

Energie neutraal en circulair bouwen, een goede match?

Een vergelijkend onderzoek naar het materiaalgebruik en de kostenimplicaties van het energie neutraal en circulair bouwen van publiek vastgoed.

16 augustus 2021



Abstract

Door de negatieve impact van de bouwsector op het milieu, heeft de Nederlandse overheid de doelstelling om in 2050 een energieneutrale en circulair gebouwde omgeving te hebben. Hoewel de bouwsector energieneutrale gebouwen kan realiseren, bestaat er nog veel onduidelijkheid over het materiaalgebruik en kostenimplicaties van circulair bouwen. Deze thesis verkent de relatieve kosten van energieneutraal bouwen, en of het potentieel kosten-efficiënt is om circulaire bouw te integreren in de reeds breder geïmplementeerde energieneutrale bouw. Het materiaalgebruik en bijbehorende kosten van de bouwstijlen zijn gebundeld aan de hand van het bestaande Shearing Layers model in een gedetailleerd en door experts gevalideerd raamwerk. Het raamwerk is vervolgens toegepast op verschillende casusstudies over kenmerkende soorten publiek vastgoed. De casusstudie, voor objecten in de portefeuille van de gemeente Assen, wijst uit dat met name de isolatie- en installatiekosten van de energieneutrale bouwstijl leiden tot hogere kosten van gemiddeld 47% ten opzichte van traditionele bouw. De circulaire bouwstijl impliceert hogere kosten van gemiddeld 24% door de meerkosten van hergebruikte en bio-based materialen in alle schillen uit het Shearing Layers model. Kosten voor een zowel energieneutraal als circulair gebouw zijn gemiddeld 64% hoger dan voor een traditioneel gebouw.

Kernwoorden: *circulariteit, energie neutraliteit, publiek vastgoed, kostenimplicaties, materiaalgebruik.*

Colofon

Titel	Energie neutraal en circulair bouwen, een goede match? Een vergelijkend onderzoek naar het materiaalgebruik en de kostenimplicaties van het energie neutraal en circulair bouwen van publiek vastgoed.
Versie	Definitief
Onderwijs	Rijksuniversiteit Groningen Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen Master Real Estate Studies Landleven 1, 9747 AD, Groningen
Auteur	Carine van Dijken S4153723 c.a.van.dijken@student.rug.nl carinevandijken@live.nl
Begeleider	M.N. Daams
Tweede beoordelaar	E.F. Nozeman
Aantal woorden	9357

“Masterproeven zijn materiaal om een discussie en kritische opmerkingen te stimuleren. De uiteengezette analyse en conclusies zijn die van de auteur en duiden niet op overeenstemming door de begeleider of het onderzoekspersoneel.”

Inhoudsopgave

1	Introductie	1
2	Definiëring van Energieneutraliteit en Circulariteit	4
2.1	<i>Energieneutraal Bouwen</i>	4
2.2	<i>Circulair Bouwen</i>	5
2.3	<i>Shearing Layers</i>	8
2.4	<i>Conceptueel model & verkennende hypotheses</i>	9
3	Methode & Dataverzameling	11
4	Het raamwerk bouwen	12
4.1	<i>De opbouw van het raamwerk</i>	12
4.2	<i>Structure</i>	13
4.3	<i>Skin</i>	14
4.4	<i>Services</i>	15
4.5	<i>Space plan</i>	15
5	Van model naar vastgoed	15
5.1	<i>Casusselectie</i>	15
5.2	<i>Casus 1: Duurzaamheidscentrum</i>	16
5.3	<i>Casus 2: De Orchidee</i>	19
5.4	<i>Casus 3: Stadsbroekhal</i>	21
5.5	<i>Terugkoppeling met bestaand onderzoek</i>	23
6	Synthese	23
7	Conclusies en discussie	26
	Bronnenlijst	28
	<i>Bijlage 1 – Interviewopzet en -vragen</i>	35
	<i>Bijlage 2 – Transcripten</i>	36
	<i>Bijlage 3 – Codering</i>	61

Lijst met afbeeldingen

Figuur 1 Vlindermodel Circulaire Economie (Ellen MacArthur Foundation, 2017)	6
Figuur 2 Shearing Layers model (Brand, 1994)	9
Figuur 3 Conceptueel model	10
Figuur 4 Foto Duurzaamheidscentrum	17
Figuur 5 Kostenspreiding Duurzaamheidscentrum per m ² BVO	18
Figuur 6 Kostenopbouw Duurzaamheidscentrum	19
Figuur 7 Foto De Orchidee	19
Figuur 8 Kostenspreiding De Orchidee per m ² BVO	20
Figuur 9 Kostenopbouw De Orchidee	21
Figuur 10 Foto Stadsbroekhal	21
Figuur 11 Kostenspreiding Stadsbroekhal per m ² BVO	22
Figuur 12 Kostenopbouw Stadsbroekhal	23
Figuur 13 Netwerk diagram	24

Lijst met tabellen

Tabel 1 R-ladder (Potting, et al., 2016)	7
Tabel 2 Respondenten interviews	12
Tabel 3 Casusselectie publiek vastgoed gemeente Assen	17
Tabel 4 Kostenoverzicht Duurzaamheidscentrum (raamwerk)	18
Tabel 5 Kostenoverzicht De Orchidee (raamwerk)	20
Tabel 6 Kostenoverzicht Stadsbroekhal (raamwerk)	22

1 *Introductie*

Wereldwijd is de bouwsector verantwoordelijk voor meer dan 40% van de energieconsumptie, 40% van de materiaalconsumptie, 40% van het afval en voor circa 45% van de CO₂ uitstoot (Li, et al., 2020; Ness & Xing, 2017). Beleidsmakers over de hele wereld zien groeiende urgentie om de negatieve impact van de bouwsector op het milieu te verlagen door CO₂ uitstoot en het uitputten van grondstoffen tegen te gaan (Ghaffar, et al., 2020). De vraag naar grondstoffen is explosief gestegen, de wereldbevolking gebruikt nu 34 keer meer materialen dan een eeuw geleden als gevolg van bevolkingsgroei en een stijging van welvaart (Rijksoverheid, 2016). Het is de verwachting dat deze twee trends doorzetten waardoor de grondstoffen nog schaarser en duurder worden (Benton & Hazell, 2013). Deze ontwikkelingen vormen volgens beleidsmakers een bedreiging voor de stabiliteit en groei van de Nederlandse economie (Rijksoverheid, 2016). De gevolgen zijn al merkbaar in de bouwsector door sterk stijgende bouwkosten (Cobouw, 2021; Duijverman, 2021). In reactie op de negatieve impact van de bouwsector op het milieu en de economie, heeft Nederland de doelstelling om in 2050 een energieneutrale en circulair gebouwde omgeving te hebben (Rijksoverheid, 2016). De bouwsector is er in geslaagd energieneutrale principes te implementeren (van den Wijngaart, et al., 2014) maar nog niet in de implementatie van de circulaire principes (Vos, et al., 2020).

