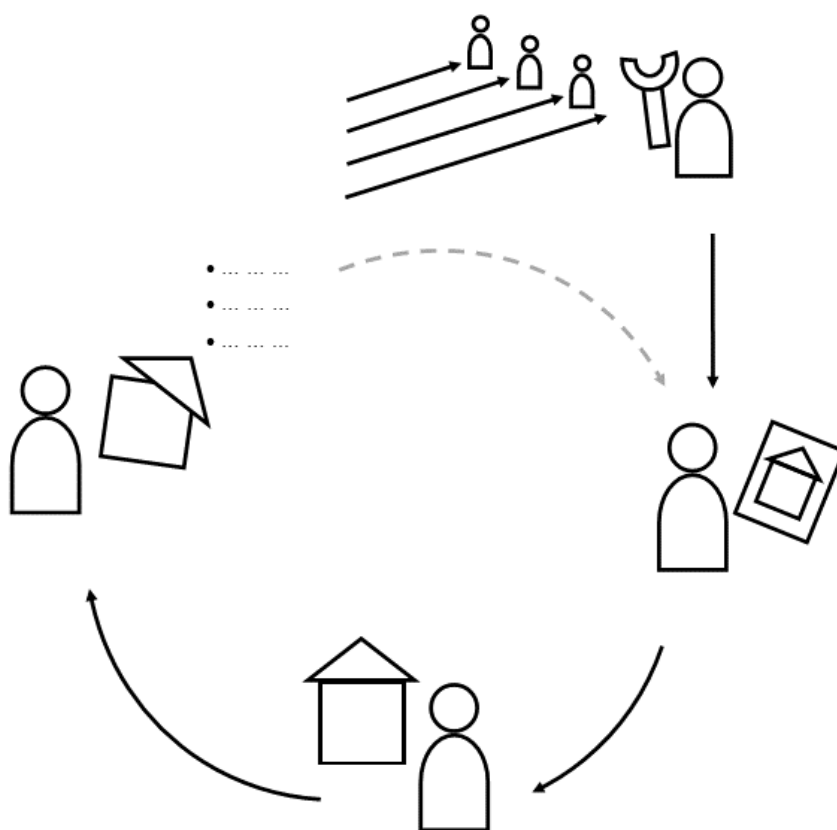


Onderzoeksrapportage van het KIEM-VANG 2-project Old School, New School



Auteurs : Evert-Jan Velzing & Kitty Vreeswijk – Hogeschool Utrecht
Datum : 18 januari 2019
Versie : Definitief
Project : CE 02.035
Onderzoekspartners : Fieke Grooters (Inbo Architectenbureau), Kees Boot
(Ingenieursbureau BOOT), Ruben Vrijhoef (Hogeschool Utrecht)

Dit onderzoek is medegefinancierd door Regieorgaan SIA onderdeel van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO)



Inhoud

1. Inleiding	2
1.1 Scholen	3
1.2 Ontwerp en materialen	3
1.3 Leeswijzer	3
2. Inventarisatie	4
2.1 Inventarisatierapporten	4
3. Mogelijke toepassingen	6
3.1 Twee circulaire werelden ...	6
3.2 ...die werken op basis van het zelfde inzicht	7
3.3 De rol van de overheid	8
4. Tot slot: en verder	9
4.1 Refurbish-ketens	9
4.2 Circulair ontwerp	9
Bronnen	11
Bijlagen	12

1. Inleiding

Onze grondstoffenvoorraad is eindig en toch worden nog steeds kostbare materialen afgedankt. Dat kan beter: door het sluiten van kringlopen en de realisatie van een circulaire economie. Met name de bouwsector is een grote materiaal- en grondstoffenverslinder (CE, 2014; en CBS, PBL & WUR, 2017), materialen en grondstoffen waar bovendien veel fossiele energie voor nodig is (Chuchí et al, 2014). Circulaire toepassingen kunnen dus juist in de bouw een groot verschil maken.

Alleen al in de regio Utrecht zijn er de komende jaren (2018-2022) ruim 200 bouw- en sloopprojecten (Metabolic & SGS Search, 2018). In opdracht van de Utrechtse gemeenten schatten Metabolic en SGS Search (2018) in dat er tussen 2018 en 2022 in de regio Utrecht ruim 5 miljoen ton materiaal nodig is, terwijl er in die periode 250 duizend ton beschikbaar komt. Kortom, er wordt in Utrecht meer gebouwd dan gesloopt. Tegelijk is het met het oog op de toekomst relevant om na te gaan hoe nu gebouwen kunnen worden ontworpen die passen in een circulaire economie.

