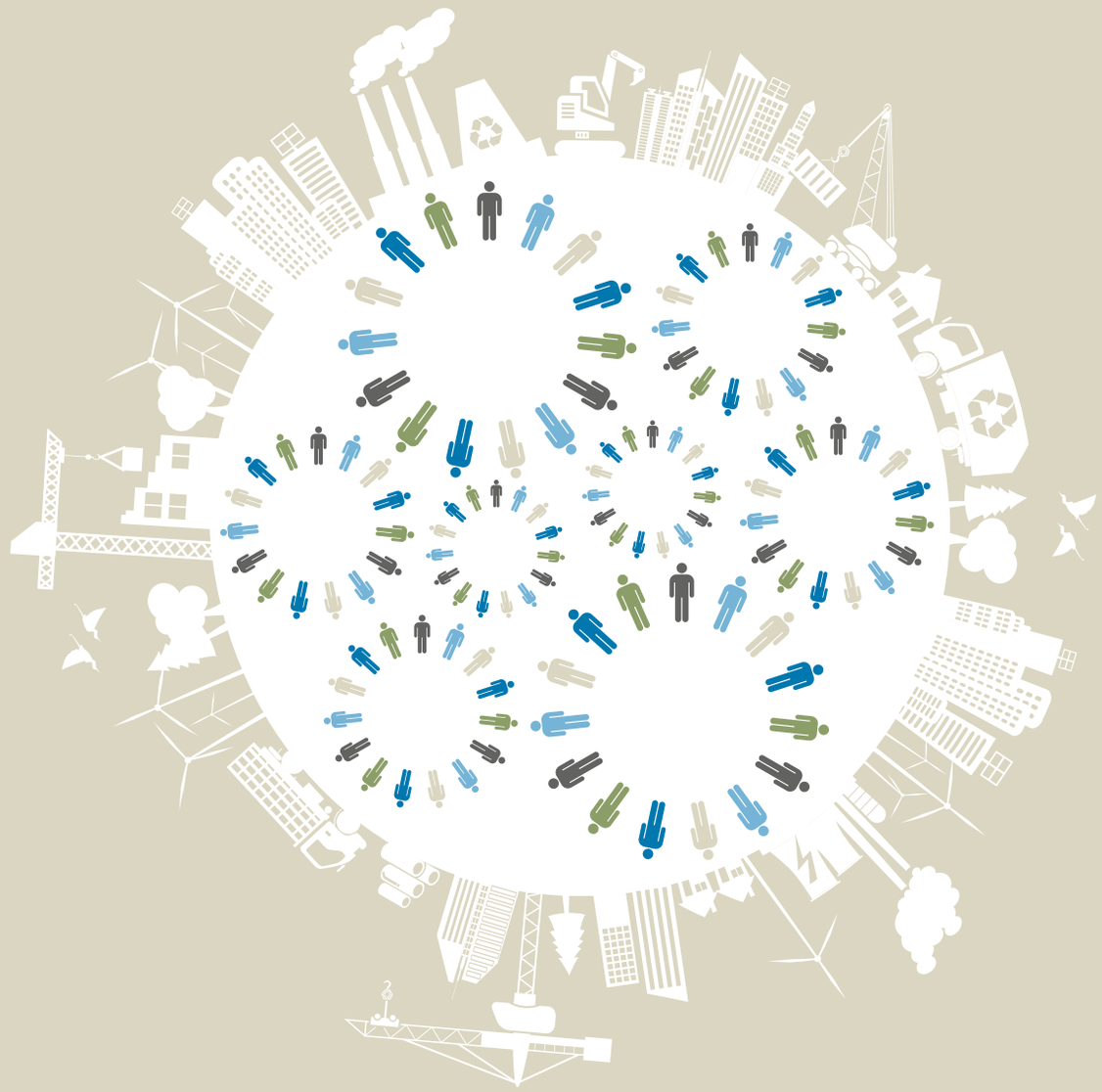
NAAR EEN CIRCULAIRE EN INCLUSIEVE BOUWPRAKTIJK

DUZAN DOEPEL

NAAR EEN CIRCULAIRE EN INCLUSIEVE BOUWPRAKTIJK



VOORWOORD

Ik ben opgegroeid en grotendeels opgeleid in Zuid Afrika. In die context wordt architectuur en stedenbouw ingezet als instrument voor sociale en economische emancipatie. Een extreem klimaat, grondstoffenschaarste en armoede leiden daar tot een bouwpraktijk die zo efficiënt mogelijk omgaat met de beschikbare middelen. Het sluiten van energie-, water-, voedsel-, materiaal- en afvalkringlopen wordt daar al honderden jaren toegepast in de bouw, niet primair vanuit milieuoverwegingen maar uit pure noodzaak.

In het najaar van 2011 ben ik als lector 'Sustainable Architecture and Urban (re)Design' begonnen aan het Kenniscentrum RDM. De vraag hoe architectuur en stedenbouw een bijdrage kan leveren aan een circulaire en inclusieve economie in klimaat en context van Nederlandse fascineert mij. Door middel van ontwerpend onderzoek met een consortium van partners zijn twee prototypewoningen ontwikkeld vanuit een circulaire gedachte, voor zowel de bestaande voorraad (Biobased Retrofit) als voor nieuwbouw (Active ReUse). Deze worden gerealiseerd en getoetst in Concept House Village op Heijplaat in Rotterdam.

Dit publicatie is een samenvatting van de belangrijkste uitgangspunten en bevindingen en is bedoeld om docenten en studenten, maar ook praktiserende architecten te inspireren om samen de stap naar een circulaire bouwpraktijk te zetten.

Geïnteresseerden kunnen meer specifieke informatie vinden middels verdiepende interviews met de consortium partners (op de website concepthousevillage.nl). Het Active ReUse House is ook opgenomen door SBRCUREnet als kennispartner project (www.sbrcurnet.nl/projecten/kennispartner).

Deze publicatie, met name wat betreft de theoretische delen, is tot stand gekomen door gesprekken met Piet Vollaard. Piet, mijn dank voor het vertalen van onze abstracte gesprekken in geschreven woord. Ook mijn dank aan alle partners voor hun inzet van kennis en tijd. We zijn er nog niet, maar zijn wel met elkaar een paar stappen dichter bij een circulaire en inclusieve bouwpraktijk gekomen.

Duzan Doepel, augustus 2015

KENNISCENTRUM DUURZAME HAVENSTAD

DEEL 1 06

CIRCULAIRE ECONOMIE

1.1 DE NOODZAAK 07
1.2 CRADLE TO CRADLE 08
1.3 RESTORATIVE DESIGN 09
1.4 NAAR EEN CIRCULAIRE ECONOMIE 11

DEEL 2 14

CIRCULAIR BOUWEN

2.1 KANSEN EN UITDAGINGEN 15
2.2 BOUWEN IN DE TIJD 16
2.3 BEVORDEREN VAN UITWISSELBAARHEID 18
2.4 HET GEBOUW HERGEBRUIKEN 20
2.5 RECYCLED EN BIOBASED MATERIAAL 21
2.6 CIRCULAIR ONTWERPEN 22
2.7 MATERIAALPASPOORT 23
2.8 EEN CIRCULAIRE BOUWECONOMIE 24
2.9 CIRCULAIRE LOGISTIEK ALS ECONOMISCHE KANS 25
2.10 REGELGEVING 25
2.11 ALTERNATIEVE CONTRACTVORMEN EN EIGENDOMSCONSTRUCTIES 25 26
2.12 CROSS SECTORALE ALLIANTIES 26
2.13 INCLUSIEF BOUWEN 28

‘Sluiten van kringlopen is een haalbare en duurzame strategie.’ 34

DEEL 3

DE PRAKTIJK CONCEPT HOUSE VILLAGE 36

3.1 ACTIVE REUSE HOUSE 37
ACTIVE HOUSE PRINCIPES 37
Daglicht 40
Binnenluchtkwaliteit 40
Thermisch Binnenklimaat 40
Energie 41
CIRCULAIRE PRINCIPES 41
Aanpasbaarheid 44
Uitwisselbaarheid 45
MATERIAALGEBRUIK 45
Casco 45
Enveloppe 45
Installaties 45
Afbouw

3.2 BIOBASED RETROFIT 48
Value case 48
Biobased 48
Bioklimatisch 49
Klimaatramen en natuurlijke ventilatie 50
Energie en comfort 51
TOEPASBAARHEID 53

COLOFON 56

DEEL 1

CIRCULAIRE ECONOMIE

Het begrip circulaire economie staat voor een productie-consumptie-systeem waarbij getracht wordt de grondstofstromen in een gesloten kringloop te houden. Het hoofddoel is het voorkomen van de uitputting van de eindige voorraad grondstoffen op de planeet door deze te herwinnen uit bestaande (afgedankte of versleten) producten, of door samengestelde componenten in zijn geheel te hergebruiken. Onder grondstoffen wordt in deze algemene definitie ook verstaan de eindige voorraden (fossiele) brandstof, water en voedsel, maar in deze tekst gaat het vooral om grondstoffen voor (bouw)producten.

Daarnaast wordt ook getracht zodanig te produceren dat het energieverbruik (althans het niet-duurzame verbruik van bijvoorbeeld fossiele brandstof) en negatieve effecten op de gezondheid worden beperkt, en sociale en ecologische waarden worden opgebouwd.

In algemene zin is de circulaire economie een optimalisatiesysteem waarbij zoveel mogelijk gebruik wordt gemaakt van feedback (terug-koppeling) en loops (gesloten kringlopen van productie, distributie en consumptie). Optimalisatie is altijd het uitgangspunt van onze industriële productie geweest, maar het proces verliep tot voor kort grotendeels lineair. Na winning van grondstoffen uit natuurlijke bronnen, eindigden de grondstoffen via productie en consumptie onontkoombaar op de vuilstortplaats, waardoor de in het productieproces opgebouwde waarde verdween. In een ideaal circulair systeem bestaat afval niet meer en wordt waardenvernietiging voorkomen.

1.1 DE NOODZAAK

Sinds de jaren 70 van de vorige eeuw is het steeds duidelijker geworden dat het lineaire (productie- en consumptie)proces onherroepelijk leidt tot een tekort aan grondstoffen. Het rapport van de Club van Rome uit 1972 'De grenzen aan de groei' concludeerde dat onbeperkte groei van de wereldbevolking, de economie en het daaraan gekoppelde energie- en materiaalgebruik uiteindelijk tot een catastrofe zou leiden. Het keren van dit proces is niet gemakkelijk. Het gebruik van energie en materialen is direct gekoppeld aan de omvang van de wereldbevolking en de welvaart van die bevolking. Dat laatste doordat welvaart in ons huidige levenspatroon onlosmakelijk verbonden is met consumptie. Zolang de wereldpopulatie groeit – en dat doet ze nog steeds, zij het tegenwoordig minder snel – en wij de welvaart van ontwikkelingslanden verhogen, ofwel niet bereid zijn in ontwikkelde landen op onze welvaart en consumptie in te leveren, neemt de druk op het milieu toe. Als we welvaart en bevolkingsomvang niet kunnen of willen beperken is er dus geen andere weg dan de druk op het milieu te verminderen door veel efficiënter om te gaan met de eindige voorraden materiaal en fossiele brandstof.

Een en ander wordt duidelijk aan de hand van de volgende formule I = e.P.A.T, waarbij I de impact van menselijk handelen op het milieu van de aarde voorstelt, P de (wereld)bevolking, A Affluence (welvaart) en T de mate waarin technologie wordt toegepast. e is een coëfficiënt. Als P, A en/

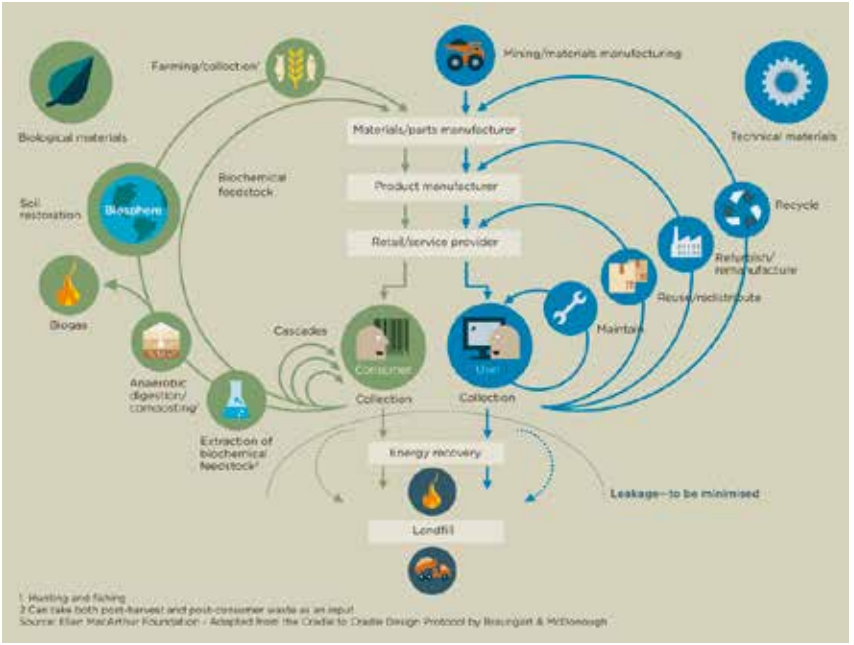
of T stijgen en we willen de Impact op het milieu tenminste gelijk houden of verminderen, dan moet er evenredig zoveel efficiënter met de schaarste worden omgegaan. Bij verdubbeling van het product van P, A en T, wat zeer waarschijnlijk is, moeten we dus tenminste 50% efficiënter met onze middelen omgaan.

Ook het befaamde rapport 'Our Common Future' van de Brundtland Commissie uit 1987 constateert dat als we de algemene duurzaamheid van de aarde willen verbeteren, we dan oplossingen moeten zoeken in het tegengaan van armoede in het ene deel van de wereld en het ombuigen van de niet-duurzame productie en consumptie van het andere, welvarende deel. We kunnen en mogen de problemen ten aanzien van duurzaamheid in het algemeen en grondstoffentekort in het bijzonder niet eenzijdig afschuiven op landen die zich vanuit armoede naar welvaart ontwikkelen.

Mede door de rapporten als dat van de Club van Rome en de oliecrisis van 1973 ontstond een nieuw bewustzijn ten aanzien van duurzaamheid. Aanvankelijk richtte de aandacht zich vooral op het tegengaan van milieuvervuiling en het duurzamer energieverbruik. Op die onderdelen is sindsdien veel verbeterd. Minder aandacht was er echter voor de eindigheid van grondstoffen. De laatste decennia is daar verandering in gekomen en is er een veelheid aan rapporten en manifesten rond het thema verschenen.