Het toepassen van circulariteit vergt ingrijpende veranderingen in de manier van bouwen zoals inmiddels gebruikelijk in de huidige lineaire economie (Geldermans, 2016). In een lineaire economie worden nieuwe grondstoffen gewonnen, gebruikt en vernietigd. Aangezien materialen in een dergelijke situatie aan het eind van de levenscyclus geen functie meer hebben, is de vraag naar materialen hoog. Dit weerspiegelt een 'take-make-waste' cyclus, die druk zet op de beperkte beschikbaarheid van grondstoffen, waardoor economische en ecologische nadelen ontstaan (Bocken, et al., 2016; Sariatli, 2017). In tegenstelling tot de lineaire economie houdt een circulaire economie rekening met economische-, sociale- en milieuwaardes (Antikainen & Valkokari, 2016). Een circulaire economie streeft naar efficiënt gebruik van materialen middels een gesloten kringloop waardoor grondstoffen langer in de economie blijven en energie, water, grond en afvalproblemen worden geminimaliseerd (Benton & Hazell, 2013). Materialen worden samengesteld, gebruikt en hergebruikt waarbij materiaalcomponenten een nieuwe functie krijgen (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Dit leidt tot een beperking van de consumptie van gelimiteerde grondstoffen en CO₂ uitstoot (Ellen MacArthur Foundation, 2015; Akhimien, et al., 2021). Circulariteit vermindert daardoor de uitputting van grondstoffen en heeft een positief effect op het klimaat (European Commission, 2020). Naast de voordelen die de circulaire economie biedt op gebied van milieu, heeft het ook economische voordelen (Rijksoverheid, 2016).¹

¹ Het toepassen van circulaire principes kan naar schatting twintig miljoen banen opleveren en een BBP-groei van 10%.

Energieneutraliteit² en circulariteit vormen twee speerpunten voor de bouwsector de komende jaren (Pieroni, et al., 2019). Echter, de relatie tussen energieneutraliteit en circulariteit is onderbelicht³. Deze thesis geeft inzicht in het materiaalgebruik en de relatieve kosten van energieneutraal en circulair bouwen, en verkent de relatie tussen deze twee begrippen. De vraag die hierbij ten grondslag ligt is:

“Wat is de materiaal- en kostenefficiëntie van het gelijktijdig energieneutraal en circulair bouwen van publiek vastgoed?”

De studie naar deze hoofdvraag draagt bij aan een groeiend veld dat onderzoek doet naar circulariteit (Kirchherr, et al., 2017; Grdic, et al., 2020; Li, et al., 2020). Onderzoek van Kirchherr et al. (2017) analyseert 114 definities van circulariteit. Ondanks dat de literatuur consensus heeft bereikt over de inhoud van het concept, is er nog geen eenduidige meetmethode erkend (Corona, et al., 2019; Kristensen & Mosgaard, 2020; Nuñez-Cacho, et al., 2018). Op gebouwniveau hebben Braakman et al. (2021) circulariteit gemeten door middel van de gebruikte materialen in woningen. Het resultaat is dat het niveau van circulariteit op schaal van 0-1 zonder grote ingrepen en zonder toename van de Life Cycle Costs (LCC) verhoogd kan worden van 0.20 naar 0.41. Het verhogen van het niveau van circulariteit boven 0.41 vergt wel een substantiële verhoging in kosten. Han et al. (2014) onderzochten het effect van diverse gebouwcomponenten op de LCC. Hierbij zijn de kosten en het energieverbruik van verschillende materialen getest over de levensduur van een kantoorgebouw. Zij concludeerden dat de optimale combinatie van materialen afhankelijk is van de levensduur van het gebouw.

Inzichten uit publicaties binnen het bedrijfsleven suggereren dat bouwkosten voor energieneutrale gebouwen hoger zijn dan voor traditionele gebouwen (Cobouw, 2021). Bouwkosten voor bijna energieneutrale bijeenkomst- en onderwijsgebouwen (BENG) zijn 8% tot 40% hoger (van der Heijden, et al., 2019)⁴. Copper8 en Alba (2017) stelden vast dat de bouwkosten voor circulaire gebouwen hoger zijn dan voor traditionele gebouwen. Het onderzoek richt zich op de impact van circulair bouwen op de bouw- en investeringskosten. Aan de hand van de verschillende schillen wordt op materiaalniveau een circulariteitscore berekend. Zij concludeerden dat ten opzichte van een

² Energieneutraliteit speelt een belangrijke rol in het verminderen van de ecologische voetafdruk van de bouwsector. Energieneutraliteit is gefocust op het verminderen van de energieconsumptie en het gebruik van regenererbare bronnen (Marszal, et al., 2010). Energie-neutraal bouwen is de afgelopen jaren toegenomen, en vanaf 2021 moeten alle woonvergunningen voldoen aan de eisen van bijna energieneutrale woningen (BENG) (Rijksoverheid, 2020).

³ Academische literatuur in kader van ‘circularity’, ‘energy’, ‘NZEB’, ‘real estate’ en synoniemen hiervoor zijn geraadpleegd via Smartcat en Scopus. Het leverde echter geen relevante academische onderzoeken op over de relatie tussen energie-neutraliteit en circulariteit in de bouwsector.

⁴ In aanvulling toont onderzoek van Kim, et al., (2014) dat kosten voor een groene woning gemiddeld 10,77% hoger zijn dan een traditionele woning. Shrestha & Pushpala (2012) wijzen uit dat de kosten voor groene schoolgebouwen 46% hoger zijn dan voor een traditionele schoolgebouwen.

traditioneel gebouw met een circulariteitsscore van 0,08, de investeringskosten 14% tot 24% hoger zijn om een circulariteitsscore van 0,13 tot 0,39 te halen op schaal van 0-1.

Bestaand onderzoek richt zich op circulariteit of energieneutraliteit, maar brengt deze twee concepten niet met elkaar in verband. Met het oog op de doelstellingen voor een energieneutrale en circulair gebouwde omgeving in 2050, verkent dit onderzoek de efficiëntie van het combineren van energieneutraliteit en circulariteit vanuit een materiaal en kosten perspectief. Aangezien circulair bouwen een relatief nieuw onderwerp is, is dit een verkennend onderzoek. De bouwsector er nog niet in geslaagd om een efficiënte manier te vinden om circulair te bouwen. Hierdoor zijn zeer weinig data beschikbaar over circulaire gebouwen waardoor kwantitatief onderzoek niet mogelijk is. Daarom is het onderzoek kwalitatief van aard en gericht op het bundelen en analyseren van informatie over circulair bouwen.

Om de energieneutrale en circulaire bouwstijl te vergelijken, met de traditionele bouwstijl als referentiekader, is er een raamwerk opgesteld. Dit raamwerk bouwt voort op het Shearing Layers model (Brand, 1994), wat een gebouw in zes schillen verdeeld. Het raamwerk beschrijft de materialen met bijbehorende kosten voor iedere schil uit het model. Om de werking van het raamwerk te illustreren en te toetsen, is een drievoudige casusstudie uitgevoerd. Een casusstudie is een diepgaand onderzoek naar een individueel voorbeeld van een fenomeen. Ondanks dat conclusies uit een casusstudie niet gebaseerd zijn op veel data, kunnen de resultaten diepgaand inzicht bieden in de werking van een bepaald onderwerp (Flyvbjerg, 2006). Casusstudies zijn daarom met name geschikt voor gedetailleerd onderzoek op kleine schaal (Taylor, 2016). Casusstudies zijn om die reden een veelvoorkomende onderzoeksmethode voor nieuwe en complexe onderwerpen, zoals circulariteit. Door het raamwerk op meerdere casussen toe te passen, wordt de analyse óver een casus uitgebreid met resultaten tússe de casussen. Een onderbouwing gebaseerd op drie casussen zorgt daarom voor een overtuigender bewijs dan een enkelvoudige casusstudie (Ravenswood, 2011). De casusstudies zijn geselecteerd uit de publiek vastgoedportefeuille van de gemeente Assen. Voor deze casussen is een vergelijking gemaakt over het materiaalgebruik en de kostenimplicaties van energieneutraal en circulair bouwen.

