotheek vonRoll in Bern (CH), arch. giuliani.hönger (foto: Waldo Galle)

Bouwen volgens levensduurlagen is een ontwerpconcept dat bouwcomponenten met een verschillende verwachte levensduur in verschillende lagen organiseert.

3. Concepten

In de praktijk bestaan er verschillende concepten die circulaire ontwerpqualiteiten op een slimme manier combineren, telkens aangepast aan de context van het project. Hieronder verzamelen we enkele typische voorbeelden.

Tussen bouwen volgens levensduurlagen en drager en inbouw

“Bouwen volgens levensduurlagen” is een ontwerpconcept dat bouwcomponenten met een verschillende verwachte levensduur in verschillende lagen organiseert. Die lagen worden zo georganiseerd dat een laag van componenten met een kortere levensduur onafhankelijk is van en beter toegankelijk is dan een laag van componenten met een langere levensduur. Op die manier wordt de integriteit van de componenten tijdens latere aanpassingen behouden. Steward Brand formuleerde het gekende lagenconcept “Site, Structure, Skin, Service, Space plan and Stuff” in 1995,

maar ook Francis Duffy en Bernard Leupen bestudeerden dit concept.

“Bouwen volgens levensduurlagen” is niets nieuws. Nikolaas John Habraken bepleitte een onderscheid tussen slechts twee basislagen: het polyvalente basisgebouw, de “drager”, en de inrichting, of de “inbouw”. Zijn onderscheid gaat in de eerste plaats over ontwerpverantwoordelijkheden en is slechts in de tweede plaats een technisch onderscheid. Verder zijn nieuwe interventies bij erfgoedprojecten vaak onafhankelijk van en op een omkeerbare manier verbonden met de bestaande structuur om de waarde van deze laatste behouden (p. 4). Een ander voorbeeld is de richtlijn “Systemtrennung” in het Zwitserse kanton Bern, die ontwerpers verplicht om “skin”, “structure” en “services” van elkaar te scheiden in openbare gebouwen (p. 42).

Verwante ontwerpqualiteiten zijn Robuust, Toegankelijk, Omkeerbaar, Onafhankelijk en Polyvalent.



In het voormalige zwembadcomplex Tropicana experimenteert een collectief van 30 kleine bedrijven met circulaire economie zonder afval. Onder hen Superuse Studios, dat er de haalbaarheid van hergebruik toont van bijvoorbeeld oude ramen. BlueCity in Rotterdam (NL), arch. Superuse Studios (foto: Frank Hanswijk)

Om het hergebruik van bouwcomponenten mogelijk te maken, is er nood aan duurzaam materiaal, een eenvoudig algemeen ontwerp en verbindingen die zo omkeerbaar mogelijk zijn.

Tussen kit-of-parts en open bouwsystemen

“Kit-of-parts” is een ontwerpconcept dat vertrekt van robuuste, polyvalente, compatibele en hanteerbare bouwcomponenten, net zoals Meccanospeelgoed. Die componenten zijn gevormd volgens een reeks maatprincipes en op een omkeerbare manier geassembleerd. Dit optimaliseert hun productie- en bouwproces, vergemakkelijkt hun opslag en verhoogt hun potentieel voor hergebruik. De bouwkits van Jean Prouvé of het Cellophane House van KieranTimberlake tonen aan dat kits voor een volledig gebouw handig zijn voor specifieke doeleinden, terwijl keukensystemen en scheidingsmuren voor kantoren kit-of-parts zijn die al dagelijks gebruikt en hergebruikt worden.

Het concept “kit-of-parts” kan ook uitgebreid worden van individuele naar meerdere bouwsystemen. We spreken van een “open bouwsysteem” als de componenten van verschillende fabrikanten gecombineerd of hergebruikt kunnen worden in verschillende bouwprojecten en dit dankzij onderlinge afspraken over de vorm en de dimensies van de componenten. Zoals door Frank De Troyer en Asko Sarja besproken is, is het doel van open bouwsystemen niet om oplossingen te standaardiseren door middel van eenvoudige modulariteit, maar om de mogelijkheden voor hergebruik te verhogen door een maximalisering van de compatibiliteit.