1.2 CRADLE TO CRADLE

Eén van de bekendste is 'Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things' van William McDonough en Michael Braungart uit 2002. De auteurs pleiten voor een duurzame, gezonde productontwikkeling door op alle onderdelen van het proces - winning, productie, consumptie en verwijdering - te zoeken naar verbetering. Dit betekent onder meer het kiezen van schonere, gezondere grondstoffen, het zuiniger maken van het productieproces en het product zelf, en het optimaliseren van het nieuwe product voor later hergebruik. Of in de woorden van de auteurs, niet ontwerpen van wieg tot graf, maar van wieg tot wieg. In het boek worden, naast het bekende *recycling*, de termen *downcycling* en *upcycling* geïntroduceerd. Bij *downcycling* verliest de grondstof zijn in het product opgebouwde waarde als het tot basismateriaal wordt vermalen of in de verbrandingsoven belandt. Bij het ontwerp van nieuwe producten die materialen of onderdelen hergebruiken moet worden getracht de oorspronkelijke waarde van die materialen of producten niet te verminderen maar juist te vermeerderen: *upcycling*. Naast het opraken van de grondstoffen in het algemeen, wordt hier dus het voorkomen van waardevermindering in het cyclische proces aan de orde gesteld. Er zou overigens nog een vierde term kunnen worden toegevoegd: uncycling, het zo lang mogelijk uit de circulatie houden van producten en materialen door langdurig gebruik of door onnodige producten helemaal niet meer te produceren.



Kringloopschema Ellen MacArthur Foundation, 2012

1.3 RESTORATIVE DESIGN

McDonough en Braungart leggen grote nadruk op het sluiten van kringlopen. Deze benadering is in meer of mindere mate 'systemisch', dat wil zeggen dat in wezen het complete 'systeem', in zijn meest uitgebreide vorm de aarde als geheel, in al zijn onderling samenhangende grotere en kleinere subsystemen als geheel bezien wordt. Het heeft geen zin, het kan zelfs contraproductief zijn, om een klein deel van het systeem te verbeteren als dat op een ander plaats in de keten tot verslechtering leidt. Dit besef heeft geleid tot zogenaamde LCA's (levenscyclus analyses) waarbij materialen op hun duurzaamheid worden onderzocht en vergeleken door te kijken naar de totale levensduur van winning, via transport, productie, consumptie tot en met afvalverwerking of mogelijkheden voor hergebruik.

Een veel gebruikt schema om deze complexe systemische benadering te tonen is gepubliceerd in 'Towards a Circular Economy' door de Ellen Macarthur Foundation uit 2012.

In het diagram wordt onderscheid gemaakt tussen twee verschillende materiaalstromen, de biologische en de technische 'materialen'. Beide stroomsystemen bevinden zich op enig moment in een ketenproces van productie van materialen en/of onderdelen, de productie van het product zelf en tenslotte distributie en verkoop. Uiteindelijk bereikt het product de gebruiker of consument. In het 'oude' lineaire systeem belandt het

verbruikte of geconsumeerde product op de afvalberg. In een circulair systeem, met de toevoeging van de twee 'kringloopvleugels', wordt door middel van grotere of kleinere terugkoppelingen de weg naar de afvalberg vermeden of tenminste verlegd en zo lang mogelijk uitgesteld.

Voor het biologische systeem, of wat betreft het schema meer in het bijzonder het voedselsysteem, gaat het daarbij om een min of meer biologische kringloop, die bij een gezonde natuur eeuwigdurend kan zijn. Maar ook daar worden verschillende 'terugwinsystemen' in het diagram aangegeven: van hergebruik van voedsel, via composteren, biogasproductie, grondverbetering tot aan de productie van biobased ('natuurlijk' hernieuwbare) materialen en opnieuw (biologisch) voedsel produceren. In wezen zijn dergelijke principes eeuwenoud, ze zijn alleen langzamerhand 'vergeten' in onze moderne wereld.

Ten aanzien van de rechterhelft van het diagram; het technische systeem, wordt in vier hoofdprincipes aangeduid hoe materiaal na gebruik teruggekoppeld kan worden in het productie-consumptiesysteem.

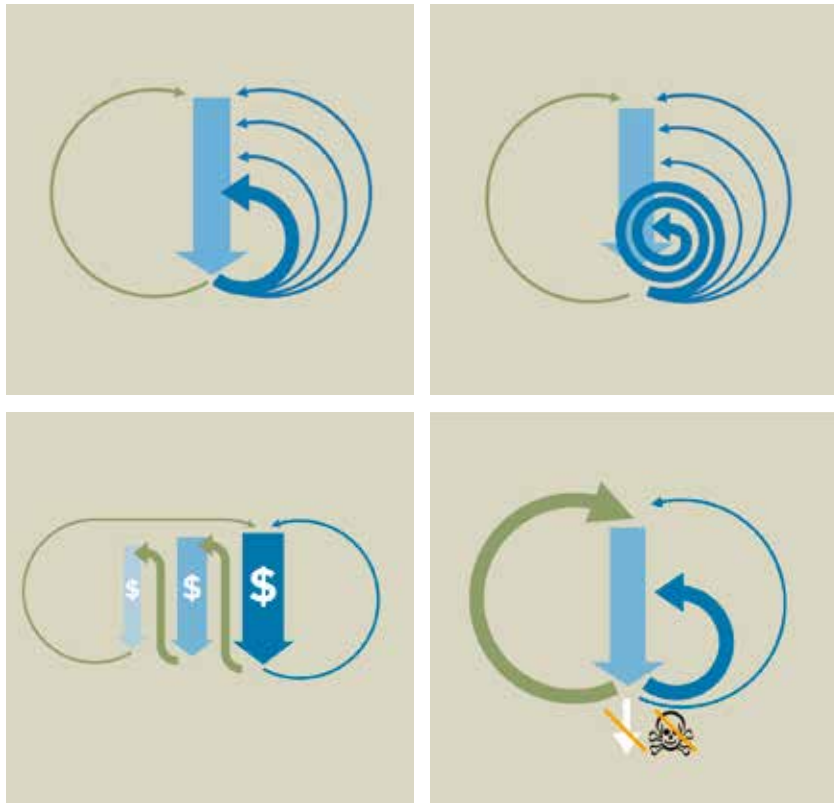
1) Recyclen oftewel uiteenhalen in basismateriaal dat weer het begin van een nieuw productieproces vormt.
2) Hergebruiken in het productieproces van het product of componenten van het product om een nieuw product te maken.
3) Hergebruiken en opnieuw distribueren van het product zelf.
4) Onderhouden van het product zodat het zo lang mogelijk gebruikt worden en niet hoeft te worden teruggebracht in de kringloop.

Onderaan het diagram wordt duidelijk gemaakt dat veel producten voordat ze op de afvalberg belanden altijd nog kunnen worden gebruikt voor energieproductie. Maar in het algemeen is de boodschap: voorkom afval of de verbrandingsoven.

Hoe korter de cirkel, hoe beter het is. Als een product door langer gebruik uit het productieproces wordt gehouden, levert dat het minste materiaalverlies op en wordt er niet onnodig energie verbruikt voor productie en distributie. Anderzijds is het recyclen door het uiteen halen van een product in zijn componenten en materialen een kostbare aangelegenheid zowel wat betreft energieverbruik als overige kosten.

Anders gezegd: **Do not repair what is not broken, do not remanufacture something that can be repaired, do not recycle a product that can be remanufactured** (Stahel, W.R. "The Performance Economy).

Of nog anders gezegd: hanteer in deze volgorde de drie R's: Reduce, Reuse, Recycle. Reduceer allereerst het gebruik en voorkom degradatie door goed onderhoud en duurzame productie van dingen die lang meegaan. Beperk ook de impact van vervoer en energieverbruik bij productie. Als dat niet kan, probeer dan een zo compleet mogelijk bestaand product of component te hergebruiken. Ga pas als dat ook niet kan over tot recyclen, zodat de gebruikte materialen kunnen worden ingezet in een nieuw productieproces. In al deze gevallen blijft het materiaal in de kringloop. Als er toch aanspraak moet worden gemaakt op externe bronnen,



Vier circulaire principes, Ellen MacArthur Foundation, 2012

probeer dan duurzame bronnen te gebruiken; allereerst door biobased (natuurlijk hernieuwbare) materialen toe te passen die zonder vervuiling degraderen. Als zelfs dat onmogelijk is, gebruik dan niet-hernieuwbare grondstoffen zo spaarzaam mogelijk.

1.4 NAAR EEN CIRCULAIRE ECONOMIE

In de meeste discussies rond het thema gaat het vooral om het ontwerp- en productieproces, er wordt nauwelijks aandacht besteed aan de manier waarop deze nieuwe kringloopproducten ook tot een wezenlijk ander economisch systeem leiden, noch hoe deze producten zinvol kunnen concurreren in een economie die nog grotendeels lineair is.

Die koppeling met economie wordt wel gelegd in 'The Blue Economy: 10 years - 10 innovations - 100 million jobs' van Gunter Pauli uit 2010. Pauli introduceert een groot aantal praktijkvoorbeelden en verdienmodellen van alternatieve producten en productieprocessen, veelal hergebruikproducten, maar ook alternatieve vormen van lokale voedselproductie en diensten. Pauli toont aan dat het mogelijk is om duurzaam te ondernemen en dat het sluiten van kringlopen ook in economisch

opzicht winstgevend kan zijn. Winstgevendheid wordt daarbij vooral bereikt door reductie: verminderde materiaalkosten door hergebruik, verminderde transportkosten door lokale winning en productie, verminderde energiekosten door het gebruik van duurzame energie (of restenergie) en versimpeling van zowel het productieproces als het product zelf. Maar er wordt ook gewezen op de economische kansen van het opnemen van zo veel mogelijk (her)gebruikskringlopen en dus verdienmogelijkheden in het productieproces. *"By using the resources available in cascading systems, (...) the waste of one product becomes the input to create a new cash flow"*. In zijn voorbeelden zit daarnaast een aantal sociale componenten zoals het versterken van de lokale gemeenschap door lokale winning, productie en afname en daardoor onder meer het creëren van nieuwe, lokale werkgelegenheid. Het is niet gemakkelijk om deze vormen van *'social return on investment'* (maatschappelijke winst) te kapitaliseren, maar dat maakt ze niet minder relevant.

In het rapport van de Ellen Maccarthur Foundation wordt de economie van circulaire systemen gevonden in vier principes, waarbij elke terugkoppeling in het systeem, inclusief de alternatieve productie en distributiesystemen, een verdienmodel kan opleveren.

- Zoek naar de 'inner circle', dat wil zeggen hou de kringloop zo kort mogelijk. Daarmee worden materiaal-, energie-, arbeid- en distributiekosten bespaard.
- Blijf circuleren. Stimuleer opeenvolgende kringlopen. Leg de nadruk op langdurig gebruik en het daarbij horende onderhoud. Produceer zodanig dat producten meerdere malen kunnen worden hergebruikt
- Zoek naar 'cascaded use', opeenvolgende productie-gebruik-hergebruik ketens waarbij de waardevermindering van het materiaal wordt tegengegaan.
- Betrek de biologische kringloop in het systeem. Als nieuwe grondstoffen noodzakelijk zijn, gebruik dan hernieuwbare, biologisch afbreekbare, niet-giftige grondstoffen.

Elke cirkel levert een nieuw verdienmodel op. De circulaire economie zal zich echter vooral moeten concentreren op (het creëren van) opeenvolgende terugkoppelingen, ofwel 'cascading systems'.

De eerste verkenningen van Pauli en de Ellen Maccarthur Foundation zijn echter nog niet veel meer dan dat: verkenningen. Tot een sluitend alternatief economisch systeem en vooral tot algemeen toepasbare economische methoden en middelen heeft het nog niet geleid. In elk geval is er nog geen (grote) markt voor hergebruikte producten en materialen. Een van de mogelijkheden om het in circulatie houden van producten te bevorderen is het idee dat producenten het eigendom van hun producten behouden, zogenaamde Product Service Systems (PSS). De gebruiker betaalt voor het gebruik ervan, niet voor het bezit. Dit zou in de vorm van statiegeld, leasecontracten of terugkoop door producent aan het einde van de levensduur geregeld kunnen worden. Vooral in dergelijke gevallen wordt de prestatie van het product belangrijker, en daarmee het leveren van een hoge kwaliteit en duurzaamheid een belang van de producent.

In een circulaire economie draait alles om het sluiten van kringlopen. Dat betekent ook dat er binnen de keten van bedrijven die bij de productie en distributie van producten betrokken zijn veel zal moeten worden samengewerkt en dat er veel zal moeten worden afgestemd, bijvoorbeeld ten aanzien van maatvoering en montagemethoden. Bovendien zal er sprake moeten zijn van cross sectorale samenwerking, waar hergebruik in de ene sector lastig is, kan het in een andere sector opeens heel gemakkelijk zijn.

Product Service Systems, 'Pay per Lux' model van Phillips, 2009

DEEL 2

CIRCULAIR BOUWEN

Hoe kunnen de bovenstaande algemene uitgangspunten en principes van een circulaire economie worden toegepast in de bouw? Bestaat er zoiets als circulair bouwen? En zo ja, kan dat dan ook leiden tot een bouwindustrie die duurzamer is dan de huidige, niet alleen ten aanzien van materiaal- en energieverbruik, maar ook in economisch opzicht?

Om met de eerste vraag te beginnen: Ja, de principes van de circulaire economie kunnen in de bouw worden toegepast, en het gebeurt ook al. Hergebruik is vanzelfsprekend in de historische bouwcultuur en nog steeds praktijk in veel ontwikkelingslanden. Als je beperkt bent in economische middelen en materiaal, dan ga je vanzelf slim en efficiënt ontwerpen, met lokale materialen, en met zo veel mogelijk hergebruik. Hetzelfde geldt ook voor het energiegebruik. Als je toegang om economische of andere redenen tot fossiele brandstof beperkt is, ga je zodanig ontwerpen en bouwen dat je die brandstof voor koeling of verwarming zo min mogelijk nodig hebt. Een dergelijke ontwerphouding wordt ook wel bioklimatisch ontwerpen genoemd, waarbij de lokale condities ten aanzien van klimaat, materiaal en (traditionele) typologie het uitgangspunt voor het ontwerp vormen.