Hoofdstuk 2 presenteert het theoretisch kader en introduceert de verkennende hypotheses ingaande op de kostenimplicaties, het materiaalgebruik en de combinatie van energieneutraal en circulair bouwen. In hoofdstuk 3 staat de onderzoeksmethode en dataverzameling centraal. Vervolgens biedt Hoofdstuk 4 inzicht in het zelf samengestelde en door deskundigen gevalideerde raamwerk. In dit hoofdstuk staat zowel de opbouw als de inhoud (op materiaalniveau) van het raamwerk centraal. Het raamwerk is getoetst door een drietal casussen waarvan de resultaten zijn toegelicht in Hoofdstuk 5. Deze resultaten vergelijken de kostenspreiding en -opbouw van de vier bouwstijlen (traditioneel, energieneutraal, circulair, combinatie energieneutraal en circulair). Vervolgens is aan de hand van interviews met deskundigen een synthese opgesteld over de materiaal- en kostenefficiëntie van gelijktijdig energieneutraal en circulair bouwen. Ten slotte eindigt Hoofdstuk 7 met de conclusie en discussie.

2 *Definiëring van Energieneutraliteit en Circulariteit*

2.1 *Energieneutraal Bouwen*

Energieneutrale gebouwen zijn geïnspireerd op de principes van de Trias Energetica (Platform ZEN, 2017). Deze bestaat uit de beperking van de energievraag, het gebruik van hernieuwbare bronnen en een efficiënt gebruik van de overige uitputbare bronnen (RVO, 2013). Een energieneutraal gebouw is gedefinieerd als een gebouw waarbij de geproduceerde en geconsumeerde energie over een bepaalde periode, meestal een jaar, gelijk is (Li, et al., 2013). Dit is in overeenstemming met de definitie van een bijna energieneutraal gebouw (BENG) wat gedefinieerd is als een gebouw met een zeer hoge energieprestatie. Een gebouw wordt als BENG gecertificeerd als het voldoet aan de eisen van beperkte energiebehoefte, maximaal primair fossiel energiegebruik en minimale duurzame energie (RVO, Nieman, 2017). De benodigde energie moet laag zijn (dichtbij nul) en voornamelijk afkomstig zijn uit hernieuwbare bronnen in de omgeving (EPBD, 2010). In de literatuur worden verschillende typen energieneutrale woningen beschreven, afhankelijk van welk energieverbruik wordt meegeteld in de berekening⁵.

Een ander perspectief om naar energieneutraliteit te kijken is door embodied energy, gedefinieerd als: *“De totale hoeveelheid energie benodigd voor het maken van een gebouw inclusief de directe energie gebruikt tijdens het bouw- en assemblageproces en de indirecte energie benodigd voor de productie van de materialen en componenten van het gebouw”* (Crowther, 1999). Bij embodied energy wordt het totale energieverbruik van een product in kaart gebracht om de ecologische voetafdruk te berekenen (Tenpierik, 2018). De meeste energieneutrale gebouwen zijn uitgerust met installaties om de operationele energiebalans terug te dringen (Laustsen, 2008; Marszal, et al., 2010). Echter, het produceren van deze installaties kost veel energie wat resulteert in hogere embodied energy (Dixit, 2017). Om de ecologische voetafdruk terug te dringen is het belangrijk dat er wordt gekozen voor een materiaal met lage embodied energy of dat een hogere embodied energy gecompenseerd wordt door verlaging of opwekking van operationele energie (Tenpierik, 2018).

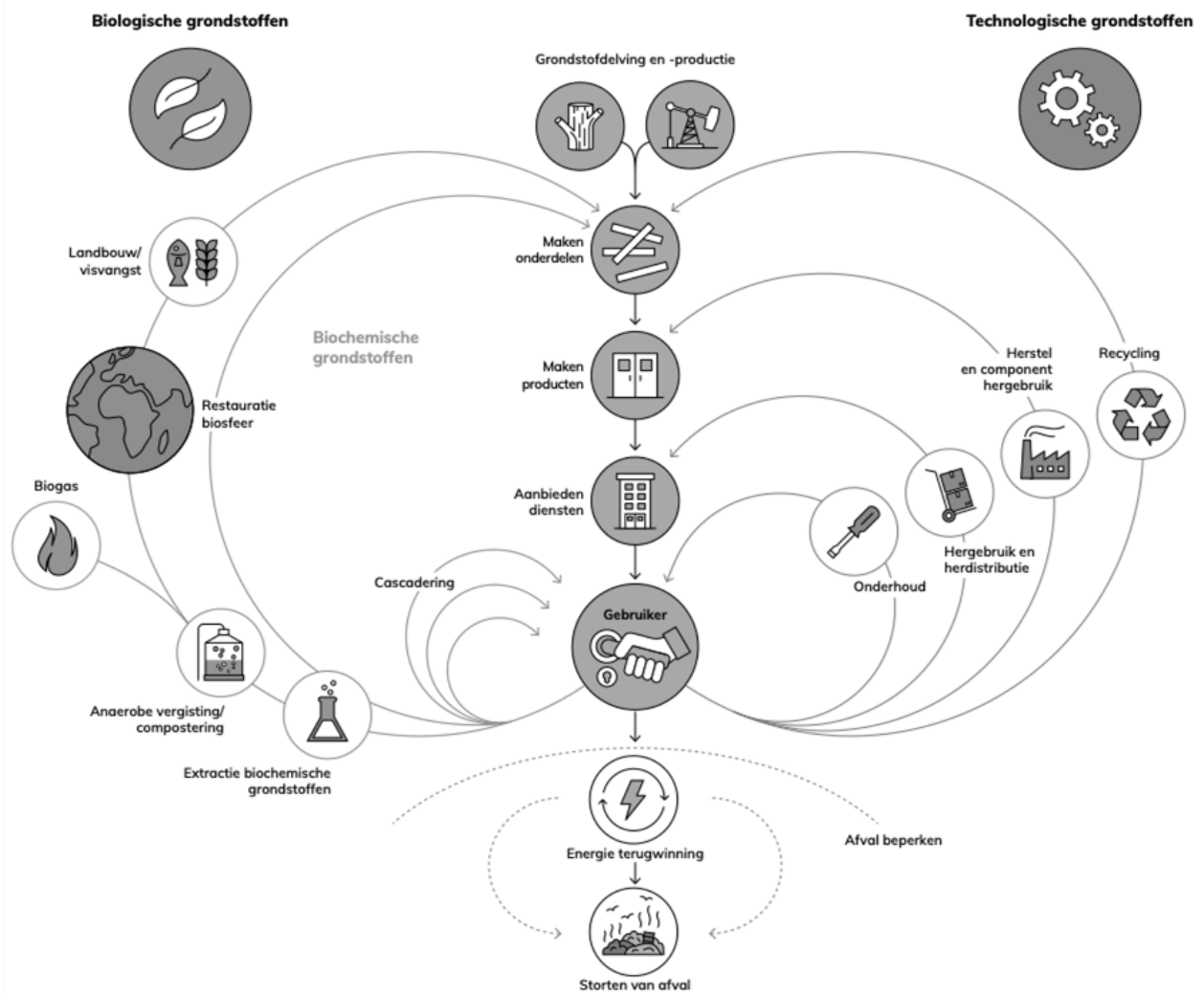
⁵ Ten eerste behelst de meest omvattende vorm van energieconsumptie de energievraag afkomstig van zowel het gebouw als de gebruiker. Deze vorm wordt in Nederland ‘nul-op-de-meter’ genoemd en wil zeggen dat net zoveel energie opgewerkt moet worden als in totaal verbruikt. Hierbij tellen de gebouwgebonden installaties zoals een warmtepomp en een CV mee, maar ook gebruikersgebonden installaties zoals een koffiezetapparaat en koelkast. Ten tweede kan enkel het gebouwgebonden energiegebruik mee worden genomen in de berekening. Deze laatste berekening is de internationale standaard van de EPDB (2010) voor (nearly) zero energy buildings (nZEB) wat vergelijkbaar is met de Nederlandse term BENG. Het energieverbruik is bij deze berekening het minst afhankelijk van het bewonersgedrag en weersomstandigheden (Marszal, et al., 2010). Energieneutrale gebouwen kunnen nog steeds gebruik maken van fossiele brandstoffen. De energieconsumptie verspreid over de dag (dag/nacht) en over de seizoenen is uit balans met de energieproductie (Luscuere, et al., 2016).