Verwante ontwerp kwaliteiten zijn Robuust, Hanteerbaar, Omkeerbaar, Compatibel en Polyvalent.

Tussen gebouwen als materialenbanken en urban mining

Het ontwerpen van gebouwen als materialenbanken benadert de gebouwde omgeving als een voorraad aan waardevolle componenten die gerecupereerd kunnen worden wanneer het gebouw waar de componenten deel van uitmaken in ongebruik raakt. Om het hergebruik van bouwcomponenten mogelijk te maken, is er nood aan duurzaam materiaal, een eenvoudig algemeen ontwerp en verbindingen die zo omkeerbaar mogelijk zijn. Het Nederlandse architectenbureau Superuse Studios is een koploper in hergebruik en toont de haalbaarheid ervan in projecten zoals BlueCity (p. 45) en REwind Rotterdam.

Het concept “gebouwen als materialenbanken” kan verder worden uitgebreid naar het idee van urban mining, waarbij steden worden gezien als mijnen van “ruw” materiaal dat gerecycleerd kan worden tot nieuwe bouwproducten. Als die materialen ook lokaal voor handen zijn, zijn enkel de zuiverheid, de veiligheid, de eenvoudige recuperatie en het bestaan van gepaste logistiek de resterende richtlijnen voor de haalbare uitvoering van het concept “urban mining”.

Verwante ontwerp kwaliteiten zijn Veilig en Gezond, Zuiver, Robuust, Eenvoudig en Omkeerbaar.

De houten bouwelementen van het JUST in CASE-systeem van studio JVM zijn gestandaardiseerd en kunnen gebruikt worden voor zowel de drager als de inbouw. (foto: Jeroen van Mechelen)



4. Meer acties en kansen

Veranker de ontwerpqualiteiten in elke fase van de levenscyclus van het gebouw. Als u ze gebruikt bij het ontwerp, de bouw of het beheer, staan ze op de agenda zodat onaangename verrassingen en discussies uitblijven.

Naast de individuele ontwerpqualiteiten kan dit advies de transitie naar een economie van gesloten materiaalstromen verder vergemakkelijken. Het zijn lessen van onderzoekers en professionelen

die actief ontwerpen voor een circulaire economie. Sommige ervan situeren zich buiten het traditionele bereik van de ontwerper, maar zijn toch interessante hefboomen en kansen.

Toekomstige aanpassingen zijn eenvoudig door de verschillende lagen: een bakstenen gevel en een onafhankelijke houten binnenstructuur. Woning Asper in Gavere (BE), arch. KADERSTUDIO (foto: KADERSTUDIO)

Bij het combineren van ontwerpqualiteiten blijft het cruciaal om de gebruikersbehoeftes te begrijpen. Als de gebruiker onbekend is, beeld u dan uiteenlopende scenario's in om te testen hoe robuust en veerkrachtig het ontwerp is.

Begin bij het begin

Veranker de ontwerpqualiteiten in elke fase van de levenscyclus van het gebouw. Als u ze gebruikt bij het ontwerp, de bouw of het beheer, staan ze op de agenda zodat onaangename verrassingen en discussies uitblijven.

Laat de gebruiker zelf aanpassingen doen

Erken dat de constructie van een gebouw niet het einde, maar slechts het begin is van zijn dynamische levensduur. Kies daarom niet voor permanente oplossingen, maar stel generatieve systemen voor waarmee de gebruiker zelf aan de slag kan.

Bedenk "scenario's"

Bij het combineren van ontwerp- kwaliteiten tot geschikte concepten, blijft het cruciaal om de gebruikersbehoefes te begrijpen. Als de gebruiker onbekend is, beeld u dan uiteenlopende scenario's in om te testen hoe robuust en veerkrachtig het ontwerp is (p. 49).