2.1 KANSEN EN UITDAGINGEN

De kansen en uitdagingen voor de bouw zijn groot. De bouw is voor 96% afhankelijk van fossiele brandstoffen en voor ruim 90% afhankelijk van ruwe grondstoffen als ijzer, aluminium, koper, zand, klei, kalksteen en hout. Circa 60% van de wereldvoorraad aan ruwe materialen wordt gebruikt voor bouwkundige constructies, waarvan circa 25% in gebouwen. Met ca 40% van de totale afvalstroom is de bouw bovendien een van de grootste grote afvalproducenten. Er valt in de bouw een wereld te winnen.

Er zijn echter wel een aantal eigenaardigheden van de moderne bouwindustrie en het wonen en bouwen in het algemeen, die specifiek zijn voor de sector waardoor de principes die gelden voor de productindustrie niet zonder meer van toepassing zijn op de bouw.

De bouw is een 'oude industrie' vol van tradities. De bouw is in termen van omzet de grootste industrie, met een enorme werkgelegenheid en een enorme hoeveelheid materieel en een complex geheel van bedrijven. De bouw is kapitaalintensief. Gebouwen en woningen behoren tot de duurste zaken die mensen 'consumeren'. Dit alles werkt remmend op innovatie en transitie naar een nieuw economisch model.

De bouw is vooral traag. Op zichzelf duurt het misschien niet zo veel langer om een gebouw te ontwerpen en te bouwen, dan een productcyclus van ontwerp, prototype, model, marktverkenning tot marktintroductie te doorlopen, maar een essentieel verschil is wel dat het bouwproduct daarna vergeleken met consumentenproducten veel langer meegaat. Vooral de lange gebruiksduur van gebouwen is typisch voor de sector. Op zichzelf is dat in termen van de circulaire economie prima, maar aangezien de enorme bestaande voorraad gebouwen weinig duurzaam is en niet voorbereid is op 'circulair gebruik', wordt vernieuwing wel opgehouden.

2.2 BOUWEN IN DE TIJD

Het idee dat gebouwen lang meegaan is echter een verkeerde zienswijze. Sommige gebouwen gaan lang mee (kastelen bijvoorbeeld) andere niet (schuurtjes). Beter is het om te stellen dat sommige delen van een gebouw langer meegaan dan andere delen.

In zijn boek *'How Buildings Learn'* (1994), waarin hij de aanpassing door de tijd van gebouwen bepreekt en deze koppelt aan duurzaamheidsuitgangspunten, publiceerde Stewart Brand een diagram dat de verschillende gebruiksduren van onderdelen van een gebouw laat zien.

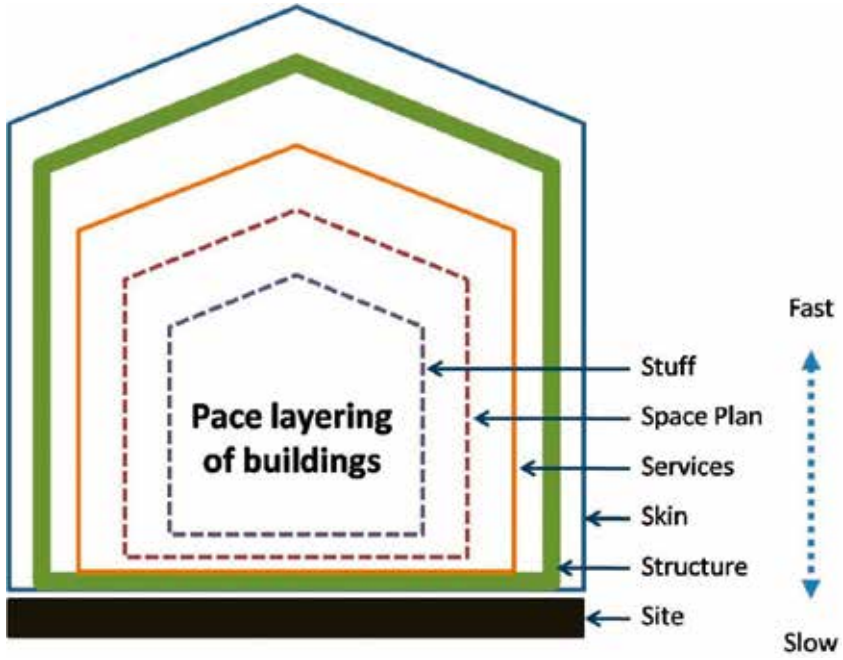
Van een langdurige naar een kortstondige levensloop onderscheid hij:

1) Site: de locatie van het gebouw die als plek min of meer eeuwigdurend is, maar waar natuurlijk wel verandering mogelijk is, bijvoorbeeld in klimaat, of in verandering van de sociale, politieke of economische context.
2) Structure: de (draag)structuur van het gebouw, inclusief vloeren, vooral als deze steenachtig of van beton zijn. Skeletconstructies van hout of staal kunnen relatief gemakkelijker worden gedemonteerd.
3) Skin: de huid, gevel en dak.
4) Services: infrastructuur: de klimaat-, water- en elektra installaties, inclusief trappen en liften.
5) Spaceplan: de binnenwanden en -deuren en het vaste meubilair.
6) Stuff: verplaatsbare meubels, producten en andere spullen waarmee we onze gebouwen vullen.

De mogelijkheid tot veranderen loopt op van een bijna niet aan te passen locatie (hoewel er ook mobiele gebouwen bestaan die gemakkelijk van plaats kunnen wisselen), via lastig aan te passen draagstructuur en gevel naar de gemakkelijk te vervangen binnenwanden en te verplaatsen meubels. Je kunt ook stellen dat de levensloopringen tevens lopen van zwaar en vast naar licht en los, maar noodzakelijk is dat niet; een lichte draagstructuur kan lang meegaan, en zware meubels hebben zoals bekend de neiging lang op hun plaats te blijven. Elke ring heeft in elk geval een eigen gebruiksduur.

Het belang van het diagram van Stewart Brand is dat hij aantoont dat een gebouw wat betreft aanpassingen (inclusief 'verwijderingsaanpassingen') niet in de eerste plaats als een totaalproduct gezien moet worden, maar op zichzelf ook als een systeem van op elkaar inwerkende subsystemen of potentiele kringlopen elk met een eigen levensduur en aanpassingscyclus.

In een circulaire bouweconomie moet met deze voor de bouw typische eigenschap rekening worden gehouden. Tot voor kort werd er te snel overgegaan tot complete sloop als slechts een paar onderdelen van een gebouw aan vervanging toe waren.
In 1963 publiceerde John Habraken het boek 'De Dragers en de Mensen' vanuit een heel andere invalshoek, namelijk de massawoningbouw en



Levensloopkringen, Stewart Brand 'How Buildings Learn' (1994)

(het gebrek aan) medezeggenschap van bewoners ten aanzien van de indeling van hun woningen. In dit boek maakt hij voor de woning onderscheid in twee systemen: de Drager: dragende wanden, dak en vloeren en de Inbouw: een set bouwelementen wanden, deuren, ramen, gevelelementen et cetera waarmee de bewoner/gebruiker zelf zijn woning zou kunnen indelen en/of in de loop van de tijd veranderen. Dergelijke Inbouwelementen zouden los op de bouwmarkt verkrijgbaar moeten zijn en door de bewoners zelf moeten kunnen worden aangebracht. De drager zou een meer permanente vorm en uitvoering moeten krijgen en worden ontworpen door specialisten (zoals architecten). Het drager-inbouwonderscheid is gelijk aan, maar minder 'gelaagd' dan, de tijdringen van Stewart Brand.

Beide filosofieën kunnen worden toegepast in een circulaire economie. Het doel is dan niet zozeer het consumeren van nieuwe (In) bouwcomponenten, maar juist het hergebruiken van deze componenten. Het voordeel daarvan is dat gebouwdelen die niet meer voldoen niet naar de sloop hoeven, maar op een ander plaats, desnoods met enige aanpassing, opnieuw kunnen worden (her)gebruikt. In de zin van de 3 R's dus Reuse in plaats van Recycle en in het diagram van de Ellen Macarthur Foundation de kortere cycli van hergebruik en distributie of tenminste hergebruik en aanpassing.

Daarbij kun je ook stellen dat het gebouw zelf daarmee veel meer onderwerp wordt van onderhoud en behoud. Alleen de kapotte of niet meer gewenste delen worden vervangen, de basis (de Drager in termen van Habraken) blijft. Hoe dan ook leidt een dergelijk uitgangspunt tot vermindering van grondstofgebruik.

2.3 BEVORDEREN VAN UITWISSELBAARHEID

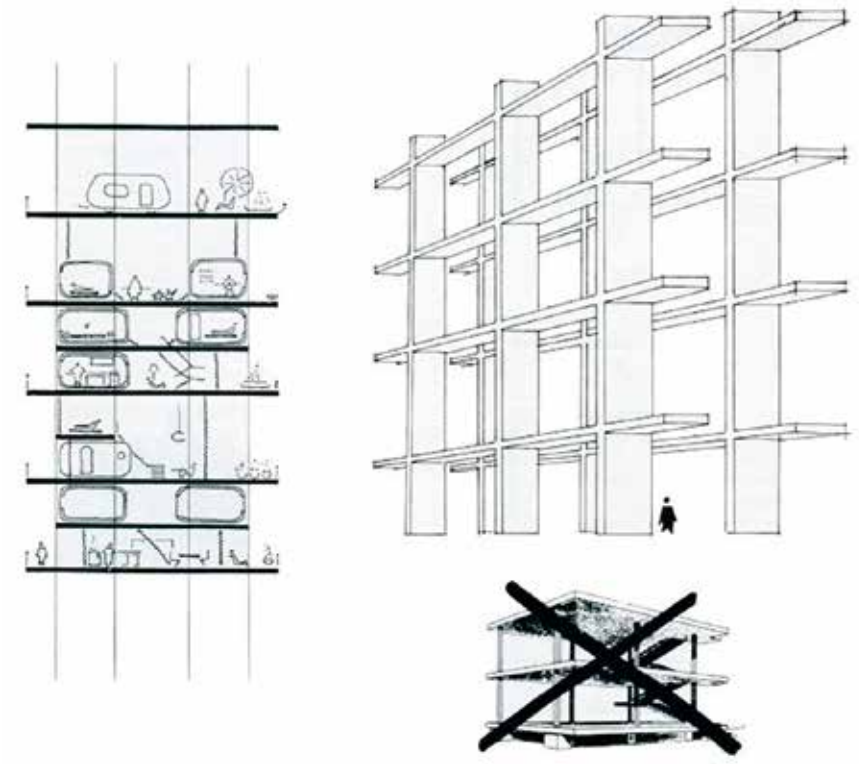
Om een dergelijk hergebruiksysteem van bouwcomponenten optimaal te laten functioneren is het wel van belang dat deze inderdaad gemakkelijk uitwisselbaar zijn. En daarin ligt ook direct het eerste probleem.
Om uitgewisseld te kunnen worden is een zekere maat- en vormstandaardisatie noodzakelijk. Een raam van gebouw A zou gemakkelijk in gebouw B moeten kunnen worden toegepast. In navolging van Habraken heeft de SAR (Stichting Bouwresearch) zich in de jaren 70 tot 90 van de vorige eeuw lang bezig gehouden met deze standaardisatie, en dan vooral met het opstellen van een standaard maatmethodiek. Hoewel er indertijd verschillende bouwexperimenten op basis van Habrakens gedachtengoed en de SAR methodiek zijn gerealiseerd, is de bouw als geheel nooit 'om gegaan'. Iets dergelijks kan ook gezegd worden van andere industriële bouwsystemen die in de loop van de twintigste eeuw zijn uitgewerkt. Er was geen markt voor, en de wens tot uitwisseling en aanpassing was kennelijk niet zo hoog.

Later werden de SAR uitgangspunten wat minder dogmatisch vertaald in het principe van Open Bouwen en IFD (Industrieel, Flexibel en Demontabel Bouwen). Daarin wordt bij het ontwerp en de productie van bouwcomponenten van tevoren uitgegaan van toekomstige veranderbaarheid en uitwisselbaarheid, vooral van het inbouwpakket, maar in theorie voor het totale bouwproduct. Daarbij stonden circulaire motieven aanvankelijk niet voorop, flexibiliteit en aanpasbaarheid waren destijds belangrijker, maar het circulaire gedachtengoed valt er prima in op te nemen.

In elk geval zou het zo moeten zijn dat bij nieuwbouw voortaan alle ruimtelijke dragers en de componenten die worden toegepast moeten zijn voorbereid op uitwisselbaarheid en hergebruik.

Een tweede probleem bij de acceptatie van dergelijke systemen is dat het pas werkt als er sprake is van grote aantallen, oftewel van een substantiële voorraad te gebruiken, of in het geval van in een circulaire economie te hergebruiken componenten. Je moet wel kunnen kiezen. De investering om een dergelijke componentenvoorraad nieuw op te bouwen in een markt die naar zijn aard conservatief is, bleek telkens te groot. Anderzijds is de wel degelijk grote voorraad van reeds bestaande bouwcomponenten (deuren, ramen, wanden) niet met het oogmerk van hergebruik gemaakt en zit het 'vast' in bestaande gebouwen.

In het voorbereiden van gebouwcomponenten voor hergebruik ligt desondanks de toekomst van het circulaire bouwen. Daarbij moet ook worden nagedacht over de te verwachten levensduur van componenten



Drager en Inbouw, John Habraken, 'De Dragers en de Mensen', 1963]

in het te ontwerpen object. Voor de lange cyclus van de draagconstructie of de gevel gelden andere voorwaarden van voor componenten met een kortere levenscyclus. Hergebruik op een andere plaats is voor de draagstructuur misschien minder belangrijk (maar nog steeds relevant), in plaats daarvan moet worden geanticipeerd op nieuwe functies in de toekomst die zonder al te veel aanpassing plaats moeten kunnen vinden. Overmaat in dergelijke lange levensduur elementen (sterker, ruimer en duurzamer dan strikt noodzakelijk voor de eerste functie) kan ondanks de hogere investering op de langere termijn toch waardevol zijn. Voor componenten met een kortere gebruiksduur geldt het omgekeerde: die moeten juist op een andere plaats zo veel mogelijk compleet kunnen worden hergebruikt, of gemakkelijk kunnen worden opgedeeld in basismaterialen voor recycling.

Dit alles vereist op zichzelf al een omslag in het denken van ontwerpers, fabrikanten en uitvoerende bouwbedrijven, tot en met de 'slopers' die straks een belangrijke schakel in de circulaire bouwlogistiek zullen gaan innemen. Maar dat is de toekomst en het betreft vooral nieuwe gebouwen of de grootste gedeelten van vernieuwde gebouwen zoals gevelsystemen die oudere vervangen. In het heden hebben we te maken

met een enorme voorraad gebouwen en gebouwcomponenten die niet op hergebruik zijn ontworpen en gemaakt. De omslag naar circulair bouwen zal op twee fronten moeten worden uitgevochten: op het nieuwbouwfront maar ook ten aanzien van de bestaande voorraad.