2.2 *Circulair Bouwen*

Circulariteit heeft de afgelopen jaren steeds meer aandacht gekregen (Kirchherr, et al., 2017). Een reden voor de toenemende interesse is dat circulariteit wordt gezien als drijfveer voor duurzaamheid (Antikainen & Valkokari, 2016). Duurzaamheidsaspecten uit onder andere cradle to cradle (C2C), performance economy en natural capitalism zijn samengebracht in het begrip circulariteit (Geissdoerfer, et al., 2017). Circulair bouwen is gedefinieerd als:

“Het ontwikkelen, gebruiken en hergebruiken van gebouwen, gebieden en infrastructuur, zonder natuurlijke hulpbronnen onnodig uit te putten, de leefomgeving te vervuilen en ecosystemen aan te tasten. Bouwen op een wijze die economisch verantwoord is en bijdraagt aan het welzijn van mens en dier. Hier en daar, nu en later.” - (Transitieteam circulaire economie, 2018)

De Ellen MacArthur Foundation heeft als een van de eerste partijen het belang van een circulaire economie onder de aandacht gebracht door rapporten over onder andere de economische voordelen van circulariteit (2013), circulaire steden (2018) en beleidsimplicaties (2021). Daarnaast hebben zij het vlindermodel in Figuur 1 ontwikkeld (2017). Figuur 1 illustreert aan de linkerkant de werking van de biologische kringlopen en technische kringlopen aan de rechterkant. In een circulaire economie zijn alle materialen biologisch afbreekbaar of demontabel waardoor geen afval wordt geproduceerd. Volgens de Ellen MacArthur Foundation zijn de belangrijkste principes van circulariteit het ontwerpen van materialen zodat afval en vervuiling verdwijnt, producten en materialen in de kringloop houden en natuurlijke systemen regenereren. In een circulaire economie wordt grondstofgebruik daardoor geminimaliseerd en de materialen die zich in de economie bevinden, optimaal benut.



Figuur 1 Vlindermodel Circulaire Economie (Ellen MacArthur Foundation, 2017)

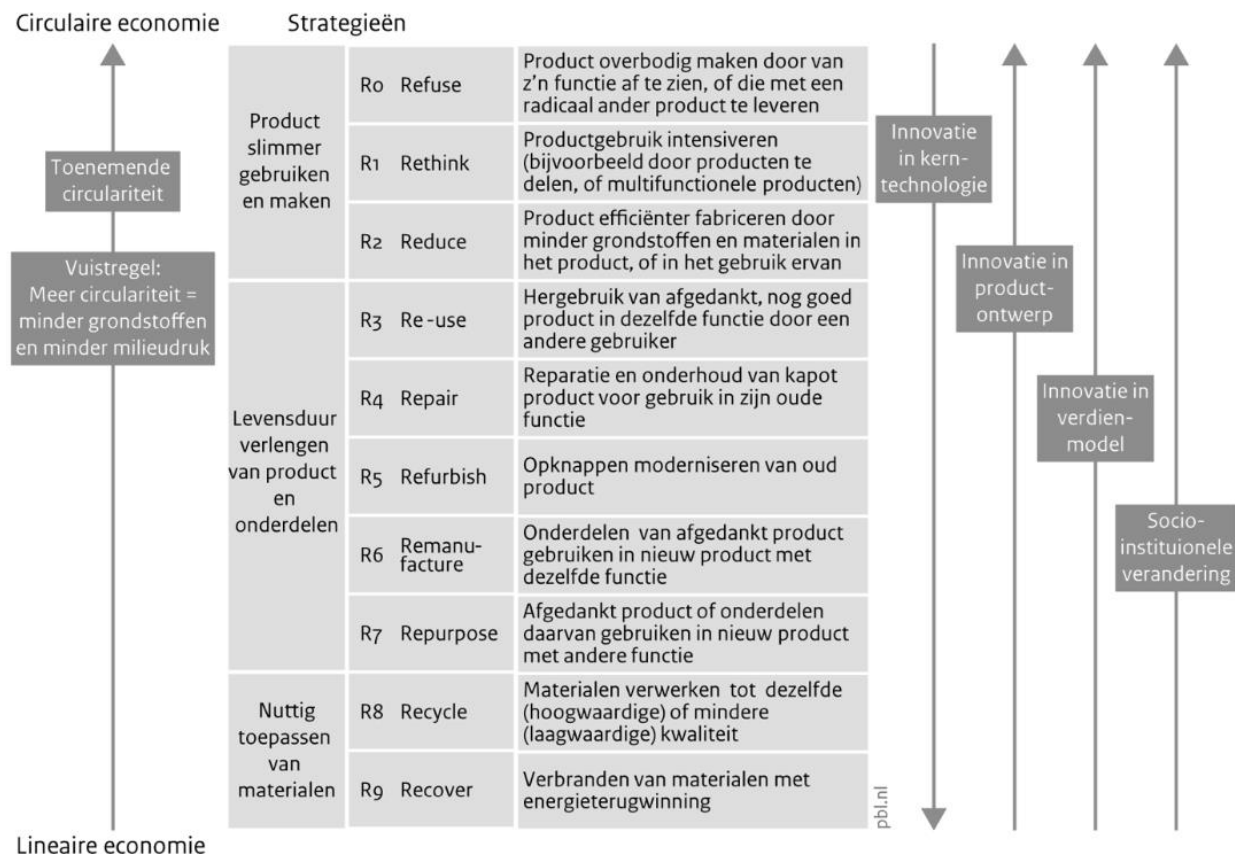
Er zijn meerdere strategieën om een circulaire economie te bewerkstelligen. Eberhardt, et al. (2020) en Konietzko, et al. (2020) beschrijven de volgende vijf strategieën:

1. Vernauwen, het verminderen van materiaal- en energiegebruik;
2. Vertragen, de gebruiksduur van een product(onderdeel) verlengen;
3. Sluiten, grondstoffen en materialen hergebruiken;
4. Regenereren, gifvrij materiaal en groene energie gebruiken;
5. Informeren, informatie delen om circulariteit verder na te jagen.

Deze strategieën kunnen als volgt worden samengevat: het reduceren van de consumptie van grondstoffen, de producten losmaakbaar ontwerpen voor hergebruik, de gebruiksduur van producten verlengen door onderhoud en reparaties en ten slotte producten en grondstoffen recycleren (van Buren, et al., 2016; Allwood, et al., 2011).