In dit project – *Old School, New School* – is de vraag dan ook hoe we materialen en producten kunnen hergebruiken door ze een tweede leven te geven. Dit project is een samenwerking van de Hogeschool Utrecht met ingenieursbureau BOOT en architectenbureau Inbo, waarbij tevens een aantal partners uit het Cirkelstadnetwerk en studenten van de Hogeschool Utrecht zijn betrokken. In tabel 1 staat een overzicht van de betrokkenen.

Tabel 1: betrokken organisaties.

organisatie	omschrijving
BOOT ingenieursbureau	Ingenieursbureau voor sloopmanagement, betrokken bij veel sloopprojecten in de provincie Utrecht. Scan/schouw van te slopen gebouwen. Welke materialen komen uit sloop beschikbaar en zijn nuttig voor hergebruik.
Inbo Architectenbureau	Architectenbureau. Expertise leveren over toepassing van materialen uit sloop in nieuwe ontwerpen.
Hogeschool Utrecht	Onderzoek: lectoraat Building Future Cities. Brede kennis van de ontwikkeling van stedelijke gebieden. Begeleiden Quest-studentenprojecten. Onderwijs: Technische Bedrijfskunde, met integraal aandacht voor duurzaamheid.
U10 netwerk van gemeenten uit de provincie Utrecht	Betrokken als klankbordgroep, ondersteunt dit projectvoorstel met verklaring van betrokkenheid.
Cirkelstad Utrecht	Circulair kennisnetwerk, waarbij BOOT, Inbo, HU en U10 partners zijn.

Er is voor gekozen om zowel een bedrijf te betrekken dat betrokken is bij de voorbereiding van gebouwen (architecten), als een bedrijf dat veel betrokken is bij de sloop of herbestemming van gebouwen (een ingenieursbureau dat actief is in de sloop). Dat geeft ons inzicht in de gehele keten. Tegelijk is het voor ons een aandachtspunt dat de interpretatie van circulariteit en circulaire economie voor deze bedrijven verschillend kan zijn.

1.1 Scholen

In het project *Old School, New School* focussen we op een specifieke groep gebouwen: scholen die gesloopt worden en scholen die nieuw gebouwd gaan worden. De reden hiervoor is dat er de komende jaren verschillende schoolgebouwen gesloopt en gebouwd gaan worden. Daar komt bij dat het juist in het onderwijs belangrijk is om aandacht te hebben voor de nieuwe ontwikkelingen rondom circulaire systemen, zodat er een brede bewustwording gecreëerd wordt. Gebrek aan interesse en bewustwording zijn namelijk belangrijke barrières voor het ontwikkelen van een circulaire economie (Kircherr et al, 2018).

Verder zijn we er in het algemeen in geïnteresseerd op welke manier materialen hoogwaardig te zijn hergebruiken, zodat ontwerpen ook financieel en technisch levensvatbaar zijn. Uit eerder onderzoek blijkt dat belemmeringen voor circulaire gebouwinstallaties zijn: onvoldoende afstemming tussen vraag en aanbod, een gebrek aan ketensamenwerking, het ontbreken van werkende verdienmodellen en het niet toepassen van circulaire ontwerpprincipes (*design for disassembly*) (Vreeswijk, 2017).

1.2 Ontwerp en materialen

Twee belangrijke aspecten van circulaire economie in de bouw zijn circulair ontwerp en hergebruik van materialen (Beurskens & Bakx, 2015). Bij het eerste is de gedachte dat het gemakkelijk(er) is om met een schone lei te beginnen: circulair ontwerp, dat is zodanig ontwerpen dat het eenvoudiger is om te demonteren, op te schalen, van functie te veranderen, etcetera. Er zijn diverse voorbeelden waar circulair ontwerp wordt toegepast – zie bijlage ‘Achtergrondinformatie bij Quest-project OSNS’. Er is veel minder ervaring met het tweede, hergebruik van materialen. Dit onderzoek wil bijdragen aan het verkennen van circulaire bouwprocessen en aan het inrichten van circulaire processen ten behoeve daarvan.