2.4 HET GEBOUW HERGEBRUIKEN

Door een combinatie van het tegengaan van kapitaalvernietiging (de gebouwvoorraad beslaat een groot deel van ons collectieve kapitaal) en een recent toegenomen erkenning van de culturele waarde van het gebouwde erfgoed, is het hergebruik van gebouwen als geheel steeds vanzelfsprekender geworden. Het pas ook uitstekend in het circulaire denken waarbij het eerste uitgangspunt onderhoud en min of meer onveranderd, doorgaand gebruik is.

Bij nieuwbouw kan de ontwerper uitgaan van de ideale situatie waarbij hergebruik van componenten het uitgangspunt is. Voor de ontwerper betekent dit vooral dat zijn ontwerpvrijheid enigszins wordt beperkt. Naast het toespitsen van het ontwerp op het beoogde gebruik in de voorliggende ontwerpopdracht, moet er ook worden nagedacht op min of meer onvoorspelbaar hergebruik in de toekomst.

Bij hergebruik van gebouwen, zeker als het om gebouwen met cultuurhistorische waarde gaat, is een andere ontwerphouding aan de orde die meer improviserend van aard is. Het gaat daarbij niet zozeer om de vraag wat het gebouw moet worden, maar om de vraag wat het gebouw van zichzelf al is, om vervolgens een zodanige aanpassing te ontwerpen dat de nieuwe functie daarin ondergebracht kan worden. Ook hierbij geldt het algemene circulaire uitgangspunt; minder doen, vooral minder materiaal verplaatsen, laat staan verwijderen, is beter. Bij SuperUse, een ontwerpmethodiek die onder meer door SuperUse Studio wordt gehanteerd, wordt een compleet product, niet noodzakelijk uit de bouw, met een paar minimale ingrepen voor totaal ander gebruik gereed gemaakt. Het klassieke voorbeeld is de grote autoband (op zichzelf een enorm vervuilingsprobleem) die door de simpele ontwerpactie van vullen met zand opeens een zandbak wordt. In de woorden van Superuse Studio: "We beginnen met kijken naar het te hergebruiken object en vragen ons af wat het wil zijn. Vervolgens zoeken we daarvoor toepassingen in de bouw."

De beperkingen van het te hergebruiken object worden dus als uitdagend uitgangspunt omgedraaid tot (onverwachte) toekomstige mogelijkheden. De markt en mogelijkheden voor een dergelijk een-op-een hergebruik zijn wellicht beperkt, maar de basishouding is algemeen toepasbaar. De mogelijkheden van het bestaande gebouw (de ruimtelijke typologie en ordening, maat en materiaal van de ruimten, architectonische uitstraling et cetera) zouden het uitgangspunt voor toekomstig gebruik moeten zijn, of de ontwerphandeling zou in het met elkaar verenigen van bestaande mogelijkheden en verlangd toekomstig gebruik moeten liggen. Een zelfde principe geldt ook voor het hergebruik van componenten die op zichzelf niet op dit hergebruik zijn ontworpen.

Parksite, transformatie van een oude ambulance garage naar luxe stadswoning [DoepelStrijkers, 2009]

Los van de hergebruiksopgave van grotere gebouwen en cultuurhistorische objecten, bestaat een groot deel van de bestaande voorraad uit woningen die zeker niet van functie zullen wijzigen. Daarvoor geldt primair dat het alternatief voor sloop vooral bestaat uit algemene verduurzaming en vermindering van het energiegebruik (of het toepassen van duurzame energiebronnen) en verbetering van het wooncomfort. Die opgave is wezenlijk anders, maar ook daar geldt dat hergebruik leidend zou moeten zijn, hetzij door hergebruik van componenten, hetzij door toepassing van gerecyclede en/of opnieuw te recyclen materialen van alles wat nieuw wordt toegevoegd.

2.5 RECYCLED EN BIOBASED MATERIAAL

Tot nu toe hebben we het in deze tekst vooral gehad over de kansen en obstakels bij het hergebruik van grote componenten tot en met gebouwen, de eerste twee R's: Reduce en Reuse. In de praktijk wordt echter het grootste gedeelte van het bouwmateriaal aangeboden voor recycling, waarbij bouwafval wordt vermalen of omgesmolten tot nieuwe grondstoffen. Het is belangrijk dat de waarde van dit materiaal in het recycleproces zo min mogelijk wordt verminderd, met als optimum een gelijkwaardig materiaal na recycling.

Als we kijken naar de hoeveelheid materiaal die bij sloop vrijkomt, dan liggen er kansen bij het hergebruik van steenachtige materialen, vooral beton. Op dit moment wordt veel van dit puin nog *gedowncycled* tot granulaat. De uitdaging ligt in het vinden van methoden om dit betonpuin te *upcyclen*: van beton weer volwaardig beton maken dat bovendien is voorbereid op een eenvoudiger diffractie in een volgende hergebruikcyclus.

Hout wordt op dit moment grotendeels versnipperd tot spaanplaat, beter zou het zijn om hout als hout te hergebruiken. Ook voor gipsplaten geldt dat het materiaal gemakkelijk volwaardig kan worden teruggebracht in de bouwketen.

Als hergebruik of gebruik van gerecycled materiaal geen optie is, dan zou er eerst moeten worden gezocht naar materialen die duurzaam zijn gewonnen of materialen uit de biologische kringloop die na gebruik natuurlijk kunnen degraderen. Anders dan in de landen om ons heen, worden dergelijke 'biobased' materialen in de Nederlandse bouwpraktijk nog nauwelijks toegepast, maar dat gaat veranderen.

Bij de keuze van het materiaal moet overigens altijd goed naar de levenscyclus worden gekeken, zowel terug in de tijd (winning, vervoer, productie) als vooruit (levensduur, onderhoud, hergebruik). Soms leidt dit tot conclusies die tegen de intuïtie ingaan dat natuurlijk materiaal altijd beter is. De neiging bestaat bijvoorbeeld om te denken dat aluminium minder duurzaam is dan Europese zachthout. Een kozijn van Europese zachthout heeft inderdaad een veel lagere milieu impact dan zijn aluminium tegenhanger. Maar op het moment dat het aluminium kozijn voor 100% uit secondaire grondstof (hergebruikt aluminium) wordt gemaakt, dan heeft het - gemeten over 75 jaar – juist een lagere milieu impact dan de houten kozijn (bron: M. Haas, TU Delft).

2.6 CIRCULAIR ONTWERPEN

Om in een circulair systeem te opereren is het voor de ontwerper zaak om vanuit schaarste te leren denken. Daarnaast zal er een verschuiving moeten plaatsvinden naar meer aanbod gericht ontwerpen. Dat wil zeggen dat de bestaande klimatologische en ruimtelijk/bouwkundige situatie en de lokale mogelijkheden ten aanzien van hergebruik en/of productie van hergebruikt materiaal als uitgangspunt voor het energetisch en ruimtelijk ontwerp en het materiaalgebruik worden genomen.

Allereerst zou eigenlijk de vraag moeten worden gesteld of nieuw bouwen noodzakelijk is. Denk aan al die leegstaande kantoren die recent zijn gebouwd. Kan de functie ook worden gerealiseerd door een bestaand gebouw aan te passen?

Moet er toch nieuw worden gebouwd, denk dan ook aan de toekomst voorbij het eerste gebruik. De verwachtte levensloop van het gebouw als geheel, evenals van de verschillende componenten, zou in het ontwerp moeten worden meegenomen. Hoe lang die levensloop dan is, is minder belangrijk dan het feit dat de uitvoering op deze voorspelde levensduur is aangepast. Als een gebouw voor de lange duur wordt ontworpen, houd

dan in het ruimtelijk ontwerp rekening met functieverandering en bij de materiaalkeuze en inbouw met de kortere levensduur van bepaalde onderdelen van het gebouw. Een levensduur verlengend onderhoudsplan zou eigenlijk eveneens onderdeel van de ontwerpopgave moeten zijn.

Je kunt ook voor een korte termijn ontwerpen. Dan wordt het extra belangrijk om een eenvoudige demontage in componenten voor hergebruik in het ontwerp mee te nemen.

Hanteer altijd de drie R's. Zoek bij nieuwbouw of verbouwen eerst naar de mogelijkheid om componenten te hergebruiken. Als hergebruik van volledige componenten geen optie is, zoek naar materialen die voortkomen uit een hoogwaardige recycling. Pas als dat niet lukt, kan worden overgegaan tot gebruik van materialen die putten uit de voorraad gewonnen grondstoffen. Duurzame winning (bijvoorbeeld FSB hout) of materialen die natuurlijk degraderen (biologische kringloop) heeft dan natuurlijk de voorkeur.

Tegelijkertijd moet bij de toepassing van de materialen worden geanticipeerd op later hergebruik. Dit betekent allereerst dat, als er geen sprake is van hergebruikoptie voor een geheel component, de te verwijderen onderdelen gemakkelijk in hun basismateriaal uit elkaar moeten kunnen worden gehaald. In de praktijk komt dit neer op het vermijden van composieten en het voorkeur geven aan homogeen materiaal, het toepassen van droge verbindingen in plaats van lijmen, het toepassen van voor demontage en hergebruik hanteerbare (niet te groot, niet te klein) delen et cetera. De ontwerper moet dus niet alleen nadenken over een logische en slimme montage, maar evengoed over een logische en probleemloze demontage.

2.7 MATERIAALPASPOORT

In een circulaire bouwpraktijk is het noodzakelijk om materialen en componenten die voor hergebruik geschikt zijn (gemaakt) gemakkelijk te kunnen traceren. Een groot deel van de voorraad aan materialen en componenten ligt immers 'opgeslagen' in gebouwen.

Een van de middelen om in de toekomst een beter zicht op de voorraad aan materialen te krijgen is het zogenaamde materiaalpaspoort. Alle materialen en componenten van een gebouw worden benoemd op hun eigenschappen, inclusief maat en hergebruiksmogelijkheden. Dit levert voor de sloper vooraf waardevolle informatie waarmee hij de demontage beter kan uitvoeren. Bovendien zou er een database van alle lokaal beschikbare materialen en componenten kunnen worden aangelegd. Deze catalogisering van de gebruikte materialen valt bovendien prima te combineren met BIM, het 3D gebouwinformatiesysteem dat zo langzamerhand standaard aan het worden is in de bouw.

Logistiek van verwijdering,opslag en aanbieden voor hergebruik

2.8 EEN CIRCULAIRE BOUWECONOMIE

Op dit moment ligt het voordeel van hergebruik vaak in niet-economische vlak; in een goed gevoel en maatschappelijke verantwoordelijkheid.
De extra investering ten aanzien van hergebruik ligt nu nog bij de opdrachtgever/eigenaar van het gebouw zonder dat er zicht is op het terugverdienen, laat staan winst maken, op termijn. Deze situatie gold lange tijd ook voor maatregelen ten aanzien van duurzame energie, zoals het gebruik van alternatieve energiebronnen en isolatie. Tegenwoordig is het terugverdienen van dergelijke investeringen duidelijk en is de acceptatie daarmee ook veel gemakkelijker geworden. Die kant moet het ook op met circulaire maatregelen.

Natuurlijk wordt er in de bouw al op veel plaatsen min of meer circulair gewerkt. Het gebruik van gerecycled materiaal begint door te dringen tot aan de bodem van de markt. Vooral wat betreft 'Stuff', zoals meubels, deuren en ramen, is er een levendige tweedehandshandel onder particulieren ontstaan. Er zijn al bedrijven die op commerciële basis tweedehands bouwmateriaal aanbieden. Het gaat daarbij vooral om gewilde elementen met historische waarde of waaraan een quasi historische gebruiksaura hangt. Zo is gebruikt steigerhout tegenwoordig duurder dan nieuw. Wat daarover ook gedacht mag worden, het geeft wel aan dat er in een circulair bouwproces ook nieuwe verdienmogelijkheden zijn.

2.9 CIRCULAIRE LOGISTIEK ALS ECONOMISCHE KANS

Hoogstwaarschijnlijk zal de transitie naar die nieuwe circulaire bouweconomie allereerst plaatsvinden op het terrein van de logistiek van verwijdering, opslag en aanbieden voor hergebruik. Vooral voor de voormalige sloopbedrijven is er een economische toekomst. Een bedrijf als Oranje noemt zich tegenwoordig geen sloperij meer maar "een kwalitatief ketenpartner op het gebied van duurzaam amoveren'. In de term amoveren ligt de basishandeling van deze nieuwe bouwindustrie besloten: niet meer het slopen en verwijderen van bouwpuin naar de afvalberg, maar het verplaatsen van materiaal van het ene bouwproject naar het andere. In deze logistieke keten ligt veel nieuwe werk en nieuwe deskundigheid verborgen die door nieuwe ondernemers kan worden uitgebuit. De kans is groot dat er ook specialisaties zullen ontstaan: geveldemontagebedrijven, installatie amoveerders, opslag en verwerkingsbedrijven en hergebruik bouwmaterialenhandelaars.

2.10 REGELGEVING

Maar de aanwezigheid van dergelijke nieuwe winstgevende verwijderingsbedrijfstak, die wellicht een vergelijkbare sterke positie in de bouwketen kan gaan krijgen als de traditionele aannemerij, is nog niet genoeg voor een soepel draaiend economisch systeem. Ook aan de gebruikskant moet het deelnemen aan een circulaire bouwpraktijk economische voordelen bieden of nieuwe specialisaties en bedrijfstakken doen ontstaan. Dat is op dit moment nog lastig. Hergebruikt materiaal is niet vanzelfsprekend goedkoper en het vraagt in veel gevallen om extra arbeid, zowel in het ontwerpproces als bij de montage op de bouwplaats, een investering die nog niet automatisch wordt terugverdiend.

Voor een deel ligt de oplossing natuurlijk in het efficiënter maken van de hergebruiksketens, maar ook de overheid heeft in de vorm van regelgeving een motiverende taak.
In Japan is de levensduur van een woning circa 30 jaar. In de Japanse cultuur is een gebouw dus meer een product dan in onze westerse cultuur. In 2008 is daar regelgeving ingevoerd die verplicht dat alle nieuwe woningen een gescheiden inbouw en casco moet hebben. Dit heeft geleid tot zowel een splitsing in de aannemerswereld, casco-aannemers en inbouw-aannemers, als in een nieuwe handel in tweedehands interieurs. Sommige bewoners nemen hun gehele interieur, inclusief keuken, mee naar een volgende woning.