Manhte, et al. (2021) suggereren dat circulariteit in de gebouwde omgeving kan worden toegepast door het sluiten (reuse, remanufacture & recycle), vertragen (repair & maintenance) en vernauwen (reduce & resource optimization) van de materialenkringloop. Deze strategieën zijn

vertaald naar treden in de zogenoemde R-ladder (Potting, et al., 2016), weergegeven in Tabel 1. De stappen lopen af van de minst circulaire stap R9 naar de meest circulaire maatregel R0. Het slimmer gebruiken en maken van producten is een strategie waarmee de meeste circulariteit behaald kan worden, gevolgd door het verlengen van de levensduur. Met alleen het nuttig toepassen van materialen wordt de minste circulariteit behaald. Tevens zijn de strategieën aan de onderkant van de tabel enkel gericht op de fase na het gebruik van het product, terwijl de stappen aan de bovenkant gaan om de gebruikersfase en ontwerpfase (Potting, et al., 2016; Cramer, 2017).



Tabel 1 R-ladder (Potting, et al., 2016)

De implementatie van circulaire principes vergt drastische veranderingen in het product- en materiaalgebruik in alle fases van het bouwproces over de gehele levensfase van een gebouw (Geldermans, 2016). Het oogmerk van circulair bouwen is waardeverlies van materialen voorkomen en mogelijkheden bieden voor hergebruik (Joensuu, et al., 2020). De twee belangrijkste aspecten van circulariteit in de bouwsector zijn het productontwerp en materiaalgebruik (Copper8; alba, 2017; van Oppen, et al., 2020). Ten eerste focust circulair ontwerp van producten zich op de adaptiviteit van materialen. De Schmidtschaal beschrijft de volgende zes adaptieve maatregelen: herinrichtbaar, multifunctioneel, aanpasbaar, converteerbaar, schaalbaar en verplaatsbaar (Schmidt, et al., 2014; Platform CB'23, 2020). Deze maatregelen komen overeen met de door Douglas (2002) opgestelde aspecten van de aanpasbaarheid van een gebouw:

1. Verwisselbaarheid, het vermogen om veranderingen in het gebruik te faciliteren;

2. Losmaakbaarheid, het vermogen om het gebouw veilig en efficiënt uit elkaar te halen;
3. Herbruikbaarheid, de mate waarin materialen losgemaakt kunnen worden voor hergebruik;
4. Uitbreiding, het vermogen om uitbreiding te faciliteren;
5. Flexibiliteit, het vermogen om in te spelen op verschuivingen in de ruimtelijke planning.

Deze principes richten zich niet alleen op de duurzaamheid van gebouwcomponenten, maar ook op duurzaam gebruik van het gebouw. Door deze principes in het ontwerp te implementeren, wordt de levensduur van het hele gebouw verhoogd. Tevens zijn de materialen op die manier eenvoudig te vervangen voor circulaire alternatieven. Door de levensduurverhoging van gebouwen vindt besparing plaats door het uitstellen van herontwikkeling en verlaging van onderhoud- en levenseindekosten.

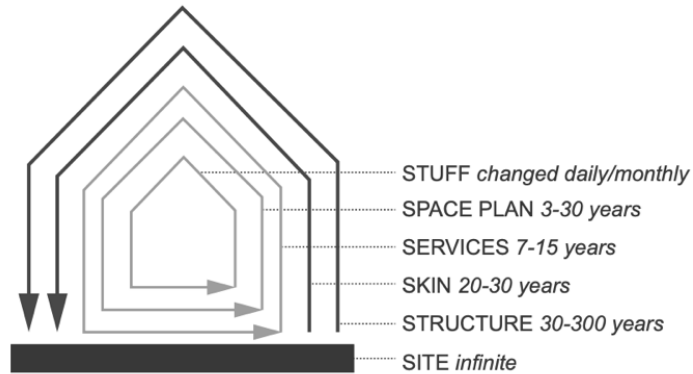
Ten tweede staat het materiaalgebruik in de bouwsector centraal. Circulair gebruik van materialen houdt in dat materialen door biologische kringlopen vernieuwbaar en door technische kringlopen herbruikbaar zijn (Geldermans, 2016; Saidani, et al., 2017; Bachaus, et al., 2020). In andere woorden, circulaire materialen mogen niet schadelijk zijn voor het milieu en geen afval produceren. Daardoor worden veelal hergebruikte of natuurlijke (bio-based) materialen toegepast. Circulaire materialen kunnen verschillende duurzaamheidskeurmerken krijgen. Het C2C keurmerk verzekert bijvoorbeeld dat het gebruikte product een nieuw leven krijgt en DUBOkeur garandeert de meest milieuvriendelijke keuze (Bouwend Nederland & Stimular, 2019). In het algemeen moeten circulaire materialen voldoen aan de volgende criteria:

1. Nieuwe bio-based materialen van niet-fossiele bronnen;
2. Nieuwe technische materialen uit fossiele bronnen, maar ontworpen voor hergebruik op het hoogst mogelijke niveau;
3. Hergebruikte materialen (bio-based of technisch)
4. Hybride systeemoplossingen waarbij het materiaal gedeeltelijk bio-based, technisch en/of hergebruikt is.

2.3 *Shearing Layers*

In 1994 bracht Steward Brand het boek ‘*How buildings learn: What happens after they’re built*’ uit. In zijn Shearing Layers model wordt een gebouw vanuit een perspectief bekeken dat goed aansluit bij circulariteit. Volgens Brand bestaat een gebouw uit losse componenten met een verschillende levensduur. Een gebouw kan worden verdeeld in zes schillen. Van buiten naar binnen zijn dit de *site*, *structure*, *skin*, *services*, *space plan* en *stuff*, zoals weergegeven in Figuur 2. De *site* omvat het terrein waarop het gebouw staat en heeft daarom een oneindige levensduur. De levensduur van de volgende schil, de *structure*, is 30 tot 300 jaar. Echter, de meeste gebouwen worden na 60 jaar gesloopt. Een verklaring hiervoor is de functionele, economische en esthetische veroudering waardoor een gebouw na een bepaalde termijn meer waard is als het herontwikkeld wordt (Bokhari & Geltner, 2016). De *skin* van een gebouw bestaat uit de buitenste schil van een gebouw, welke een levensduur heeft van ongeveer 20 tot 30 jaar. De schil *services* bevat de systemen en installaties in een gebouw zoals elektriciteit,

leidingen, verwarming en bijvoorbeeld liften. Deze systemen moeten gemiddeld na 7 tot 15 jaar vervangen worden. Het *space plan* omvat het interieur van gebouw zoals muren, plafonds en deuren welke om de 3 jaar veranderen. Ten slotte omvat de *stuff* alle spullen in een gebouw die op dagelijkse tot maandelijkse basis verplaatst of vervangen worden.



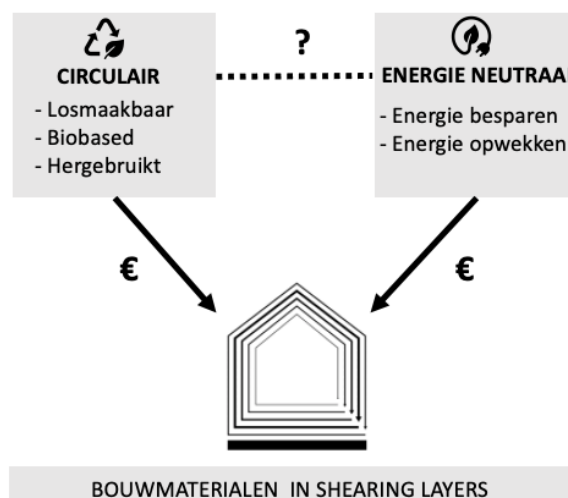
Figuur 2 Shearing Layers model (Brand, 1994)

Volgens Eberhardt et al. (2020) is dit model de demonstratie van de circulaire strategie ‘*layer independence*’. Deze strategie houdt in dat gebouwcomponenten en materialen onafhankelijk van elkaars levensduur worden beschouwd wat voordelig is voor onderhoud, hergebruik, aanpassingen en flexibiliteit van het gebouw. Een voorbeeld hiervan is door componenten met een lange levensduur flexibel te maken en materialen met een korte levensduur makkelijk vervangbaar te maken (Eberhardt, et al., 2020).