We zien voorts dat inzicht in het beter benutten van materialen relevant is voor de praktijk: slopers, architecten en bouwers hebben hier behoefte aan. Dat bleek ook uit een inventarisatie die we voorafgaand aan dit project maakten (HU, 2017). Bedrijven weten namelijk vaak niet goed hoe de principes van de circulaire economie zijn toe te passen in hun praktijk. Dat betekent dat we dit eveneens willen adresseren in het onderwijs aan de Hogeschool Utrecht, we leiden immers op voor de beroepspraktijk.

Dit KIEM-VANG 2-onderzoek past kortom goed binnen een bredere onderzoeksvraag van het lectoraat Building Future Cities, die we voor dit project specificeren tot de vraag:

Op welke manier zijn materialen hoogwaardig te hergebruiken in een financieel en technisch levensvatbaar ontwerp voor scholen?

1.3 Leeswijzer

In dit rapport presenteren we de activiteiten en opbrengsten van het KIEM-VANG 2-project *Old School, New School*. In hoofdstuk 2 laten we middels materiaalinventarisaties voor drie basisscholen zien op welke manier te bepalen is welke materialen er vrijkomen en wat de kwaliteit daarvan is. Daarna maken we in hoofdstuk 3 duidelijk hoe wij zijn nagegaan wat de mogelijke toepassingen zijn voor hergebruik/circulair maken van een voorbeeldmateriaal en waar we daarbij tegenaan liepen. Tot slot geven we in hoofdstuk 4 vervolg- en zo mogelijk ontwerpstappen voor circulaire projecten.

2. Inventarisatie

Er zijn in de regio Utrecht de komende jaren ruim tweehonderd verschillende bouwprojecten (Metabolic & SGS Search, 2018). Onze interesse gaat in deze studie uit naar scholen, omdat er meer bewustwording nodig is over het belang van een circulaire economie en omdat we op die manier een goede link kunnen leggen met educatie: jong geleerd is oud gedaan.

Uit de projectenkalender van Cirkelstad¹ blijkt dat nagenoeg iedere gemeente in de omgeving Utrecht tot en met 2022 te maken krijgt met de sloop, renovatie, herontwikkeling en/of bouw van scholen. Gezien de betrokkenheid van gemeenten bij de bouw van scholen is deze bouwactiviteit een belangrijk gegeven voor het U10-netwerk van Utrechtse gemeenten.² Hierbij wordt aangegeven dat er met name interesse is in mogelijke circulaire toepassingen.³

Uit gesprekken met het U10-netwerk van Utrechtse gemeenten kwam naar voren dat een drietal gemeenten interesse heeft in de circulaire aspecten rondom de sloop, renovatie en bouw van scholen in hun gemeente. In die gemeenten zijn er ook concrete sloopprijzen van scholen. Het gaat om de gemeenten: Vianen, Maarssen en IJsselstein. In die gemeenten worden de volgende drie basisscholen gesloopt, omdat er voor die scholen nieuwe gebouwen worden gerealiseerd:

- De Regenboog, Aeolusweg 8, De Bilt;
- KBS De Pionier, Thorbeckelaan 2 te Maarssen; en
- O.L.V. Fatimaschool, Touwlaan 23 te IJsselstein.

2.1 Inventarisatierapporten

Ingenieursbureau BOOT maakte als onderdeel van dit project een inventarisatie en analyse van materialen die bij de sloop van de bovengenoemde schoolgebouwen vrijkomen.⁴ Deze informatie staat in een inventarisatierapport, met daarin: een totaaloverzicht van de vrijgekomen materialen; een overzicht van hoeveelheid (massa, aantal); inzicht in de kwaliteit; en een selectie van materialen die het meest interessant zijn. Door te focussen op één segment – in dit geval scholen – zijn deze inventarisatierapporten beter met elkaar te vergelijken.

Zoals BOOT aangeeft worden “de materialeninventarisatie [...] gebruikt om inzicht te krijgen in wat voor soort materialen er vrijkomen, die mogelijk weer in een nieuw (school)gebouw toegepast kunnen worden” (BOOT, 2017). De manier van werken omschrijft BOOT als volgt:

“De inventarisatie is gebaseerd op een locatiebezoek en expertinschatting. Waar mogelijk is informatie opgenomen over eventuele keuringen en normeringen van de

¹ Zie de website van Cirkelstad: <https://www.cirkelstad.nl/utrecht/#popmake-5725>.