2.11 ALTERNATIEVE CONTRACTVORMEN EN EIGENDOMSCONSTRUCTIES

In de toekomst kan wellicht ook worden gedacht aan lease- en statiegeldconstructies waarbij de producent eigenaar en/of verantwoordelijke voor hergebruik van het product blijft. Om dat veel componenten in een gebouw een lange levensduur hebben, zal dit wellicht in de bouw een wat lastiger optie zijn dan in de markt van consumentenproducten.

Het is gemakkelijker om een lease constructie voor een koelkast of een verwarmingsketel te bedenken, dan voor een draagconstructie. Iets meer kansen liggen er bij volledige onderhoudscontracten waarbij bedrijven het onderhoud van het gebouw, inclusief het energiegebruik en verwijdering c.q. herplaatsing van componenten op zich neemt.

2.12 CROSS SECTORALE ALLIANTIES

Een derde mogelijkheid is het aangaan van allianties buiten de traditionele bouwketen. Op zichzelf is het cross-sectoraal denken altijd al een van de motoren van innovatie geweest, maar in een circulaire economie geldt dit zeker, daar gaat het immers om het in ogenschouw nemen van het totale 'systeem', niet alleen de bouwketen zelf. Samenwerking tussen de bouwketen en de agrarische industrie is misschien niet vanzelfsprekend, maar in de productie van duurzaam hout is dit wel aan de orde. Een ander voorbeeld komt uit de praktijk van het Biobased Retrofit House. De toepassing van hennepproducten in dit project bleek duurder dan traditionele materialen. Met de hennep producent Pantanova is gezocht naar een extra verdienmodel. Dit is gevonden in het inzetten van de hennepteelt zelf in de economie van het project. Door hennep te telen op vervuilde grond in de omgeving van het bouwproject wordt deze grond in vijf jaar schoon gemaakt. De vervuiling gaat in de bladeren zitten, terwijl juist de vezels uit de stengels voor bouwmateriaal worden gebruikt. De inkomsten die uit sanering van de grond voortvloeien kunnen in mindering worden gebracht op de kosten van het hennep bouwmateriaal. Door een aan de bouw vreemde sector als teelt binnen de bouwcyclus te halen is dus een nieuw verdienmodel ontstaan. In dit specifieke project is dat nog niet gelukt, maar het principe is economisch haalbaar.

2.13 INCLUSIEF BOUWEN

In een circulaire economie gaat het om waardebehoud van het materiaal en om waardecreatie door het toepassen van kringloopsystemen (cascading systems). Waardecreatie wordt daarbij in veel gevallen primair gezien als het creëren van monetair kapitaal. In veel discussies rond de transitie naar een duurzame economie wordt echter ook gewezen op de noodzaak en mogelijkheden voor creatie van sociaal kapitaal. Een hechte, evenwichtige en 'eerlijke' samenleving van individuen in groepen draagt bij aan de economische waarde van die samenleving.

Het vertalen van deze sociale waarde in monetaire termen is niet gemakkelijk. Wat is de waarde in Euro's van een hechte gemeenschap? Of concreter: welke kosten worden bijvoorbeeld bespaard door het versterken van lokale productie of het creëren van werkgelegenheid aan kansarmen op de arbeidsmarkt? Een van de problemen bij deze waardebepaling is dat de gecreëerde voordelen vaak verdeeld zijn over veel partijen. Het lastig om al die kleine voordelen vast te stellen en op te tellen. We profiteren als overheid, bedrijven en individuen collectief

ieder een beetje, maar wie is bereid de investering op zich te nemen? Juist in een de transitie naar een circulaire economie liggen echter kansen voor het creëren van sociaal kapitaal. Zowel Gunter Pauli als de Ellen Maccarthur Foundation wijzen op de mogelijkheden die een circulaire economie daarvoor biedt. De productie is noodzakelijkerwijs lokaal en er worden nieuwe typen werkgelegenheid gecreëerd. Bovendien werkt een circulaire economie ook in de richting van algemene duurzaamheid en betere gezondheid.

In de een circulaire bouweconomie gelden deze algemene voordelen in het bijzonder. Vooral demonteren kan niet anders dan lokaal plaatsvinden (slopen valt niet uit te besteden aan landen met goedkope arbeidskracht). Daarnaast wordt er een nieuwe industrie (amoveren) met nieuwe deskundigheid gecreëerd, die relatief arbeidsintensief is en kansen biedt aan mensen met een afstand op de arbeidsmarkt.

In Cirkelstad, een in Rotterdam begonnen samenwerkingsverband van publieke en private partijen, wordt deze koppeling van een circulaire economie aan de arbeidsmarkt als uitgangspunt genomen. Onder het motto 'Geen afval, én geen uitval', wordt lokaal hergebruik gestimuleerd en wordt nieuwe werkgelegenheid gecreëerd door mensen met een afstand tot de arbeidsmarkt nieuwe vaardigheden aan te leren en deze te betrekken bij het circulaire bouwproces. Daarnaast worden lokale ondernemers begeleid in het opzetten van nieuwe circulaire bedrijvigheid.

‘Sluiten van kringlopen is een haalbare en duurzame strategie.’

Duzan Doepel en Cor Luijten over HAKA-gebouw Rotterdam – door Eric Schoones

CIRCULAIR OP DE AGENDA

Met hergebruikte materialen, afkomstig uit de directe omgeving en verwerkt door mensen uit de reclassering, werden bij de inrichting van de begane grond van het HAKA-gebouw de principes van circulair en inclusief bouwen, ten volle in de praktijk gebracht. En met succes.

OPGAVE

Nieuwe bestemming

Het HAKA-gebouw was al bij de bouw, kort na 1930, een icoon van het Nieuwe Bouwen. Er werden, een noviteit in Nederland, voor het eerst nieuwe betontechnieken toegepast. Tot 1973 deed het imposante gebouw dienst als hoofdkantoor van de Coöperatieve Groothandelsvereniging de Handelskamer (HAKA). Naast kantoren huisvestte het ook opslag- en productieruimten, werkplaatsen, een graansilo en een garagegebouw.

Bij de renovatie in 2008 kreeg architect DoepelStrijkers de opdracht om het interieur geschikt te maken voor nieuwe bedrijven, instellingen en overheden. Duzan Doepel: ‘Het gebouw stond al wel 20 jaar te niksen en de herbestemming was een testcase ook voor andere leegstand in de stad. Een van de strategieën was gericht op meer efficiënt omgaan met leegstand. We hebben hier flexibele, multifunctionele ruimtes gecreëerd, ook geschikt voor informele ontmoetingen en aanpasbaar aan toekomstige wensen, anticiperend op het nieuwe werken. Efficiënt gebruik is een ding, maar bij leegstand speelt ook heel vaak transformatie naar andere functies, bijvoorbeeld van kantoor naar woning maar dat speelde hier niet.’

AANPAK

Verbinden

Het uitgangspunt was verder om door hergebruik van materialen kostenneutraal te werken, aanzienlijk goedkoper dus dan een nieuw interieur met nieuwe materialen én bovendien met een kleinere CO_2-footprint. Duzan Doepel: ‘Wanneer je bouw en sloop direct koppelt en uitgaat van één op één hergebruik dan werk je aanbod gestuurd. Je moet creatief zijn en je ontwerp aanpassen op de materialen die vrijkomen.’

Zo’n niet rechttoe rechtaan aanpak is hem uit het hart gegrepen: ‘Dat vind ik interessant en uitdagend. Stadshavens was al criteria aan het formuleren voor duurzame gebiedsontwikkeling en DoepelStrijkers was al bij dat onderzoek betrokken. Het sluiten van materiaalkringlopen is daarbij van groot belang en dat zit sowieso in het DNA van ons kantoor.

Mijn achtergrond in Afrika speelt daarbij mee, daar bouw je in principe met materialen die ter plekke voorhanden zijn. Dat is een heel andere situatie dan we hier in Nederland gewend zijn waarbij een architect alle gewenste materialen kan laten invliegen.’

Cor Luijten van het ingenieursbureau van de Gemeente Rotterdam: ‘We hebben vanuit de gemeente vooral geholpen met het leggen van contacten. Bij sloopprojecten in de stad hebben we gekeken naar de materialen die vrijkomen. Zijn ze opnieuw te gebruiken? Dan breng je partijen bij elkaar en de partijen kijken dan zelf naar haalbaarheid, tijd, planning en financiën. Dat moet je heel transparant doen, anders werkt het niet.’

Duzan Doepel: ‘We hebben daarbij getracht om de tussenopslag over te slaan. Dat is niet altijd eenvoudig. We hadden bijvoorbeeld een ontwerp gebaseerd op deuren uit een bepaald pand maar toen ze moesten worden aangeleverd bleek het pand gekraakt en kon het ontwerp in de prullenbak.

De oplossing is heel flexibel, functioneel denken en hands-on werken. Deze interessante shortcut, waarbij je de materialen direct van sloop naar hergebruik brengt, hebben we bij HAKA voor het eerst toegepast en dat proberen we nu in meer projecten te doen.'

Haka was een testcase en er werd daarom veel onderzoek gedaan. Duzan Doepel: 'We hebben tijdens het gehele proces alle handelingen geregistreerd: sloop, transport, opslag, overslag, maar ook bijvoorbeeld machinegebruik. Het ingenieursbureau berekende op basis van die info de CO_2-footrpint. Het hergebruik van materialen kwam, in vergelijking met materiaal uit de bouwmarkt, uit op een besparing van 70%, op materiaal, energie en CO_2-uitstoot.

Opvallend in het HAKA-gebouw is dat je de herkomst van materialen terugziet in de nieuwe situatie, bijvoorbeeld in het meubilair, in afscheidingen gemaakt van oude deuren en gebruikte kleding, en in de aluminiumframes uit tuinbouwkassen boven de receptie.

Duzan Doepel: 'De akoestische wand is een mooi voorbeeld. Alle materialen die bij sloop vrijkomen zijn harde materialen, maar bij een auditorium heb je ook geluidsabsorberend materiaal nodig. Dat vonden we in tweedehands kleding. Met negen verrijdbare elementen van 2,5 meter lang is met in totaal 8 ton gebruikt textiel een afscheidingswand gemaakt. De vergaderruimte uit oude deuren is een voorbeeld van één op één hergebruik. Dat is het meest efficiënt qua CO_2-uitstoot, omdat je minder bewerkingen hebt. Een ander uitgangspunt is ook om zo weinig mogelijk materiaal toe te passen. Duzan Doepel: 'Je kijkt ook naar het gebruik van de materialen ná dit gebouw. Je kiest dus alleen voor droge verbindingen, zonder lijm, dus gemakkelijk te demonteren. De link tussen materiaalgebruik en ontwerp is mooi. Het is meteen ook een herwaarde-

ring van het ambacht, dat normaliter onbetaalbaar is, maar doordat we werkten met mensen uit de reclassering lukt dat hier wel.'

Daarmee komen we bij het sociale element. Duzan Doepel: 'Het circulair maken van materiaalkringlopen maakte onderdeel uit van de opdracht, het sociale element hebben wij als bureau in gesprekken met de opdrachtgever, van Gansewinkel en de gemeente naar voren gebracht. Werken met mensen met een afstand tot de arbeidsmarkt, zonder specifieke skills, betekent kiezen voor simpele vormen die je gemakkelijk kunt herhalen en voor zo weinig mogelijk machinale bewerkingen. Sommige ontwerpideeën bleken in de praktijk te gecompliceerd. In dit proces was er tijd om te experimenteren, en die hebben we benut. Werken op deze manier duurt langer dan met professionele krachten, vraag een goede planning, maar je kunt processen nog wel optimaliseren door bijvoorbeeld onderdelen van de productie van het meubilair in de werkplaats op te schalen naar een meer haalbare, kleinere productielijn.' De kosten van arbeid lagen in de project 70% lager dan met professionele werklieden, maar de social return on investment is zeer hoog. Met projecten boven de 250.000 euro is er een 5%-regeling voor mensen met een afstand tot de arbeidsmarkt. Bij het HAKA-project is bijna alles, 80 à 90% gedaan door deze mensen, onder begeleiding van een supervisor.

'De maatschappelijke en ecologische baten voor de samenleving op lange termijn zijn groot, al kun je die (nog) niet volledig meenemen in de winst van dit project op zich.'

RESULTAAT

Duurzaam integreren

Het project laat zien dat het sluiten van materiaalkringlopen een haalbare en duurzame strategie is, hier komt het leergeld van pas. Duzan Doepel: 'Meer bedrijven zouden moeten onderzoeken hoe ze deze mensen van sloop tot bouw, maar ook in de exploitatiefase structureel in de bedrijfsvoering kunnen integreren. Je hebt het over talentontwikkeling en dat is heel belangrijk als je kijkt naar de *mismatch* op de arbeidsmarkt met veel werkeloze jongeren en veel banen in de haven en in de bouw. De baten voor de samenleving op lange termijn zijn groot. Alleen kun je die nog niet meenemen in de winst van dit project op zich. Opschaling naar wijkniveau is nu de volgende stap.' Rotterdam juicht deze initiatieven toe. Cor Luijten: 'Als gemeente willen we op deze manier graag faciliteren – HAKA is voor ons een voorbeeldproject – maar we kunnen het niet zelf doen. In principe is het de markt die deze principes moet omarmen en tot een efficiënte werkwijze zien te krijgen. Ik ben daar overigens niet negatief over, want ik zie veel gebeuren in de markt. Overal in het land worden kleine, maar belangrijke stappen gezet.'

Aan de materialenkant lijkt een grondstoffenrotonde of een grondstoffenbank, een goed idee. Duzan Doepel: 'Dat wordt in Nederland steeds meer opgepakt. Een grondstoffenpaspoort is vooral in ontwikkeling voor de nieuwbouw. Maar er zijn nu ook bedrijven bezig met de bestaande voorraad, zodat je vraag en aanbod veel gemakkelijker kunt koppelen. Belangrijke winst is dat je bij sloopstromen altijd tussenopslag hebt, dat vergt veel CO_2. Met een materiaalpaspoort zou je dat *real-time* beter kunnen stroomlijnen.'