2.4 Conceptueel model & verkennende hypotheses

De vorige paragrafen vormen het theoretisch kader waarin dit onderzoek zich bevindt. Hieruit vloeit het conceptueel model voort, weergegeven in Figuur 3. Het conceptueel model beschrijft de onderliggende relatie tussen de kosten en de materialen van een energieneutrale en circulaire bouwstijl.

MATERIAAL- EN KOSTENEFFICIËNTIE ENERGIE NEUTRAAL & CIRCULAIR BOUWEN



Figuur 3 Conceptueel model (eigen model)

Om de relatie tussen energieneutraal en circulair bouwen in kaart te brengen, zijn de onderstaande verkennende hypothesen opgesteld.

Verkennende hypothese 1:

De initiële kosten van de energieneutrale en circulaire bouwstijl zijn hoger dan die van de traditionele bouwstijl.

Onderzoek van Braakman et al, (2021) toont aan dat verhogen van het niveau van circulariteit een substantiële kostenverhoging vergt. Bevindingen van Alba en Copper8 sluiten hierbij aan en tonen dat de investeringskosten voor een circulair gebouw 14% tot 24% hoger zijn dan voor een traditioneel gebouw. Maatregelen om energie te besparen en op te wekken veroorzaken eveneens een stijging van de bouwkosten (Kim, et al., 2014; Shrestha & Pushpala, 2012), de kostenverhoging voor bijeenkomsten en onderwijsgebouwen ligt tussen de 8% en 40% (van der Heijden, et al., 2019).

Verkennende hypothese 2:

Bouwmaterialen van de energieneutrale en circulaire bouwstijl sluiten elkaar niet uit en kunnen gecombineerd worden.

Cambier et al, (2020) suggereren dat theorie inzake ontwerpbeslissingen voor circulair bouwen gefragmenteerd is, er is van tevoren immers nog geen eenduidig stappenplan om circulair te bouwen. De principes van circulair bouwen zijn het implementeren van een losmaakbaar ontwerp waarbij biobased of gebruikte materialen worden toegepast (Copper8; alba, 2017). Deze nieuwe manier van bouwen heeft consequenties voor alle schillen uit het Shearing Layers model in een gebouw (Geldermans, 2016). Daarentegen zijn er naast de energieprestatienorm geen vereisten over de wijze waarop een energieneutraal gebouw moet worden gebouwd. Een energieneutraal gebouw kan in principe een traditioneel gebouw zijn waarin energieneutrale maatregelen zijn toegepast (Laustsen, 2008; Marszal, et al., 2010). Dit impliceert dat energieneutraal bouwen met name gevolgen heeft voor de *skin* en *services* uit het Shearing Layers model. Wanneer de materialen uit deze twee schillen volgens de circulaire principes worden ontworpen, is het mogelijk dat de bouwstijlen elkaar complementeren. Het is de verwachting dat de ene bouwstijl de andere niet uitsluit aangezien circulair bouwen vooral gaat om het ontwerp en materiaalgebruik terwijl energieneutraliteit is gefocust op het energieverbruik waarbij ontwerp en materiaalgebruik geen uitgangspunten zijn.

Verkennende hypothese 3:

Het is kostenefficiënt om publiek vastgoed gelijktijdig energieneutraal en circulair te bouwen.

Een rapport van Building As Material Banks (BAMB) (2016) suggereert dat alleen energiebesparing niet voldoende is voor de klimaatgerelateerde problemen die worden veroorzaakt door de bouwsector. Naast het verlagen van de energieconsumptie is het bewerkstelligen van een circulaire economie ook

nodig. Volgens Echholtz, et al. (2010) kunnen de hogere investeringskosten van energieneutraal bouwen terugverdiend worden door een hogere markt- en verkoopwaarde. Onderzoek van Weiler et al, (2016) toont middels een LCC dat een gebouw waarbij materialen worden hergebruikt financieel aantrekkelijker is dan een gebouw waarbij weinig hergebruik plaatsvindt. Het is daarom de verwachting dat energieneutraal en circulair bouwen de potentie heeft om een positief verdienmodel te bewerkstelligen.

3 *Methodes & Dataverzameling*

Dit is een kwalitatief en vergelijkend onderzoek waarbij de energieneutrale en circulaire bouwstijl centraal staan. Kwalitatief onderzoek is geschikt voor complexe vraagstukken of een onderzoeksonderwerp met weinig beschikbare data (Maso & Smalling, 2004). Circulariteit is een relatief nieuw en complex thema. Rond 1980 is het onderwerp pas voor het eerst geïntroduceerd in de literatuur (Bassi & Diaz, 2019). Tot op heden wordt er nog niet op grote schaal circulair gebouwd (Vos, et al., 2020). Door het gebrek aan opgeleverde circulaire gebouwen, zijn niet genoeg data beschikbaar om een kwantitatief toetsend onderzoek uit te voeren. Ondanks dat er consensus is bereikt over het concept circulariteit, blijft het toepassen van circulaire principes in de bouwsector onderbelicht. Dit onderzoek geeft inzicht in circulair bouwen in relatie tot energieneutraal bouwen. Het onderzoek is exploratief en kwalitatief van aard.

De benodigde informatie is verzameld door middel van een literatuuronderzoek, afgenomen interviews en een drievoudige casusstudie. De literatuur vormt de basis van dit onderzoek en is beschreven in het theoretisch kader. Vervolgens is de relevante informatie over de bouwstijlen gebundeld in een raamwerk. Dit raamwerk maakt het mogelijk om de traditionele, energieneutrale en circulaire bouwstijl te analyseren. Allereerst is het raamwerk aan de hand van literatuur ingevuld waarna de volledige inhoud is besproken met een ervaren bouwmaterialen deskundige. Vervolgens hebben vier deskundigen het raamwerk gecontroleerd en in samenspraak aangescherpt. Tevens leverden de interviews met deskundigen primaire data op over de relatie tussen energieneutraliteit en circulariteit, de toepassing van circulariteit en de kostenefficiëntie. In totaal zijn vier interviews afgenomen met deskundigen met verschillende expertises, zie Tabel 2. De deskundigen zijn via hun werk allemaal gespecialiseerd in circulariteit. Alba Concepts is als een van de eerste adviesbureaus gespecialiseerd in de toepassing van een circulaire economie in de bouwsector. Abcnova en Merosch zijn beide gericht op projectontwikkeling en zijn betrokken geweest bij de ontwikkeling van circulaire gebouwen. Het Planbureau voor de Leefomgeving doet onderzoek naar de toepassing van circulariteit en vervult een belangrijke rol in het adviseren en motiveren van ondernemers om circulair te bouwen.