² Het U10-netwerk is een samenwerking van de volgende twaalf gemeenten: Bunnik, De Bilt, Houten, IJsselstein, Nieuwegein, Stichtse Vecht, Utrecht, Utrechtse Heuvelrug, Vianen, Wijk bij Duurstede, Woerden en Zeist. Zie voor meer informatie: <https://www.utrecht10.nl/>.

³ Zo blijkt ook uit bijeenkomsten van het circulaire kennisnetwerk Cirkelstad Utrecht, waar het U10-netwerk één van de partners is.

⁴ Het gaat om de volgende rapportages, die als bijlage van dit rapport zijn bijgevoegd (BOOT, 2017; BOOT, 2018A; BOOT, 2018B):

- P17-0698-003 Rapportage Materialeninventarisatie_De Regenboog
- P17-0698-004 Rapportage circulaire opname KBS de pionier_concept
- P17-0698-005 Rapportage herbruikbare materialen Fatimaschool IJsselstein

diverse producten (op basis van beschikbare gegevens zoals keuringsstickers). De maten en of een product voldoet aan de huidige normen moeten voor hergebruik gecontroleerd worden.”

De inventarisatierapporten gaan verder dan de Green Deal Scholen⁵ en dan de eerdergenoemde projectenkalender die voor de regio Utrecht is gemaakt. De inventarisatierapporten geven namelijk niet zozeer een overzicht van het volume, maar geven aan welke materialen er vrijkomen en wat de kwaliteit ervan is. Dat betekent dat de rapportages elkaar aanvullen. In de inventarisatierapporten wordt de kwaliteit en wijze van demontage aangegeven door op de volgende aspecten een analyse van materialen te maken:

- Locatie, binnen dan wel buiten.
- Afmetingen van het object.
- Materiaalsoort.
- Aantal objecten dat vrijkomt.
- Wijze van demontage.
- Categorie herbruikbaarheid: categorie 1) herbruikbaar in huidige staat en functie; categorie 2) herbruikbaar als element in huidige staat maar niet in huidige functie; categorie 3) niet herbruikbaar als element in huidige staat en functie. Bruikbaar voor recycling.
- Technische en esthetische kwaliteit; waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen slecht, matig en goed.

De materiaalinventarisaties zijn te raadplegen als aparte bijlagen bij dit rapport.

⁵ Zie: <https://www.greendealscholen.nl/>

3. Mogelijke toepassingen

Wat kan er nu gedaan worden met al die materialen die vrijkomen? En aan welke voorwaarden moeten materialen/grondstoffen voldoen om te kunnen worden hergebruikt in een circulair ontwerp? We hebben verschillende activiteiten georganiseerd waarin deze vragen centraal stonden: hackathons, een interdisciplinair studentenproject en brainstormsessies. Een compleet overzicht van de activiteiten is te vinden in de bijlage 'Activiteiten partners overzicht'.

Een vroege conclusie die we trokken is dat de verschillende interpretatie van circulariteit bij de betrokken bedrijven de vertaling naar onderwijs compliceert. In het Quest-project⁶ (zie de bijlage 'Quest studentenproject' en kader Quest-project) dat we startten merkten we namelijk dat :

- De definitie van 'wat is circulair' en het meten van circulariteit niet eenduidig is.
- Er een grote diversiteit is in materiaalstromen.
- De afbakening van het begrip gebouw als toepassingsgebied onvoldoende is gemaakt (buitenkant/gevel, binnenkant/HVAC, elektra, wanden, inventaris).

Quest-project

Met het project *Old School, New School* willen we inzicht krijgen in de mogelijke toepassingen van herbruikbare materialen. Deze vraag is gesteld aan een groep studenten en trainees, die gezamenlijk startten met een hackathon en vervolgens verschillende mogelijkheden van hergebruik van oude scholen uitzochten.

Studenten leren omgaan met deze vraag; en ook gestructureerd te werken van klantvraag, naar ontwerpcriteria, naar programma van eisen. Dit project past in een doorlopende lijn, ergo we proberen voort te bouwen op eerdere Quest-projecten rondom de vraag Duurzamer Bouwen.