RENDEMENT

- **70% lagere materiaalkosten dan bij conventionele renovatie.**
- **70% lagere CO^2-footprint.**
- **70% lagere kosten van arbeid.**
- **80% Social Return on Investment (SROI).**
- **Direct hergebruik van o.a. 25.920 kg hout, 970 kg glas, 100 kg aluminium en 8.000 kg textiel.**

Cor Luijten: 'Beperking van het transport is daarbij ook een belangrijke factor. Minder transport betekent een betere bereikbaarheid en betere leefomgeving van de Stad. In het Haka-project zijn vrijkomende (sloop)materialen in de eigen regio opnieuw hoogwaardig hergebruikt. Dit stimuleert de lokale economie op een geweldige manier. Je ziet dat in heel verschillende sectoren deze principes meer structureel worden toegepast.'

Cor Luijten: 'Bij alles wat je doet: er is altijd een plus en een min. Circulair werken is vandaag de dag nog niet eenvoudig maar het levert veel op en voor betrokken bedrijven is het ook een stukje maatschappelijke verantwoording. De start is in ieder geval gemaakt. Wij zien het ook als onze taak om dit op de agenda te houden en anderen te inspireren om goede voorbeelden te geven. Het HAKA-project is een prachtig voorbeeld van circulaire economie. Er is nog een wereld te winnen en zelf enthousiast zijn is niet genoeg. Anderen moeten er brood in zien.'

HAKA is een project van: Vestia (opdrachtgever), DoepelStrijkers (ontwerp), Estrada Rotterdam (cliënt ontwerp), Stadshavens Rotterdam (cliënt onderzoek), Gemeente Rotterdam, Cor Luijten (onderzoek), Van Gansewinkel, Otto Friebel (onderzoek), Urban breeze (onderzoek exploitatie. Gemeente Rotterdam en DoepelStrijkers zijn thans Cirkelstad-partners.

DEEL 3

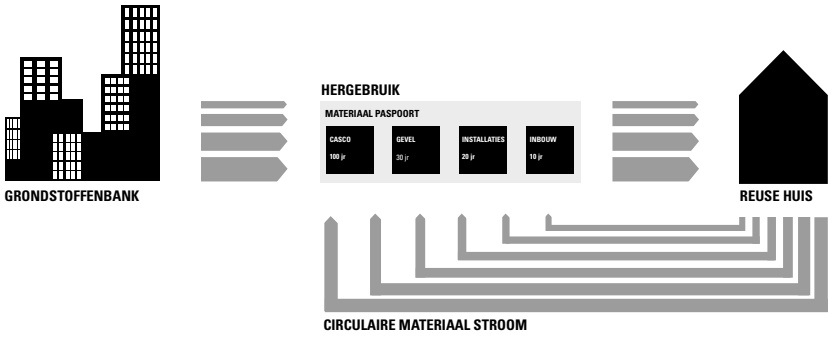
DE PRAKTIJK CONCEPT HOUSE VILLAGE

Opening concept house Maskerade (Concept House Village, 2015)

Sinds 2005 werken de Hogeschool Rotterdam, de TU Delft en de woningbouwcorporatie Woonbron samen aan Concept House Village, een 'gebruikers georiënteerde testomgeving voor duurzaam bouwen en wonen en gebiedsontwikkeling'. In 2011 is een bouwterrein in de Rotterdamse tuindorpwijk Heijplaat, grenzend aan de RDM Campus beschikbaar gesteld voor de realisatie van een aantal prototypes. Er zijn kavels voor nieuwbouw, voor tijdelijke bouw en voor vernieuwbouw gereserveerd. Er wordt gestreefd naar integrale duurzaamheid, dat wil zeggen duurzaamheid op economisch, ecologisch, technologisch, sociaal maatschappelijk en juridisch vlak. Vier jaar later zijn er circa dertien projecten in ontwikkeling, waarvan er twee zijn gerealiseerd en een derde in aanbouw is.

Vanuit het lectoraat Duurzame Architectuur en Stedelijk Herontwerp (Sustainable Architecture and Urban (re)Design) is aansluiting gezocht bij het initiatief en wordt er gewerkt aan twee projecten: Active ReUse House en Biobased Retrofit. Bij het onderzoek, het ontwerp en de realisatie wordt samengewerkt in een netwerk van bedrijven. Circulair bouwen is de belangrijkste invalshoek van de projecten. In elk van de beide projecten worden als hoofdthema voor onderzoek twee duurzaamheidsconcepten getest.

Naast circulaire bouwen wordt in beide projecten nagedacht over het optimaliseren van de zogenaamde SROI (Social Return on Investment), ofwel inclusieve component.



Flow diagram Active ReUse House

3.1 ACTIVE REUSE HOUSE

De doelstelling van het project is om volgens de principes van circulair bouwen een Active House uit secondaire grondstoffen te realiseren.
Een aantal doelstelling met betrekking tot het gebouw en de omgeving in verschillende fases zijn van belang:

- Het gebouw en de omgeving. Het gebouw houdt rekening met mogelijke aanpassingen in gebruik in de toekomst. Het moet mogelijk zijn om woningen uit te breiden naar achteren of boven, of om woningen samen te voegen. Naast verkavelbaarheid moet het ook mogelijk zijn om de functie te veranderen, van wonen naar winkel of kantoor. Hierdoor is de kans dat het casco lang mee gaat enorm vergroot. Het gebouw voegt sociaal als ecologische waarde toe aan de omgeving. Naast de lage milieu-impact door het toepassen van secondaire grondstoffen, wordt ecologische waarde in de vorm van groen (collectieve tuin), voedselproductie, hergebruik van hemelwater en verrijking van de biodiversiteit gecreëerd.
- Tijdens de ontwikkeling. Keuzes voor materiaalgebruik zijn gebaseerd op LCA (Life Cycle Analysis), niet de goedkoopste optie, maar de beste optie op de lange termijn. De woningen zijn ontworpen voor demontage en hergebruik. Er wordt gebouwd vanuit een circulaire bouwplaats met nul energie, water en afval. Social return is onderdeel van het bouwproces.
- Het gebouw in gebruik Het gebouw is energieneutraal voor zowel gebouwgebonden als gebruikersgebonden energiegebruik.

De ambitie om waterneutraal te bouwen in Nederland is door lage water prijzen nog onrendabel. Wel wordt water op locatie lang vast gehouden om de piekbelasting op de riool te verlagen. Op buurtschaal wordt nagedacht over collectieve voorzieningen zoals een helofytenfilter om grijswater te zuiveren.

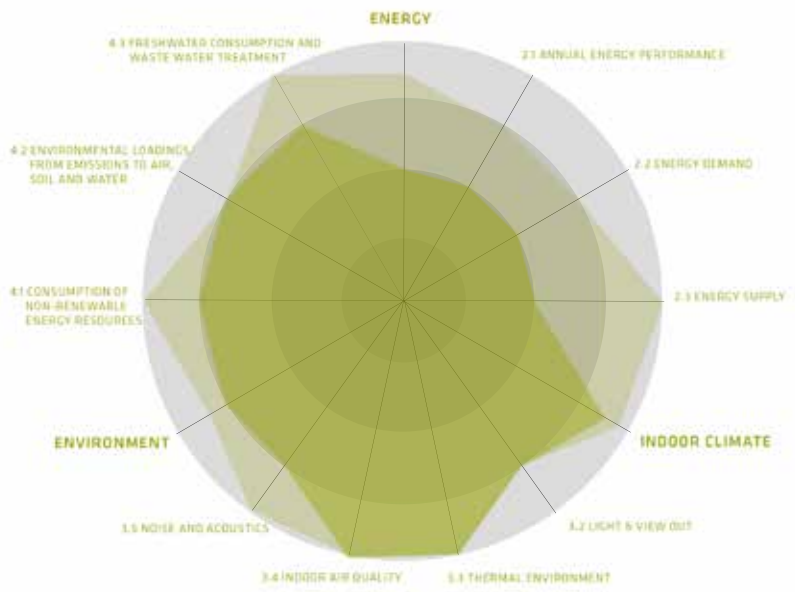
Vijf Active ReUse Houses worden gebouwd in Concept House Village. Deze zullen gedurende een periode van twee jaar getoetst worden op energie- en comfortprestaties, en over een langere periode op gedrag van bewoners en circulair materiaal gebruik.

ACTIVE HOUSE PRINCIPES

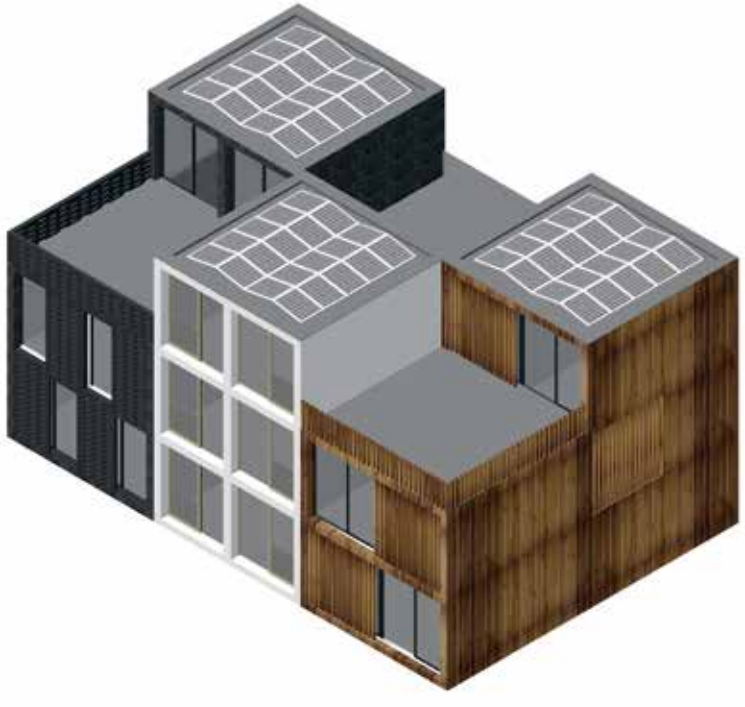
Active House is een visie op gebouwen die de levens van bewoners gezonder en comfortabeler maken, zonder dat het milieu en het buitenklimaat negatief worden beïnvloed. Het Active ReUse House stelt comfort en gezondheid van de gebruikers centraal. Bij comfort wordt gekeken naar luchtkwaliteit, thermische klimaat, en geschikte visueel en akoestisch comfort. Het uitgangspunt is een binnenmilieu dat bewoners gemakkelijk kunnen regelen en dat tegelijkertijd milieuverantwoordelijk gedrag stimuleert.

– Daglicht

Voldoende verlichting en vooral goed ontworpen daglichtinval zorgt voor een reeks gezondheid bevorderende effecten voor bewoners. Net als een optimaal uitzicht, heeft dit een positieve invloed op de stemming en het welzijn. Elektrische verlichting moet overdag nauwelijks nodig zijn, waardoor het totale energieverbruik voor verlichting omlaag gaat. Het Active ReUse House haalt met een glasoppervlak van ca. 50% en daglichtfactor van 4 (max score = 5). De gevels zijn op het zuiden en westen voorzien van geïntegreerde dynamische zonwering.



Active House Radar



Isometrie Active ReUse House

Uitbreiding van twee tot drie bouwlagen

– Binnenluchtkwaliteit
Een Active House moet bewoners een goede binnenluchtkwaliteit bieden en tegelijkertijd minimaal energie gebruiken. Natuurlijke ventilatie en het intuïtieve gedrag van bewoners zijn uitgangspunt voor het ventilatie concept. Bewoners kunnen ten alle tijden een raam open zetten om de woning van frisse lucht te voorzien. Daarom is gekozen voor een hybride ventilatie concept waarin natuurlijke toevoer via de gevel wordt gecombineerd met mechanische afvoer met warmteterugwinning. De woning wordt voorzien van CO_2 sensoren gekoppeld aan ventilatieroosters in de gevel om te zorgen dat er altijd voldoende frisse lucht de woning in komt. Vocht heeft slechts een beperkt effect op het thermisch gevoel en de waargenomen luchtkwaliteit in verblijfsruimten, vandaar dat er geen specifieke eisen worden gesteld aan de luchtvochtigheid in de Active House specificaties. In ruimten met periodieke vochtproductiepieken (keukens, badkamer en toiletten) wordt vocht- en schimmelproblemen voorkomen door voldoende mechanische afzuiging van lucht.

– Thermisch Binnenklimaat
Een aangename thermische omgeving is essentieel voor comfortabel wonen. Voldoende thermisch comfort, zowel in de winter als in de zomer, verbetert het welzijn en de prestaties, en voorkomt of vermindert in sommige gevallen ziekten. Gebouwen dienen 's zomers oververhitting te voorkomen en in de winter de binnentemperatuur optimaal te houden, zonder onnodig energiegebruik. Het Active ReUse House maakt gebruik van eenvoudige bouwkundige principes (goede isolatie, openingen gerelateerd aan oriëntatie enz.) zodat complexe technische oplossingen niet nodig zijn. De woningen worden op een natuurlijke manier in de zomer gekoeld door nachtventilatie.

Er wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van passieve zonne-energie om de woning te verwarmen. Grote glasoppervlaktes op het zuiden vangen in de winter, herfst en lente zon en slaan warmte op in de thermische massa van de begane grond vloer. De basis verwarming van de begane grond (wonen) wordt voorzien door LTV (laag temperatuur verwarming) in de afdeklaag van de vloer. Op de (slaap)verdiepingen wordt elektrisch verwarmd. Door de hoge isolatiewaarde van de schil van de woning, kan de noodzaak om op de verdiepingen te verwarmen zeer beperkt blijven. Een temperatuur van 17° in de slaapkamers wordt in het algemeen als comfortabel ervaren in een Nederlandse context.