Lever en deel data

Materiaalpaspoorten, as-built modellen, componentenlabels, demontageplannen, interventierapporten, conditiestaten enz. Deze documentatie maakt de kans op risico's kleiner en vergemakkelijkt de toekomstige valorisatie van gebouwen.

Overweeg digitalisatie en "sensing"

De digitale modellering en beheer van een gebouw maken het gemakkelijker

om relevante data te verzamelen en op te volgen. Daarnaast bieden sensoren kansen voor een optimaal gebruik en beheer van ruimtes en technieken.

Verhoog het toezicht en de communicatie

Door bouwpartners actief te betrekken bij de ontwerpqualiteiten en de bouwsite te inspecteren, worden de kwaliteit en de waarde van het uitgevoerde werk op lange termijn verhoogd.

Assembleer vooraf

Door preassemblage van de bouwcomponenten is er een hogere kwaliteit en efficiëntie en zo een lagere initiële kost. Ook verwacht men dat het op voorhand groeperen van componenten de demontage versnelt.

Plan onderhoud en gebruik

De verwachte levensduur van een bouwcomponent hangt af van zijn onderhoud alsook van zijn initiële ontwerpqualiteit. Plan daarom regelmatig onderhoud en vermijd leegstand en het in onbruik raken van het gebouw.

Evalueer nieuwe businessmodellen

Lease- en prestatiecontracten, inzamelingsprogramma's en gedeeld gebruik bieden kansen om het nut van de componenten door de jaren heen te verhogen en maken het sluiten van materiaalstromen makkelijker terwijl de kosten gedeeld worden.

Referenties

- Achterberg, E., Hinfelaar, J. & Bocken, N. *The Value Hill Business Model Tool: identifying gaps and opportunities in a circular network*. www.scienceandtheenergychallenge.nl/sites/default/files/multimedia/organization/sec/2016-06-16_NWO_Sc4CE/NWO_Sc4CE_-_Workshop_Business_Models_-_Paper_on_Circular_Business_Models.pdf (18/09/2017)
- Adaptable Futures. *Toolkit*. adaptablefutures.com/our-work/toolkit (17/08/2018).
- Addis, W. & Schouten, J. *Design for Deconstruction: Principles of Design to Facilitate Reuse and Recycling* (Construction Industry Research & Information Association, 2004).
- Brancart, S. *Rapidly Assembled Systems with Flexible Components, a Dialogue between Active-Bending and Transformability* (Vrije Universiteit Brussel, 2018).
- Brand, S. *How Buildings Learn: What Happens after They're Built* (Penguin Books, 1995).
- Leefmilieu Brussel. *Praktische handleiding voor de duurzame bouw en renovatie van kleine gebouwen*. http://app.leefmilieubrusel.be/handleiding_duurzaam_gebouw.
- Carmona, M. Contemporary Public Space, Part Two: Classification. *Journal of Urban Design* 15(2), 157-173 (2010).
- Ceraa, evr-Architecten, 1010au & Alive Architecture. *Living Lab: (Re)Making Healthy Spaces* (OVAM, 2016).
- Chini, A. & Balachandran, S. Anticipating and Responding to Deconstruction through Building Design. *Proceedings of the CIB Task Group 39 Deconstruction Meeting: Design for Deconstruction and Materials Reuse*, 175-185 (International Council for Research and Innovation in Building Construction, 2002).
- Circle Economy. *A Practical Approach to Circular Buildings*. www.circle-economy.com/a-practical-approach-to-circular-buildings (17/08/2018).
- Circular Flanders. *De nieuwe strategische tool van de Green Deal Circulair Aankopen* (OVAM).
- Crowther, P. *RAIA/BDP Environment Design Guide, Design for Disassembly - Themes and Principles* (Royal Australian Institute of Architect's, 2005).
- Debacker, W. *Structural Design and Environmental Load Assessment of Multi-Use Construction Kits for Temporary Applications on 4Dimensional Design* (Vrije Universiteit Brussel, 2009).
- Debacker, W., Galle, W., Vandenbroucke, M., Wijnants, L., Lam, W. C., Paduart, A., Herthogs, P., De Temmerman, N., Trigaux, D., De Troyer, F. & De Weerd, Y. *Veranderingsgericht bouwen: ontwikkeling van een beleids- en transitiekader* (OVAM, 2015).
- Deprins, L. *Analysing the Transformability Degree in Design for Change* (Vrije Universiteit Brussel, 2015).