De studenten zijn er binnen het project niet voldoende in geslaagd om verdere detaillering voor één of meerdere materiaalstromen en toepassingsgebieden uit te werken. Het gevolg was dat het studentenproject niet leidde tot een overzicht van mogelijke toepassingen van vrijgekomen materialen, noch tot een concreet programma van eisen als basis voor een vervolgproject. Dat betekende voor dit project dat we naast een concrete inventarisatie van vrijgekomen materialen (zie hoofdstuk 2) nader onderzoek hebben gedaan om de oorzaak van de complexiteit beter te begrijpen: wat is het verschil tussen de twee werelden die in dit project zijn samengebracht: architecten en slopers – zie paragraaf 3.1 en 3.2. Daarbij komt dat in tegenstelling tot onze eerste indruk, gemeenten toch niet fungeerden als *launching customer*, waardoor er binnen de termijn van dit onderzoek geen zicht was op het daadwerkelijk realiseren van circulaire scholen – zie paragraaf 3.3.

3.1 Twee circulaire werelden ...

Verschillende bedrijven hebben te maken met verschillende waardeketens of een verschillende plek in dezelfde waardeketen. Dat is een open deur, maar dat maakt het niet minder een belemmering om effectief met elkaar te kunnen samenwerken aan het realiseren van een gesloten kringloop en daarmee aan een circulaire economie.

In dit project hebben we deze werelden met elkaar samengebracht. Dat lukte, maar het bleek tegelijkertijd de slagkracht te verminderen. Bedrijven die serieus bezig zijn met circulaire

⁶ Quest projecten worden bij het *Institute for Engineering & Design*, Hogeschool Utrecht gedaan in het 3^e leerjaar. Gedurende 20 weken werken 5-6 studenten van Technische Bedrijfskunde, Werktuigbouwkunde en Elektrotechniek aan een project met een externe opdrachtgever. Elk half jaar starten er 45+ projecten voor ongeveer 250 studenten.

initiatieven begrijpen elkaar, omdat ze hetzelfde inzicht delen: de noodzaak om slimmer met materialen en grondstoffen om te gaan. Tegelijk moeten we vaststellen dat de aanpak van bedrijven verschilt, mede omdat ze een korte- dan wel langetermijnfocus hebben bij hun projecten.

Aan de ene kant zijn er de bedrijven in bijvoorbeeld de sloopbranche, die een pragmatische houding hebben. Deze bedrijven zien op dit moment een probleem dat ze willen oplossen: materialen en grondstoffen die vrijkomen bij het amoveren van gebouwen worden niet optimaal benut. BOOT heeft hiervoor bijvoorbeeld met een twaalfstal slopers een online vraag-en-aanbodplatform voor materialen opgezet: Insert. Dit is “een samenwerking tussen sloop, civiele en groenbedrijven. [... Insert] stimuleert het hergebruik van materialen door partijen in de keten te verbinden en te ondersteunen (Insert, 2018).” Het is een online marktplaats met grote volumes gebruikte materialen. Dit stelt bouwbedrijven op dit moment in staat materialen beter te benutten. Met beter bedoelen we hoger in de 10R-hierarchie: *refuse, reduce, re-use, repair, refurbisch, remanufacture, repurpose, re-cycle, recover (energy), re-mine* (Reike et al, 2018).

Aan de andere kant zijn er ontwerpers, zoals architecten, die zich veeleer richten op het scheppen van een nieuwe, circulaire, wereld. Dat wil zeggen dat architecten ontwerpen willen maken, waarbij de onderdelen en materialen ook bij een nieuwe functie kunnen worden benut. We kunnen van een architect niet verwachten dat ze voor alle productcategorieën bij diverse bronnen (marktplaatsen) gaat zoeken naar materiaal dat is her te gebruiken bij haar ontwerp; en dat ze vervolgens ook nog een oplossing vindt voor de bewerkingen die nog gedaan moeten worden. Daar is de architect niet voor opgeleid en dit biedt geen haalbaar businessmodel.

Vanuit de architecten is de focus vooral op **circulair ontwerp** waarbij een gebouw zodanig wordt ontworpen dat elementen in de toekomst hoogwaardig hergebruikt kunnen worden. Vanuit een ingenieursbureau is de focus vooral op **hergebruik van materialen** en elementen die nu ‘geoogst’ worden vanuit de sloop of renovatie van gebouwen.