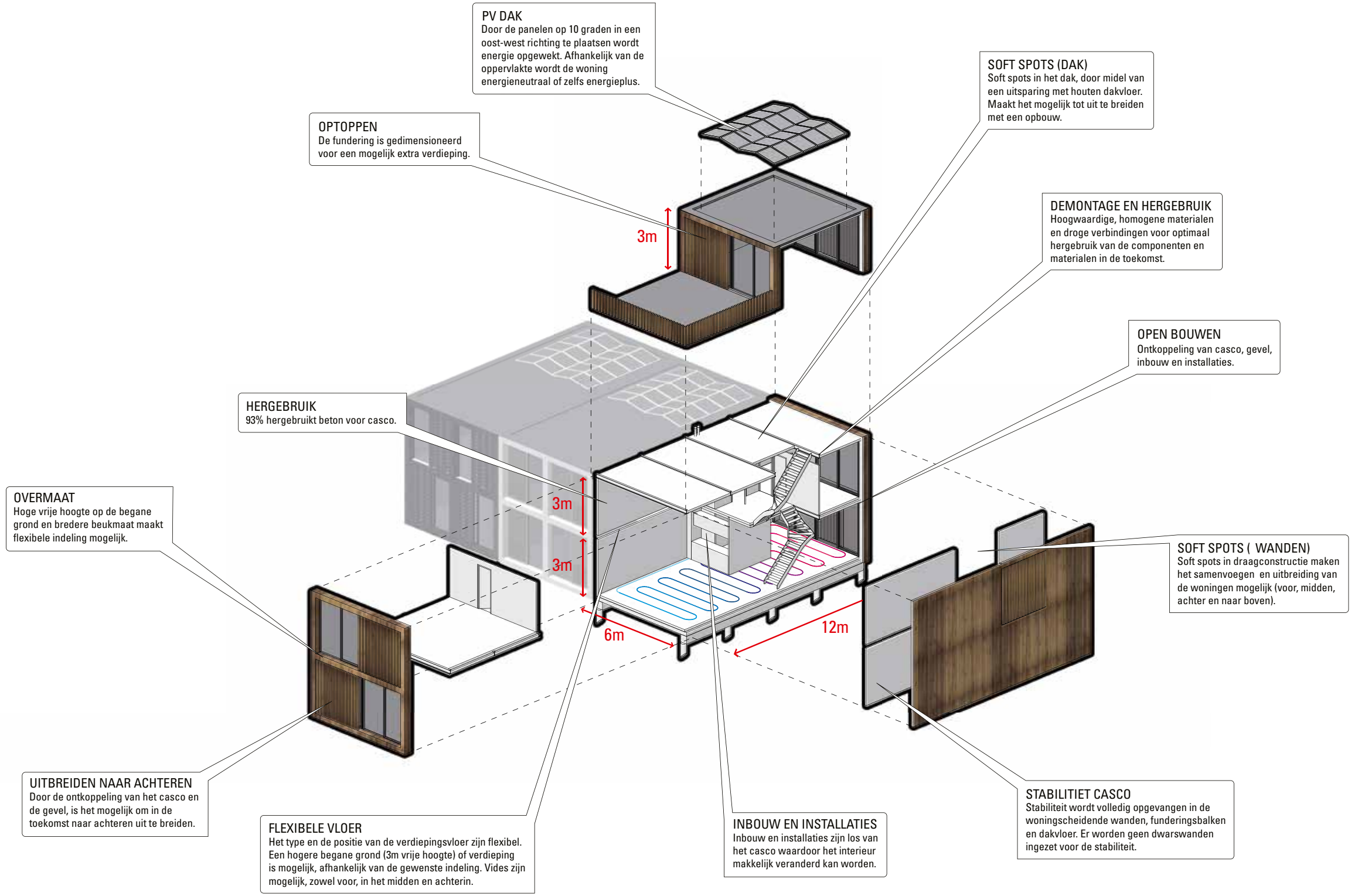
– Energie
Een Active House is zeer energiezuinig, zonder dat dit een bijzonder gebruik vereist. Het gebouw moet beter presteren dan wat wettelijk is vereist. Zo veel mogelijk energie komt uit duurzame bronnen geïntegreerd in het gebouw of van collectieve systemen die duurzaam opgewekte elektriciteit leveren. De ambitie is om een grondgebonden eengezinswoning te bouwen die energieneutraal of nul-op-de-meter is.

De energievraag van het Active ReUse House wordt beperkt door de compacte vorm van het gebouw en door gevelopeningen te optimaliseren in relatie tot de zon. Op het zuiden en westen wordt dynamische zonwering aan de buitenkant van de ramen toegepast. De schil van het gebouw is kierdicht en door een hoge RC waarde wordt de temperatuurschommelingen binnen en de energievraag voor zowel verwarming als koeling verlaagd.

De woningen worden voorzien van een warmtepomp gekoppeld aan een bodemwarmtewisselaar voor het leveren van ruimteverwarming en warm tapwater. Ruimteverwarming wordt op de begane grond afgegeven met behulp van vloerverwarming. Op de verdieping wordt de verwarming aangebracht in het plafond, zodat men vrij is in het type en afwerking van de verdiepingsvloer. Eventueel kan op de verdieping aanvullende verwarming worden aangebracht in de vorm van elektrische verwarming. Met het verwarmingssysteem kan ook op energiezuinige wijze koeling worden geleverd. Deze koeling zorgt er voor dat de binnentemperatuur enkele graden onder de buitentemperatuur ligt op warme dagen.
In combinatie met zomernachtventilatie middels ventilatieluiken in de gevel zorgt dit systeem voor een aangenaam binnenklimaat in de zomer. Op de momenten dat geen zomernachtventilatie wordt toegepast, wordt de woning geventileerd met behulp van gebalanceerde ventilatie waarbij warmte wordt teruggewonnen uit de afgezogen ventilatielucht. Door middel van CO_2-sturing ventileert dit systeem niet meer dan nodig, waardoor energie wordt bespaard. Er wordt een zonnecollector aangebracht die de zonnewarmte invangt voor de bereiding van warm tapwater (aanvullend op de warmtepomp). De woning wordt voorzien van zonnepanelen om het e**n**ergiegebruik van alle gebouw gebonden apparatuur te compenseren. De keuze ligt aan de bewoner, door extra PV op het dak te leggen kan de stap van energieneutraal naar nul-op-de-meter worden gemaakt.

CIRCULAIRE PRINCIPES
Open Bouwen. De principes van open bouwen worden toegepast waardoor casco, gevel, inbouw en installaties worden ontkoppeld. Uitwisselbaarheid en dus hergebruik van deze elementen wordt daarmee bevorderd. Daarnaast worden het casco, de gevel en het inbouwpakket zodanig uitgevoerd dat de indeling (en omvang) van de woning gemakkelijk kan worden aangepast.

– Aanpasbaarheid
Het Active ReUse Huis wordt gekenmerkt door een eenvoudig blok van twee verdiepingen met een mogelijke opbouw. De dichte delen van de gevel zijn afgestemd op de flexibele posities van de verdiepingsvloer (op 2.6m of 3m) en kamerscheidende wanden. De interne indeling van de woning is hierdoor flexibel, met een of twee kamers aan de gevel, of een vide waardoor de twee verdiepingen met elkaar worden verbonden. De dakopbouw kan optioneel gelijk met de basiswoning worden gebouwd,


PV DAK
Door de panelen op 10 graden in een oost-west richting te plaatsen wordt energie opgewekt. Afhankelijk van de oppervlakte wordt de woning energieneutraal of zelfs energieplus.
SOFT SPOTS (DAK)
Soft spots in het dak, door midel van een uitsparing met houten dakvloer. Maakt het mogelijk tot uit te breiden met een opbouw.
OPTOPPEN
De fundering is gedimensioneerd voor een mogelijk extra verdieping.
3m
DEMONTAGE EN HERGEBRUIK
Hoogwaardige, homogene materialen en droge verbindingen voor optimaal hergebruik van de componenten en materialen in de toekomst.
OPEN BOUWEN
Ontkoppeling van casco, gevel, inbouw en installaties.
HERGEBRUIK
93% hergebruikt beton voor casco.
3m
3m
OVERMAAT
Hoge vrije hoogte op de begane grond en bredere beukmaat maakt flexibele indeling mogelijk.
SOFT SPOTS (WANDEN)
Soft spots in draagconstructie maken het samenvoegen en uitbreiding van de woningen mogelijk (voor, midden, achter en naar boven).
6m
12m
UITBREIDEN NAAR ACHTEREN
Door de ontkoppeling van het casco en de gevel, is het mogelijk om in de toekomst naar achteren uit te breiden.
FLEXIBELE VLOER
Het type en de positie van de verdiepingsvloer zijn flexibel. Een hogere begane grond (3m vrije hoogte) of verdieping is mogelijk, afhankelijk van de gewenste indeling. Vides zijn mogelijk, zowel voor, in het midden en achterin.
INBOUW EN INSTALLATIES
Inbouw en installaties zijn los van het casco waardoor het interieur makkelijk veranderd kan worden.
STABILITIET CASCO
Stabiliteit wordt volledig opgevangen in de woningscheidende wanden, funderingsbalken en dakvloer. Er worden geen dwarswanden ingezet voor de stabiliteit.

of op een latere moment als de familie meer ruimte nodig heeft. Bij het uitbreiden van de woning naar boven worden spelregels meegegeven (met een materiaal- en verbouwingspaspoort). Hierdoor krijgen toekomstige bewoners (2de generatie) informatie over de mogelijkheden om de woning uit te breiden of intern aan te passen volgens de principes van de Active ReUse House.

Het casco wordt uit 83% hergebruikt beton gemaakt en kent een hoge mate van flexibiliteit voor mogelijke functieverandering of ruimtelijke aanpassingen in de toekomst. Met een breedte van 6 meter, een diepte van 9 meter en een begane grond hoogte van 3 meter (verdiepingshoogte van 2,6 meter) ontstaat een basis die een grote diversiteit aan invullingen mogelijk maakt. De stabiliteit wordt volledig opgevangen in de woningscheidende wanden, funderingsbalken en dakvloer. Hierdoor is de inbouw vrij van stabiliteitswanden en is het mogelijk om de gevels in de toekomst eenvoudig aan te passen aan de veranderende eisen en wensen.

Bewoners zijn vrij om te kiezen voor een bepaald type vloer en kunnen vides maken aan de voor-, midden- of achterzijde van de woning. Door 'soft spots' op te nemen in de constructieve betonnen woningscheidende wanden, is het mogelijk om in de toekomst woningen (naar wens) samen te voegen.

Bij de keuze van de fundering is rekening gehouden met een mogelijke extra belasting. Hierdoor ontstaat er flexibiliteit in het aantal verdieping dat kan worden gebouwd. Bewoners kunnen in eerste instantie kiezen voor een woning van twee of twee-en-halve verdieping (met dakterras). De uitbreiding naar boven kan individueel of collectief gebeuren. Dit maakt een aantal verschillende verschijningsvormen mogelijk, afhankelijk van de locatie en wensen van de kopers.

– Uitwisselbaarheid
De gevel en inbouw worden ontworpen voor demontage en hergebruik. Door uitsluitend te werken met droge verbindingen kunnen elementen en materialen worden vervangen en hergebruikt. Een materialenpaspoort wordt ingezet als instrument om de (toekomstige) bewoners inzicht te geven in de materialen - onder andere leveranciers, hoeveelheden en samenstelling - welke in hun woning zijn verwerkt. Door het toepassen van homogene materialen en het werken met droge verbindingen is het mogelijk om materialen, onafhankelijk van hun levenscyclus, hun weg terugvinden te laten vinden in de materiaalkringloop. Voor onderdelen met een relatief korte levenscyclus (bijvoorbeeld verlichting of installaties) kan gedacht worden aan huur- of leaseconstructies. Hierdoor vinden materialen aan het einde van hun levenscyclus hun weg automatisch terug naar de leverancier. Voor het casco en de gevel is een dergelijke financieringsconstructie minder voorstelbaar, vandaar dat er gedacht wordt aan combinatie van een lease- en koopconstructie. Koop voor casco en gevel, lease voor de inbouw en installaties.

MATERIAALGEBRUIK
De uitgangspunt is om de woningen uit secondaire grondstoffen te bouwen. Onderzocht wordt welke materialen afkomstig van secondaire grondstoffen toegepast kunnen worden die bijdragen aan een gezonde binnenklimaat. Alleen homogene materialen met droge verbindingen worden toegepast. Er wordt gekozen aan de hand van milieu-impact berekeningen (LCA), niet altijd de goedkoopste maar wel de beste keuze over lange tijd.

– Casco
De stad wordt gezien als een grondstoffenbank. Los van de fijne stromen als hout, glas en pvc, komen er de komende decennia enorme hoeveelheiden betonpuin vrij. Op dit moment kan binnen de wettelijke kaders het casco met 83% gerecyclede beton gerealiseerd worden. Er moet altijd toch cement worden toegevoegd. Nieuwe ontwikkelingen zoals de SmartCrusher BV heeft een techniek uitgewerkt om uit betonpuin het zand, grind, maar ook het cement terug te winnen. Dit techniek is in Nederland bekend als Slimbreken. Hierdoor wordt de betonketen circualir gemaakt en zal het in de nabije toekomst mogelijk zijn om met 95% gerecycled beton te bouwen. Tweedehands kanaalplaat vloeren worden als verdiepingsvloeren en dakvloer toegepast.

– Enveloppe
Het Active ReUse House kent verschillende gevels. Door het ontkoppelen van casco en enveloppe is het mogelijk om per situatie een gevel te ontwikkelen die in de omgeving past. Zowel HSB (hout skelet bouw) als vliesgevels zijn mogelijk. Voor de pilot op Heijplaat wordt een HSB gevel met 100% gerecyclede aluminium kozijnen toegepast. Gerecyclede cellulose wordt als isolatie gebruikt met gipsplaten als binnen afwerking. Als buitenafwerking wordt gerecycled staalplaten gebruikt.

– Installaties
Door het ontkoppelen van casco, inbouw en installaties is het mogelijk om aan de einde van de levenscyclus installaties te vervangen. Veel leveranciers van duurzame installaties zijn al circulair aan het denken en doen. Door huur contracten aan te gaan met deze partijen kan de onderdelen makkelijker hergebruikt worden in hun eigen productie processen.

– Afbouw
De afbouw wordt aan de bewoners overgelaten. Door middel van een materiaalpassport worden de spelregels voor materiaalgebruik uitgelegd. Hierin worden aan de hand van do-it-youself voorbeelden duidelijk hoe met droge verbindingen en met welke materialen best gewerkt kan worden om de milieu-impact laag te houden. Een basis element met wc, technische ruimte en trap naar de verdieping wordt standaard aangeboden maar gebruikers kunnen vrij kiezen hoe zij hun eigen woning willen inrichten.

Impressie Active ReUse House

3.2 BIOBASED RETROFIT

Hergebruik van de bestaande voorraad gebouwen is vanuit het circulair denken altijd beter dan sloop/nieuwbouw. In de praktijk is hergebruik helaas vaak ingewikkelder en duurder dan het slopen en iets nieuws bouwen. Desalniettemin, als de basis casco voldoet aan de nieuwe gebruikseisen, is hergebruik altijd de betere keuze. Door het casco een extra leven te geven wordt het milieu-impact van de verbouwing aanzienlijk verlaagd. Als hergebruik het uitgangspunt is, dan moet per gebouwtype grondig onderzocht worden of er van binnenuit of van buitenaf geïsoleerd kan worden. Een aantal omgevingsfactoren zijn hierin bepalend. Is het gebouw bijvoorbeeld een monument of is het van cultuur historische betekenis? Is het gebouw bewoond of onbewoond tijdens de rennovatie? Bij een aanpak van binnenuit: Wat is de relatie tussen minder vierkante meters verhuurbaar oppervlak in relatie tot de verbouwingskosten over een periode van 20 tot 30 jaar?