- DGNB System. Save resources. *Using Buildings As a Treasure Trove of Raw Materials – or How to Save Resources During a Development Project*. blog.dgnb.de/en/save-resources (17/11/2018).
- DGNB System. DGNB criteria “Ease of recovery and recycling” (TEC1.6). *German Sustainable Building Council*. www.dgnb-system.de/en/system/version2018/criteria/ease-of-recovery-and-recycling/index.php (17/11/2018).
- DGBC, Metabolic, SGS Search, Circle Economy & Redevco Foundation. *A Framework for Circular Buildings: Indicators for Possible Inclusion in BREEAM* (Dutch Green Building Council, 2018).
- Dorsthorst, B. & Kowalczyk, T. Design for Recycling. *Proceedings of the CIB Task Group 39 Deconstruction Meeting: Design for Deconstruction and Materials Reuse*, 71-81 (International Council for Research and Innovation in Building Construction, 2002).
- Duffy, F. Measuring building performance. *Facilities* 8(5), 17-20 (1990).
- Durmisevic, E. *Transformable Building Structures: Design for Disassembly as a Way to Introduce Sustainable Engineering to Building Design and Construction* (Technische Universiteit Delft, 2006).
- Durmisevic, E. & Brouwer, J. Design Aspects of Decomposable Building Structures. *Proceedings of the CIB Task Group 39 Deconstruction Meeting: Design for Deconstruction and Materials Reuse* (International Council for Research and Innovation in Building Construction, 2002).
- Durmisevic, E. et al. *Buildings as Material Banks, D15: Reversible Building Design Guidelines and Protocol* (2018).
- Ellen MacArthur Foundation. *Circularity Indicators for Measuring Circularity in a Circular Economy*. www.ellenmacarthurfoundation.org/programmes/insight/circularity-indicators (17/08/2018).
- Facilitair Bedrijf. *GRO. De nieuwe handleiding van het facilitair bedrijf. Op weg naar toekomstgerichte bouwprojecten* (Vlaamse Overheid, 2017).
- Galle, W. *Scenario Based Life Cycle Costing, an Enhanced Method for Evaluating the Financial Feasibility of Transformable Building* (Vrije Universiteit Brussel, 2016).
- Galle, W., Cambier, C., Denis, F., Vandervaeren, C. & De Temmerman, N. The Dynamic Design Matrix: a Major Review of the Flemish Design Principles for Closed Material Loops. *10th International Conference on the Environmental and Technical Implications of Construction with Alternative Materials* (WASCON, 2018).
- Gorgolewski, M. Designing with Reused Building Components: Some Challenges. *Building Research & Information* 36(2), 175-188 (2008).
- Grandry, H. *Reversible Design: Development of a Prefabricated External Wall System for Transformable Buildings > Research Explorer* (Vrije Universiteit Brussel, 2017).
- Henrotay, C. *A Contribution to an Integrated and More Sustainable Design Approach for the Material Support of Shelter after Disaster* (Vrije Universiteit Brussel, 2008).
- Herthogs, P. *Enhancing the Adaptable Capacity of Urban Fragments* (Vrije Universiteit Brussel, 2016).
- Herthogs, P., De Temmerman N. & De Weerd, Y. Assessing the Generality and Adaptability of Building Layouts Using Justified Plan Graphs and Weighted Graphs: a Proof of Concept. *Proceedings of the 3rd International Conference Central Europe towards Sustainable Building* (Czech Technical University, 2013).
- Hobbs, et al. *Buildings as Material Banks, D15: Reversible Building Design Guidelines and Protocol* (2018).
- Leupen, B. *Towards Time-based Architecture. Time-based architecture*, 12-20 (O10 Publishers, 2005).
- Leupen, B. *Frame and generic space* (O10 Publishers, 2006).
- Ogbu, L. *Design for Reuse primer (1.1)* (Public Architecture, 2010).
- Ost, T. *Demontabele bouwsystemen: een kijk op de markt* (Pixii Expert Day on Circular Construction, 2018).