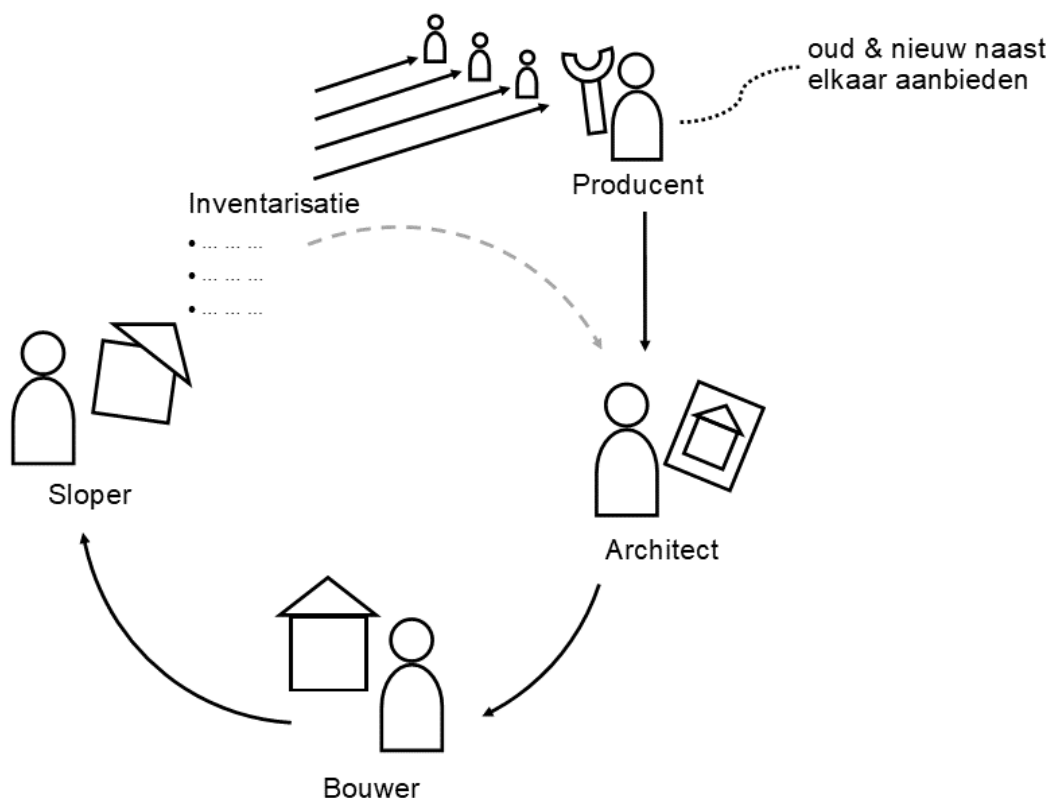
3.2 ...die werken op basis van het zelfde inzicht

Zoals gezegd: de verschillende bedrijven die serieus bezig zijn met circulaire initiatieven werken op basis van het inzicht dat het noodzakelijk is om slimmer met materialen en grondstoffen om te gaan. Een intensieve brainstormsessie met de betrokken projectpartners leidde tot een beter, gezamenlijk inzicht in de huidige barrières voor het realiseren van een circulaire economie. Figuur 1 geeft dit schematisch weer.

Wat figuur 1 verduidelijkt is dat het essentieel is om de producenten van specifieke producten/materialen te betrekken, met als doel om daar de materialen terug te brengen in de waardeketen en daarmee in de markt. Dat betekent dat er niet naar één circulaire keten dient te worden gekeken, maar dat voor iedere branche/waardeketen de cirkel moet worden gesloten. Daarvoor is het zaak om per materiaal na te kunnen gaan waar die het beste terug kan worden gebracht; en daarvoor zijn de producten/fabrikanten een essentiële schakel. Die bepalen dan als leverancier de nieuwe kwaliteit en leveringszekerheid.

Zover is het nog niet. Voorlopig zal er daarom een tussenvorm gaan plaatsvinden, waarbij de betrokken architecten en ingenieurs aangeven dat ze het voortouw willen nemen en anderen

op die manier kunnen inspireren. De besproken tussenvorm betekent dat er een soort 'zoekopdrachten' gaan komen om zoveel mogelijk te gaan voldoen aan het door de architect en/of aannemer gestelde criterium. Gevonden materialen hebben namelijk vaak nog bewerkingen nodig waar online bouwmarkplaatsen niet in kunnen voorzien (Slager & Jansen, 2018). Er is in die tussenvorm behoefte aan een grondstoffenmakelaar of materialenmakelaar, om vraag en aanbod bij elkaar te brengen. Deze makelaar kent de 'secundaire markt' en gaat voor de kwaliteitsspecificaties en levering zorgen en mogelijk ook een deel van het logistieke proces managen. De materialen komen dan op de bouwplaats, net als nu de nieuwe materialen: netjes verpakt, gelabeld en voorzien van certificaten en codes.