Tabel 2 Respondenten interviews

Naam	Organisatie	Expertise
-------------	--------------------	------------------

Timm Hartmann	Alba Concepts	Financiën, circulair materiaalgebruik
Jordi Habekotté	Abcnova	Duurzaamheid, circulariteit, projectontwikkeling
Trudy Rood	PBL	Onderzoeker circulariteit, beleid
Nordin Oudshoorn	Merosch	Circulaire installaties, projectontwikkeling
Manuel Hoogers	Heminkgroep	Bouwmaterialen, bouwstijlen

De interviews zijn semigestructureerd van aard, wat inhoudt dat van de tevoren opgestelde vragenlijst tijdens het interview afgeweken kan worden. Semigestructureerde interviews waarborgen de structuur in het interview en bieden tegelijkertijd de flexibiliteit om door te vragen op een antwoord van een respondent (Adhabi & Blash Anozie, 2017). De interviewvragen zijn onderverdeeld in drie onderwerpen: circulariteit in het algemeen, de toepassing van circulariteit en de relatie met energieneutraal bouwen (zie bijlage 1). Daarnaast is na afloop van de vragen het raamwerk in detail besproken. De interviews zijn online afgenomen en duurden in totaal circa 45 minuten. Om de betrouwbaarheid van dit onderzoek te waarborgen zijn de interviews met toestemming opgenomen en getranscribeerd, zie bijlage 2 voor de transcripten.

Er zijn meerdere methodes om een interview te transcriberen, welke methode wordt gekozen hangt af van het doel van het interview (Bucholtz, 2000). Volgens Oliver et al. (2005) is een gedenaturaliseerd transcript een woordelijke vorm van transcriberen waarbij de idiosyncratische elementen in het interview niet worden opgenomen. Pauzes, non-verbale communicatie, dialecten, stopwoorden en aarzelingen worden daarbij niet verwerkt in de transcripten. In andere woorden, gedenaturaliseerd transcriberen richt zich op het vastleggen van de betekenis en inhoud van de boodschap. Hiermee gaat het dus niet om hoe de geïnterviewde iets zegt, maar wat deze persoon zegt. Het nadeel is dat op deze manier een gedeelte van de data verloren gaat waardoor de interviewer invloed kan hebben op de resultaten (Oliver, et al., 2005). Echter, daar staat tegenover dat het voor de lezer makkelijker en te begrijpen is (da Silva Nascimento & Kalil Steinbruch, 2019). De transcripten zijn vervolgens gecodeerd in het programma Atlas.ti, zie bijlage 3. Bij coderen worden de belangrijke gedeeltes uit het interview geïdentificeerd door die een label te geven (Saldaña, 2015). Hierdoor wordt alle data geanalyseerd, ook de gedeeltes die in eerste instantie niet zijn opgevallen. Coderen zorgt daarom om een diepgaande betekenis van de data te krijgen (Linneberg & Korsgaard, 2019).

4 *Het raamwerk bouwen*

4.1 *De opbouw van het raamwerk*

Circulair bouwen is nog in de exploratieve fase, waardoor academische bronnen en datasets beperkt aanwezig zijn. In dit onderzoek is daarom zelfstandig een dataset opgebouwd met informatie over materialen en kosten van circulair bouwen. Een overzicht van de gebruikte materialen en bijbehorende kosten van de traditionele, energieneutrale en circulaire bouwstijl voor utiliteitsbouw zijn gebundeld in een raamwerk. Het raamwerk is opgezet aan de hand van het Shearing Layers model van Brand (1994).

Hoewel dit model een duidelijke verdeling maakt in de verschillende schillen, is geen eenduidige afbakening van bouwelementen per schil aanwezig. Om een logisch niveau van detail aan te houden in het raamwerk, is de indeling van het materiaalpaspoort van Madaster (2020) aangehouden. Het materiaalpaspoort brengt per schil in kaart welke materialen zijn gebruikt, uit welke grondstoffen deze bestaan en wat de milieu impact hiervan is. Om het raamwerk overzichtelijk te houden, houdt dit onderzoek hetzelfde niveau van detail aan. De schil *site* uit het Shearing Layers model is de grond waarop het gebouw staat en tot *stuff* behoren losse spullen die niet bij het gebouw horen. Deze onderdelen zijn daarom buitenbeschouwing gelaten aangezien het niet relevant is voor de beschrijving van een bouwstijl. Deze aanpak komt overeen met het raamwerk in onderzoek van Copper8 en Alba (2017). Deze marktpartijen onderzochten eveneens materialen per schil, echter zochten zij naar alternatieve materialen voor een circulaire bouwstijl. Het raamwerk in deze thesis onderscheidt zich niet alleen door naar de kostenimplicaties te kijken, maar daarnaast ook door de vergelijking met energieneutraliteit inzichtelijk te maken. De traditionele bouwstijl is eveneens opgenomen in het raamwerk en dient als referentiekader. De gebruikte materialen per bouwstijl met de bijbehorende kosten kunnen direct uit het raamwerk geanalyseerd worden en betreffen de prijzen voor nieuwbouw inclusief loonkosten, zoals beschikbaar gesteld door de bronnen.

Een aantal van de belangrijkste bronnen waarop het raamwerk is gebaseerd zijn de Circulaire Bouwkostencatalogus (Transitieteam Circulaire Bouweconomie, 2021), het online bouwkosten overzicht van Archidat bouwformatie (2021), de boeken Bouwkostenkompas Woning- en Utiliteitsbouw en Bouwkostenkompas Installaties (IGG Bouweconomie, 2021) en de catalogus bio-based materialen (van Dam & van den Oever, 2019). Deze bronnen geven vaak meerdere opties van materialen voor hetzelfde bouwelement. Aangezien niet alle opties relevant zijn voor publiek vastgoed in Nederland, zijn alleen de meest gebruikte opties opgenomen voor de drie casussen in het raamwerk. De selectie van meest gebruikelijke opties is in samenwerking met Manuel Hoogers, een ervaren bouwmaterialen deskundige, gedaan. Manuel Hoogers heeft daarnaast meegedacht over de compleetheid van het raamwerk en het niveau van detail. Vervolgens is het raamwerk gevalideerd door deskundigen (respondenten van de interviews). De belangrijkste uitkomsten van het raamwerk zijn in de volgende subparagrafen beschreven.

4.2 *Structure*

De *structure* uit het Shearing Layers model is de constructie van het gebouw. Dit omvat de constructieve bouwelementen van een gebouw en kan worden onderverdeeld in ten eerste de fundering en ten tweede het skelet (Madaster Demo, 2020). Een fundering op palen is het meest geschikt voor de relatief omvangrijke gebouwen op de ondergrond in Assen. Volgens Smienk (2016) zijn een aantal duurzaamheidsaspecten belangrijk om in overweging te nemen bij de keuze voor een funderingssysteem. Ten eerste de materiaalkeuze en het hergebruikpotentieel. Houten palen zijn bio-based, maar niet geschikt voor omvangrijke gebouwen en om ondergronds te gebruiken. Hergebruik van (prefab) betonpalen is tot op heden ontwerptechnisch niet haalbaar, het beton kan alleen laagwaardig

worden gerecycled tot betonpuingranulaat. Stalenbuispalen zijn herbruikbaar en recyclebaar, mits deze niet zijn gevuld met beton. Groen staal biedt een oplossing voor het reduceren van de CO₂ uitstoot in het productieproces van staal (FNV Metaal, 2021). Ten tweede speelt de levensduur een rol. Betonpalen en stalenbuispalen hebben een zeer lange levensduur. Echter, wanneer stalenbuispalen losmaakbaar (met schroef- en staafankers) worden toegepast kan dit door corrosie de levensduur beperken. Ten derde is de verwijderbaarheid van de fundering een belangrijk duurzaamheidsaspect. Technisch gezien is het mogelijk om alle funderingspalen te verwijderen. Gestorte betonpalen, schoorstanden en een vergrote paalvoet hebben een negatieve invloed op de verwijderbaarheid. Ten slotte speelt ook de besparing van materiaal een rol. Grondverdringende palen en hoogwaardige betonkwaliteit verlaagt de betonconsumptie.