OVAM. *Beleidsprogramma*

*“Materiaalbewust Bouwen in Kringlopen”,
Het Preventieprogramma Duurzaam
Materialenbeheer in de Bouwsector 2014-
2020* (OVAM, 2014).

Paduart, A. *Re-Design for Change: a 4
Dimensional Renovation Approach towards a
Dynamic and Sustainable Building Stock* (Vrije
Universiteit Brussel, 2012).

Paduart, A., De Temmerman, N., Trigaux, D.,
De Troyer, F., Debacker, W., Danschutter, S. &
Servaes, R. *Casestudy ontwerp van gebouwen
in functie van aanpasbaarheid: Mahatma
Gandhiwijk Mechelen* (OVAM, 2013).

Paduart, A., Elsen, S. & De Temmerman, N.
*DynamicWall: towards Reusable Partition
Systems* (Innoviris, 2015).

Romnée, A. & Vrijders, J. *Naar een circulaire
economie in de bouw: Inleiding tot de principes
van de circulaire economie in de bouwsector*
(Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor
het Bouwbedrijf, 2018).

Schmidt, R., Eguchi, T., Austin, S. & Gibb, A.
What is the Meaning of Adaptability in the
Building Industry? *Proceedings of the 16th
CIB International Conference on Open and*

Sustainable Building, 17-19 (International
Council for Research and Innovation in Building
Construction, 2010).

Schomaker, A., Potočník, J. & Fricano, F.
*Promoting Remanufacturing, Refurbishment,
Repair, and Direct Reuse as a Contribution to
the G7 Alliance on Resource Efficiency* (2017).

Selleslag, I. *The Dynamic Design Matrix
as a Tool for the Analysis and Design of
Temporary Uses* (Vrije Universiteit Brussel,
2016).

Vandenbroucke, M. *Design, Dimensioning and
Evaluation of Demountable Building Elements*
(Vrije Universiteit Brussel, 2016).

Vandenbroucke, M. *Veranderingsgericht
bouwen, enkele demonteerbare
bouwoplossingen* (Pixii Expert Day on Circular
Construction, 2018).

Verberne, J. *Building Circularity Indicators,
an Approach for Measuring Circularity of a
Building* (Technische Universiteit Eindhoven,
2016).

Wahid, H. *Exploring Adaptability and
Generality in Antwerp's Residential Types*
(Vrije Universiteit Brussel, 2017).

Kwaliteiten



Hergebruikt
Reused
Réemployé



Gerecycleerd
Recycled
Recyclé



Hernieuwd
Renewed
Renouvelé



Bioafbreekbaar
Compostable
Compostable



Veilig en gezond
Safe and Healthy
Sûr et sain



Zuiver
Pure
Pur



Robuust
Durable
Solide



Eenvoudig
Simple
Simple



Hanteerbaar
Manageable
Maniable



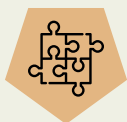
Toegankelijk
Accessible
Accessible



Omkeerbaar
Reversible
Réversible



Onafhankelijk
Independent
Indépendant



Compatibel
Compatible
Compatible



Polyvalent
Multi-Purpose
Polyvalent



Gevarieerd
Varié
Varié



Locatie en site
Location and Site
Emplacement et site

Vind op www.vub.be/arch/circulardesign

deze publicatie ook in het Frans en Engels.