Figuur 1: de keten van sloop, ontwerp, bouw en her-productie.

3.3 De rol van de overheid

Gemeenten zijn verantwoordelijk voor de huisvesting van (basis)scholen. Om die reden is het U10-netwerk van Utrechtse gemeenten ook bij dit KIEM-VANG 2-project betrokken. Als opdrachtgever en gezien de maatschappelijke waarde van circulair bouwen hebben overheden ook een belangrijke rol om bijvoorbeeld via publiek aanbesteden (duurzame) innovatie te stimuleren (zie ook AWTI, 2018). Op die manier kunnen – in dit geval – gemeenten een initiërende rol nemen in de nog niet functionerende circulaire markt.

Na de veelbelovende intenties uit het begin van dit project is het evenwel niet gelukt om de relevante gemeenten te betrekken in de plannen. We hebben niet kunnen onderzoeken wat hiervan precies de oorzaak is. De indruk is dat de meeste gemeenten overtuigd zijn van of geïnteresseerd zijn in de meerwaarde van duurzame en circulaire gebouwen, maar dat de lange en complexe besluitvormingsprocessen een concrete vertaling naar eerste toepassingen van circulaire renovatie en/of nieuwbouw in de weg staan.

4. Tot slot: en verder

Samengevat constateren we op basis van dit KIEM-VANG 2-project dat er op metaniveau een aantal barrières zijn die het tot stand brengen van circulaire projecten belemmeren. In het algemeen lijken gemeenten een rol als *launching customer* nog weinig tot niet te benutten. In de bouwketen zelf zien we dat er sprake is van twee werelden: die van ontwerp en sloop. Daarbij zijn productieketens veelal niet ingericht op het herwaarderen en -produceren van de gebruikte materialen, waardoor nog maar weinig waardeketens daadwerkelijk ‘gesloten’ zijn. Om grondstoffen en materialen slim te benutten is er kortom meer nodig: initiatieven en onderzoek naar specifieke waardeketens en ketensamenwerking.

Tegelijk werken de verschillende partijen vanuit de zelfde waarden: slimmer omgaan met grondstoffen. Zowel slopers, aannemers als architecten en ook publieke partijen willen bijdragen aan een circulaire bouw en daarmee aan een meer duurzame leefomgeving. We zien ook dat de betrokken bedrijven initiatief nemen om dit te realiseren. Zo leidde dit project tot het initiëren van *refurbish*-ketens door BOOT (zie paragraaf 4.1) en zien we dat Inbo functionele ontwerpen maakt die passen bij een circulaire wereld (zie paragraaf 4.2).

4.1 Refurbish-ketens

Voor wat betreft de korte termijn heeft het materialenplatform Insert de afgelopen maanden verder vorm gekregen. Het pragmatisme uit de sloopsector heeft ertoe geleid dat er niet alleen een netwerk tot stand is gekomen, maar dat er ook sprake is van een open platform waar vraag en aanbod samen komen.

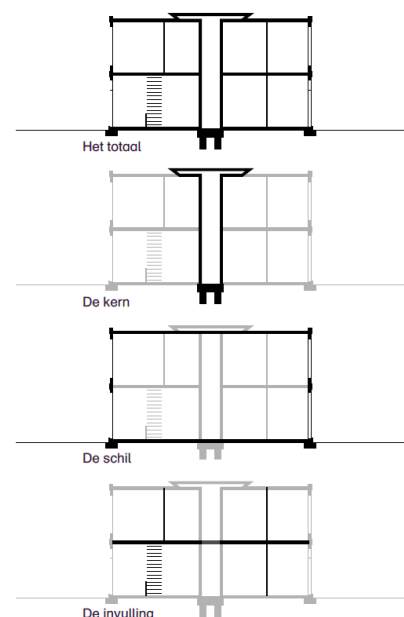
Zoals figuur 1 duidelijk maakt is het sluiten van ketens niet alleen een kwestie van vraag en aanbod bij elkaar brengen, maar is het tegelijkertijd nodig dat er voor specifieke producten *refurbish*-ketens worden opgezet, waarmee in de praktijk bewezen wordt dat slopers, ontwerpers en producten een circulaire keten kunnen organiseren.

Concreet leidde dit reeds tot een voorgenomen samenwerking tussen BOOT, Insert en onderzoekers en studenten van de Hogeschool Utrecht.