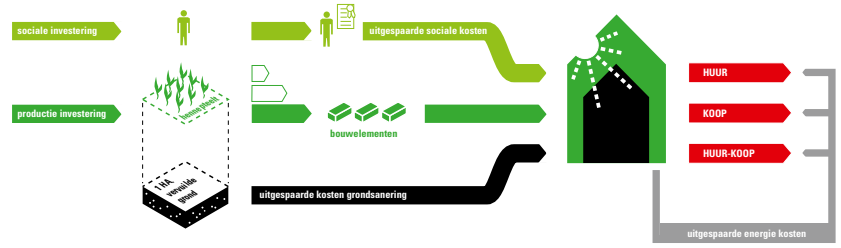
Een ander belangrijke aspect is het thermische schil. Worden de bestaande kozijnen gehandhaafd of vervangen en hoe sluit het geheel aan bij de buren? In het algemeen is een totale aanpak van buitenaf energetisch slimmer omdat het makkelijker is om koudebruggen te vermijden en om de schil kierdicht te kregen. Dit is ook het uitgangspunt voor het Biobased Retrofit concept.

– Value case

De meeste rennovatieconcepten zijn gebaseerd op de uitgespaarde energiekosten over een periode van 20 tot 30 jaar. Dit vertegenwoordigt een bedrag van ca. 45.000 euro, afhankelijk van de typologie en terugverdientijd. In Nederland zijn de kosten van de gemiddelde energie-neutrale renovaties (inclusief badkamer en keuken) ca. 70.000 euro. Het Biobased Retrofit consortium onderzoekt de mogelijkheden om het telen van biobased bouwmateriaal te koppelen aan grondsanering. In vergelijking met traditionele grondsanering (leeflaag) kan met industriële hennep bijvoorbeeld een hectare grond met bepaalde vervuiling in 5 jaar gesaneerd worden. De uitgespaarde grondsanerings-kosten lopen op tpt 175.000 euro per HA. Een deel hiervan zou potentieel ingezet kunnen worden voor de rennovatie. Door mensen met een afstand tot de arbeidsmarkt te koppelen aan dit proces kan door middel van talentontwikkeling ook een hoge SROI.

– Biobased

Biobased materialen zijn gemaakt van grondstoffen afkomstig uit de natuur. Dit zijn grondstoffen die hernieuwbaar zijn of minerale grond-stoffen die onbeperkt en zonder milieuschade gewonnen kunnen worden. Biobased materialen kunnen vocht in de woning opnemen en afstaan. Hierdoor hebben ze een positieve impact op de comfort en kwaliteit van het binnenklimaat. Dit heeft wel impact op de manier van bouwen. Damp-open bouwen houdt in dat er geen dampremmende folies



Flow diagram Biobased Retrofit

toegepast worden bij het gebruik van deze materialen. Hierdoor kan waterdamp afgevoerd worden via de constructie.

Leemstuc is een goed voorbeeld van een biobased materiaal dat zonder milieuschade gewonnen kunnen worden. Leem is warmte- en vochtregulerend waardoor de woning koel in de zomer en behaaglijk warm in de winter blijft. Bijkomende voordeel van leemstuc is dat het voor een goede akoestiek zorgt.

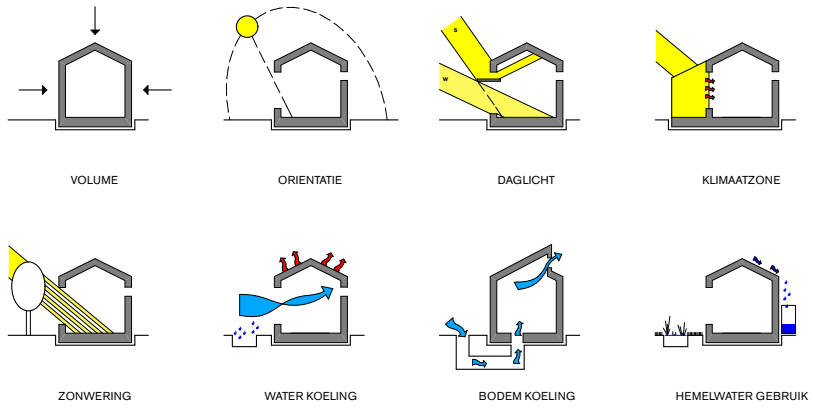
Er zijn ook veel mogelijkheden om met natuurlijke materialen te isoleren. Een belangrijke kwaliteit van natuurlijke isolatie is dat bij vochtopname door het materiaal de isolerende waarde nagenoeg dezelfde blijft. Natuurlijke isolatiematerialen zoals katoen, cellulose, schapenwol, vlas, hennep en houtvezel zijn voorbeelden hiervan

– Bioklimatisch

Bioklimatisch ontwerpen is een ontwerpbenadering waardin optimaal gebruik wordt maakt van de specifieke microklimaat van de omgeving. Het wordt gekenmerkt door no-tech of low-tech passieve technieken die al duizenden jaren worden toegepast in de bouw. Het beoogde resultaat is een comfortabele en energie-efficiënte gebouw met een minimum aan installaties.

De eerste stap van bioklimatisch ontwerpen is een analyse van het microklimaat in de bestaande situatie. Het bestaande blok op de Heysekade heeft nagenoeg een noord-zuid oriëtatie met tuinen op het zuiden. Het compacte volume met platte dak heeft drie verdiepingen. Het bestaat uit vier beuken van drie woningen (een begane grond woning met tuin op het zuiden en twee maisonnettes met balkons op de 1e verdieping op het zuiden). De woningen worden ontsloten op het noorden vanuit de Heysekade. Voorafgaand aan het ontwerpen is de daglicht toetreding door de bestaande ramen en thermisch accumulatie-oppervlakte van de gevel met computer simulaties in kaart gebracht.

Het Biobased Retrofit consortium verbouwt drie woningen aan het westelijke zijde van het blok naar vier appartementen. Door de begane grond 3m uit te breiden aan het tuinzijde kunnen twee compacte woningen van 48m^2 met een slaapkamer worden gerealiseerd. De uitbouw vormt een breed terras op de 1^e verdieping die gedeeld wordt door twee maisonnette appartementen. Deze hebben een gebruiksoppervlakte van



Bioklimatische principes. Zon, wind, bodem, water en groen worden optimaal passief ingezet om een gezonde en comfortabele binnenklimaat te creëren met een lage energiegebruik. Energy Research Group, University College Dublin

70m² met een terras van 13,7m². Vier verschillende consortia ontwikkelen concepten voor het blok waardoor een viertal energieneutrale renovatie concepten naast elkaar gerealiseerd zullen worden.

– Klimaatramen en natuurlijke ventilatie
Klimaatramen worden ingezet om passieve zonne-energie te oogsten en voor natuurlijke ventilatie. Een klimaatraam heeft een extra glaslaag aan de buitenkant van de kozijn waardoor een spouw ontstaat tussen de glaslagen in. De spouw is voorzien van dynamische zonwering en CO_2 gestuurde roosters aan de onder- en bovenkant.

In de winter, herfst en lente als de zon schijnt wordt lucht van buiten in de spouw van de raam voorverwarmd voordat het de woning ingaat. In de zomer wordt het zon buiten gehouden door lamellen in de tussen-spouw van het raam en de warme lucht wordt weer naar buiten geleid door de roosters aan de bovenkant van het kozijn. Koele lucht wordt vanaf de noordgevel de woning ingebracht door ramen open te zetten (of door de roosters in de kozijnen).

Boven het trappenhuis wordt een te openen dakraam geplaats die de warme lucht op een natuurlijke manier de woning uitlaat. Het natuurlijke ventilatie systeem wordt aangevuld door een mechanische systeem (met warmteterugwinning) voor afvoer van lucht van de badkamer, wc en keuken.

– Energie en comfort
Dit Concept House haalt zoveel mogelijk rendement uit de oriëntatie van de woning op de zon. De warmte van de zon kan worden gebruikt om het huis te verwarmen, ventileren en energie op te wekken. De positie en grote van de ramen wordt aangepast op de indeling van de woning,

Vier concepten voor energieneutraal rennovatie; Themassive, 2nd Skin, Eco-Biokas en Biobased Retrofit [visualisatie Jaap van Dijk]

Analyse daglicht en thermisch accumulatie [Wouter Beck, Hunter Douglas]

maximale daglichttoetreding en uitzicht. De oude ramen blijven 'zichtbaar' in de gevel door verdiepte neggen aan te brengen in het nieuwe schil. Zodoende houdt de woning een relatie met de naastliggende pand in het geval dat die niet wordt aangepast. Bij totale vernieuwing van het bouwblok blijft het oude laag 'zichtbaar'- ofwel, er wordt respectvol omgegaan met de cultuur historische waarde van het bestaand.
De woningen worden allereerst goed geïsoleerd. Door de wandopbouw en raamposities in Design Build te modelleren, was het mogelijk om een optimale RC te bepalen voor deze specifieke typologie. De RC hangt samen met de dikte van de wandisolatie, en heeft impact op de daglicht toetreding en gewicht. In relatie tot deze parameters is een RC van 4,0 is optimaal.
De RC van 4,0 bepaalt de dikte en opbouw van de prefab HSB elementen, opgebouwd met biobased materialen (leemstuk op houten plaatmateriaal als binnenafwerking, hennepvezelwol als isolatie, en hennep plaatmateriaal met biopleister als buitenafwerking). Het buitenblad van de bestaande baksteen gevel wordt verwijderd en de nieuwe HSB gevel wordt tegenaan gezet. Door op strategische plekken ventilatie openingen in de bestaande metselwerk aan te brengen kan de damp open constructie voor een optimale vochtregeling zorgen.

De woningen worden voorzien van een warmtepomp gekoppeld aan een bodemwarmtewisselaar voor het leveren van ruimteverwarming en warm tapwater. De kruipruimte wordt geïsoleerd met kalkhennepbeton blokken met een betonnen deklaag voorzien van vloerverwarming. De warmte van de begane grond vloer zal grotendeels voldoende zijn voor het hele woning maar wordt desondanks aangevuld met elektrisch verwarming op de verdiepingen. Daardoor kunnen bewoners snel een slaapkamer of badkamer op temperatuur brengen met weinig energie.

Zomernachtventilatie middels de klimaatramen in de gevel zorgt in de zomer voor een aangenaam binnenklimaat. Op de momenten dat geen zomernachtventilatie wordt toegepast, wordt de woning geventileerd met behulp van gebalanceerde ventilatie waarbij warmte wordt teruggewonnen uit de afgezogen ventilatielucht. Door middel van CO_2-sturing ventileert dit systeem niet meer dan nodig, waardoor energie wordt bespaard.

Op het platte dak worden PV panelen en zonnecollectoren op hoek van 10 graden in een oost-west richting gelegd. Een menu van opties wordt aangeboden aan toekomstige kopers; epc = 0, energieneutraal of nu-op-

Bestaand blok op de Heysekade

de-meter. Afhankelijk van het budget kan worden gekozen om meteen naar nul-op-de-meter te gaan, of op een latere moment aanvullende pv panelen aan te leggen.

TOEPASBAARHEID

Als concept is Biobased Retrofit ook toepasbaar op andere bestaande woningbouw. Omdat het concept uit los van elkaar functionerende onderdelen bestaat, kan per specifiek gebouw gekeken worden naar de optimale combinatie van elementen. Biobased en bioklimatisch ontwerpen blijft de uitgangspunt. Dat wil zeggen, er wordt altijd gekeken naar de specifieke microklimaat en de mogelijkheden om op een low-tech manier zoveel mogelijk gebruik te maken van passieve zonne-energie. Het klimaatraam is een vaste onderdeel van het concept, en wordt ingezet om zowel de daglicht toetreding te optimaliseren als het gebruik van passieve zonne-energie en natuurlijke ventilatie. Het isoleren van binnenuit of van buitenaf wordt per gebouw bepaalt. Bij monumenten en leegstaande gebouwen is een renovatie van binnenuit een optie.

Het Biobased Retrofit wordt in 2016 gerealiseerd in Concept House Village. Nadat de bouw gereed is, gaan mensen hier "proefwonen". Daarbij wordt niet alleen het energieverbruik gemeten, maar ook allerlei andere aspecten die te maken hebben met comfort, zoals de minimale en maximale temperatuur, de luchtcirculatie en de luchtvochtigheid. De impact van biobased materialen op het binnenklimaat staat centraal binnen de studie.

Impressie Heysekade van verbouwing van het gehele blok

Maquette Biobased Retrofit zuidzijde

Maquette Biobased Retrofit noordzijde

COLOFON

Tekst deel 1 en 2 Piet Vollaard (n.a.v. gesprekken met Duzan Doepel)
Tekst HAKA Recycle Office Eric Schoones
Tekst deel 3 Duzan Doepel

PARTNERS ACTIVE REUSE HOUSE
Building Changes Floor van der Kemp
DWA Hans Buitenhuis en Daniël de Witte
Gemeente Rotterdam - Stadsontwikkeling Cor Luijten
Hunter Douglas Wouter Beck
IC DuBo Andreas Kellert
IMD Raadgevende Ingenieurs Paul Korthagen
Kenniscentrum RDM Duzan Doepel met Remy Jansen en Siebe Besseling
Rotterdamse Academie van Bouwkunst Jeroen Visschers
Studio Bouwhaven Ruud Ghering
Van Gansewinkel Otto Friebel
Waalbouw John de Geus

EN CIRKELSTAD PARTNERS
DoepelStrijkers Duzan Doepel, Eline Strijkers met Mikolai Brus
Holcim Dick van Veelen
Oranje BV Gertjan de Gier
Search BV Kees Faes
Van der Tol Rob Frankin

Het Active ReUse House is een kennispartner project van SBRCUREnet.

PARTNERS BIOBASED RETROFIT
DGMR Gert-Jan Verbaan
DoepelStrijkers Duzan Doepel, Eline Strijkers met Phillipe Benoit
Hunter Douglas Wouter Beck
IC DuBo Andreas Kellert
Kenniscentrum RDM Duzan Doepel met Marieke Veiling
Meerbouw Jan Anker
Pantanova Rene Sauveur
Rotterdamse Academie van Bouwkunst Jeroen Visschers
Studio Bouwhaven Ruud Ghering

Grafisch ontwerp Studio Minke Themans
Druk Nederlof
Uitgave van Kenniscentrum RDM, Rotterdam, 2015