**Bouwen voor een
circulaire economie**
Ontwerpkwaliteiten om
architecten en opdrachtgevers
te begeleiden en inspireren

Coördinator

Waldo Galle

Auteurs

Charlotte Cambier
Stijn Elsen
Waldo Galle
Wesley Lanckriet
Jeroen Poppe
Ineke Tavernier
Camille Vandervaeren

Projectverantwoordelijke

Niels De Temmerman

Vertaling

Sofie Maenhout

Vormgeving en tekstrevisie

Koen Verswijver

Druk

Bema-Graphics - Duffel

Uitgever

Vrije Universiteit Brussel
VUB Architectural Engineering
Pleinlaan 2
1050 Brussel

Projectpartners

UCLouvain
Rotor
Wetenschappelijk en Technisch
Centrum voor het Bouwbedrijf
Vrije Universiteit Brussel

ISBN

978-94-91912-14-6

Publicatiedatum

Oktober 2019

Dankwoord

Dit onderzoek werd mogelijk gemaakt dankzij de financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling (EFRO) en het Brussels Hoofdstedelijk Gewest voor het onderzoeksproject *Le Bâti Bruxellois : Source de nouveaux Matériaux* (BBSM). We willen alle architecten, ingenieurs, experts en beleidsmakers bedanken voor hun deelname aan dit onderzoek.

Bijzondere dank gaat naar onze onderzoekspartners Anne Paduart, Émilie Gobbo, Sophie Trachte, André De Herde, Jeroen Vrijders, Ambroise Romnée, Florence Poncelet, Johan Van Dessel, Michael Ghyoot, Lionel Devlieger, Lionel Billiet, Sophie Seys en André Warnier.

Dit document kan verder worden ontwikkeld en bijgewerkt naarmate nieuwe inzichten beschikbaar worden. De auteurs garanderen niet dat de inhoud van dit boekje accuraat, volledig of actueel is. In plaats daarvan worden lezers uitgenodigd om hun suggesties en inzichten met de auteurs te delen via www.vub.be/arch/circulardesign.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd of openbaar gemaakt op welke wijze ook, zonder de voorafgaande toestemming van de auteurs.

Wij hebben ernaar gestreefd de wettelijke voorschriften inzake copyright toe te passen. Wie denkt nog rechten te kunnen doen gelden, wordt verzocht zich tot de uitgever te wenden.

Deze publicatie is te goeder trouw geproduceerd, maar vormt geen advies. De auteurs en gastinstellingen sluiten alle aansprakelijkheid uit, ongeacht of deze voortvloeit uit een contract, onrechtmatige daad (inclusief nalatigheid) of anderszins, en zijn niet aansprakelijk voor enige directe, indirecte of gevolgschade die ontstaat in verband met uw gebruik van of het vertrouwen op deze publicatie.



LE BATI
BRUXELLOIS
SOURCE DE
NOUVEAUX
MATERIAUX



Ontwerpkwaliteiten om architecten en opdrachtgevers te begeleiden en inspireren

Deze publicatie wil de transitie naar een circulaire bouwsector vereenvoudigen door kwalitatieve ontwerpkeuzes aan te reiken. Zo komen we tot een duurzame bouwpraktijk waarin materiaalstromen gesloten worden en beschikbare grondstoffen efficiënt en effectief gebruikt worden. Daarvoor stelt dit boekje enkele ontwerpstrategieën, -kwaliteiten en -concepten voor. Met zijn open structuur is het een must-have voor architecten, ingenieurs en hun klanten.

Door het maken van doordachte ontwerpkeuzes

kan het sluiten van materiaalstromen worden

aangemoedigd. Dus, let's design out waste!



EUROPESE UNIE

Europees Fonds voor regionale ontwikkeling



BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST

ISBN 978-94-91912-14-6



9 789491 912146 >