4.2 Circulair ontwerp

Als het gaat om de langere termijn, dan begint deze natuurlijk vandaag. Om die reden ontwerpen architecten nu al op en andere manier. Naast het *Old School, New School*-concept werkte Inbo aan een ontwerp waarmee diverse functies zijn te vervullen. De kern is dat dit functionele denken een veel langere gebruikersduur mogelijk maakt. In de praktijk verandert de functie van een gebouw immers frequent, wat vaak ook de reden is om (grondig) te verbouwen of zelfs te slopen.

Figuur 2 maakt dit conceptuele ontwerp van Inbo duidelijk (zie ook de bijlage ‘Visiepresentatie Inbo’). Het totaal van



Figuur 2: concept voor circulair bouwen (Bron: Inbo).

een gebouw bestaat hierin uit drie onderdelen: de kern, de schil en de invulling. In de kern zitten de benodigde faciliteiten zoals elektra en water, de schil wordt ontworpen zodat deze past bij de omgeving en de invulling is aan te passen naar gelang de gewenste functionaliteit van de gebruiker. Dit maakt dat dezelfde schil en dezelfde kern kunnen worden blijven gebruikt, met een (veel) langere gebruiksduur als gevolg. Met een verzameling van dergelijke gebouwen kan vervolgens ook een circulaire wijk worden ontworpen, waar bovendien bepaalde functies kunnen worden gedeeld.

Bronnen

- AWTI. (2018). *Verspreiding – de onderbelichte kant van innovatie*. Den Haag: Adviesraad voor Wetenschap, technologie en innovatie.
- Beurskens, P. R. & Bakx, M.J.M. (2015). *Built-to-rebuild – The development of a framework according to the circular economy concept, which will be specified for the design of circular facades (master thesis)*. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.
- BOOT. (2017). *Materiaalinventarisatie basisschool De Regenboog in De Bilt*. Veenendaal: Buro Boot.
- BOOT. (2018A). *Materiaalinventarisatie Katholieke basisschool De Pionier aan de Thorbeckelaan 2 te Maarssen*. Veenendaal: Buro Boot.
- BOOT. (2018B). *Materiaalinventarisatie O.L.V. van Fatimaschool te IJsselstein*. Veenendaal: Buro Boot.
- CBS, PBL & Wageningen UR. (2017). *Vrijkomen en verwerking van afval per doelgroep, 1990-2014* (indicator 0206, versie 13, 26 januari 2017). Beschikbaar via: www.compendiumvoordeleefomgeving.nl.
- CE. (2014). *Meten is weten in de Nederlandse bouw - Milieu-impact van de Nederlandse bouw- en sloopactiviteiten in 2010*. Delft: CE Delft.
- Cuchí, A.; Arcas, J.; Casals, M. & Fobella, G. (2014). *Building a common home Building sector – A global vision report*. Produced by the Global Vision Area within the World SB14 Barcelona Conference.
- HU. (2017). *KIEM-VANG 2 aanvraag Old School, New School*. Utrecht: Hogeschool Utrecht.
- Insert. (2018, 10 december). Over Insert. Geraadpleegd van <http://www.insert.nl/over-ons>
- Kirchherr, J., Pisciceli, L., Bour, R., Kostense-Smit, E., Muller, J., Huibrechtse-Truijens, A. & Hekkert, M. (2018). 'Barriers to the Circular Economy: Evidence From the European Union (EU)'. *Ecological Economics* 150, p. 264-272.
- Metabolic & SGS Search. (2018). *Circulaire Bouwketen in de Regio Utrecht – Een ruimtelijke en temporele analyse van de bouwstromen in de regio Utrecht*. Metabolic & SGS Search.
- Reike, D.; Vermeulen, W.J.V. & Witjes, S. (2018). 'The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? – Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a focus on History and Resource Value Retention Options'. *Resource, Conservation and Recycling*, Volume 135, August 2018, pp. 246-264.
- Slager, B. & Jansen, G. (2018). *Onderzoek naar voorwaarden gebruik bouwmarktplaatsen*. Repurpose en IMIX projecten BV.
- Vreeswijk, K. (2017). *Onderzoeksrapportage Circulaire Gebouwinstallaties 2016-2017*. Utrecht: Hogeschool Utrecht.

Bijlagen

Zie document 'Bijlagen Eindrapportage OSNS'.