De buitenwand en vloeren vormen belangrijke onderdelen van het skelet. Een kanaalplaatvloer is een prefab systeemvloer bestaande uit beton met holle kanalen. Kanaalplaten worden veel toegepast in traditionele bouw door de snelle montage en lage prijs. Doordat kanaalplaatvloeren bestaan uit grote prefab elementen, is het geschikt voor hergebruik. De kosten van een hergebruikte kanaalplaten zijn circa 20% hoger dan die van nieuwe platen (SKG-IKOB Certificatie, 2020; VBI Consolis, sd). Een alternatief wat meer ontwerp vrijheid biedt, is de breedplaatvloer. Hier bestaat nog geen circulaire variant voor. De muren in gebouwen bestaan doorgaans uit een buitenmuur, spouw met isolatie en een binnenmuur. De muur wordt meestal opgebouwd uit blokken kalkzandsteen. Direct hergebruik hiervan is mogelijk, maar komt in de praktijk niet veel voor omdat ze niet makkelijk te demonteren zijn door lijm en mortel (Bouwend Nederland & Stimular, 2019). Het clickbricks-gevelsysteem is een circulair alternatief doordat het volledig losmaakbaar is (Bouwcenter, 2020; Wienerberger, 2021). Isolatiemateriaal van papier, hennep of vlasvezel is een geschikt bio-based alternatief voor glas- en steenwol (Rotgers, 2012).

4.3 *Skin*

De *skin* is de omhulling van het gebouw, de dak- en gevelafwerking. In deze buitenste schil van een gebouw vindt het meeste energieverlies plaats (Madaster Demo, 2020). Bij traditionele bouw bestaat de dakbedekking uit bitumen voor een plat dak of dakpannen bestaande uit beton of keramisch materiaal voor een hellend dak. Witte daken reflecteren zonlicht en zijn daarom een energieneutrale variant (Derbipure, 2017). Verschillende partijen hebben in samenwerking een grootschalig onderzoek opgestart naar de mogelijkheden van circulaire gevelbekleding, het resultaat is echter nog niet gepubliceerd (VMRG, VKG, NBvT, 2020). Een groen dak met intensieve begroeiing is bio-based en kwalificeert als circulaire dakbedekking (Calheiros & Stefanakis, 2021). Groene daken fungeren als ecosysteem en dragen bij aan onder andere biodiversiteit, regenwaterretentie en energiebesparing (Hop & Hiemstra, 2013). De gevel kan eveneens worden voorzien van een laag beplanting (Jacobs, 2011). Daarnaast zijn losmaakbare steenstrips of hout een circulaire optie als gevelbekleding. Bij energieneutrale bouw wordt isolatiemateriaal gebruikt met een hoge rc-waarde gecombineerd met

driedubbel glas in de gevelopeningen. Er bestaat nog geen volledig circulaire beglazing. Hergebruikte kozijnen of kozijnen van hout afkomstig uit een duurzaam beheerd bos zijn de meest circulaire opties.

4.4 *Services*

De schil *services* omvat de werktuigbouwkundige en (elektro)technische installaties in een gebouw (Madaster Demo, 2020). In het raamwerk zijn hiervoor kengetallen uit het Bouwkostenkompas geraadpleegd (IGG Bouweconomie, 2021). De sanitair- en loodgietersinstallaties zijn verwerkt in de wanden en boven het verlaagd plafond. De leidingen zijn van kunststof en er is ledverlichting toegepast. Warmte wordt opgewerkt door middel van een warmtepomp met gesloten of open bron. Daarnaast zorgt een luchtbehandelingsinstallatie voor koeling en vochtregeling in het gebouw. In energieneutrale gebouwen hebben de installaties laag energieverbruik. Daarnaast kunnen plafonds worden voorzien van klimaatregeling per ruimte, is er aanwezigheidsdetectie bij de ledverlichting toegepast en wordt het dak voorzien van zonnepanelen. Circulaire alternatieven voor technische installaties zijn zeer beperkt. Er ligt nog een groot vraagstuk bij de installatiebranche om te voldoen aan de circulaire principes van hergebruik en losmaakbaarheid. Onderzoek van Croxford et al, (2018) wijst uit dat installaties op een bereikbare plek moeten worden geplaatst en zoveel mogelijk bestaan uit losse componenten zodat vervanging en hergebruik mogelijk is. Door de hoge innovatiesnelheid en relatief korte levensduur is het een optie om *services* te leasen in circulaire gebouwen. Wanneer installaties als service worden aangeboden, komen de ecologische en economische belangen samen (Croxford, et al., 2018).

4.5 *Space plan*

De binnenwanden en -deuren horen bij het *space plan*, evenals de wand- vloer- en plafondafwerking (Madaster Demo, 2020). De afwerking van energieneutrale gebouwen is doorgaans hetzelfde als traditionele gebouwen. Bij circulaire gebouwen wordt in plaats van lijm gebruik gemaakt van drooggelegde vloeren, flexibele wanden en prefab materialen welke allemaal hoog scoren in de losmaakbaarheidsindex. Daarnaast kunnen ook hergebruikte materialen worden toegepast, zoals tweedehands deuren. Volgens de bio-based catalogus zijn er diverse mogelijkheden om circulaire materialen toe te passen in het *space plan* (van Dam & van den Oever, 2019). Een vloer van marmoleum is een natuurlijke variant van linoleum. Tapijt wordt beperkt gerecycled door gebrek aan gescheiden inzameling. Duurzaam geproduceerde tapijten met een milieuproductverklaring zijn daarentegen wel beschikbaar (Forbo, 2017). Leemstuc is een circulair alternatief voor het traditionele stucwerk (Viveen, 2021; van Dam & van den Oever, 2019). Daarnaast kan ook wandbekleding uit kurk, linnen of hout worden toegepast.

5 *Van model naar vastgoed*

5.1 *Casuselectie*

In dit onderzoek toetst de casusstudie de werking van het raamwerk. Het betreft een meervoudige casusstudie waarvoor drie gebouwen uit de publiek vastgoedportefeuille van de gemeente Assen zijn

geselecteerd. Onder publiek vastgoed worden veelal gebouwen met de volgende functies verstaan: onderwijs, zorg, cultuur, welzijn, overheid, sport en levensbeschouwing (Tennekes, et al., 2017). Andere kenmerken van publiek vastgoed zijn dat het (deels) met publieksgeld is gefinancierd, het vastgoed in dienst staat van de samenleving en daarom financieel en maatschappelijk rendement oplevert (Mac Gillavry, 2010). Naast dat gebouwen onder de noemer publiek vastgoed erg divers kunnen zijn in functie en gebruik, loopt ook het ontwerp van de gebouwen ver uiteen. Portefeuilles met publiek vastgoed zijn daarom uniek, zo ook in de gemeente Assen. Deze kenmerken zijn meegenomen in de casusselectie waarna drie verschillende typen gebouwen zijn geselecteerd om het raamwerk uitvoerig te testen.

De casusselectie is uitgevoerd in overleg met een projectleider van de gemeente Assen. Om de reikwijdte van de studie zo groot mogelijk te houden, zijn casussen geselecteerd waarmee gemeentes de komende jaren geconfronteerd kunnen worden. Hierbij speelden huidige trends op gebied van publiek vastgoed een rol in de casusselectie. De toename van het aantal multifunctionele gebouwen, energieneutraliteit en ruimtelijke en open ontwerpen zijn trends waarmee de gemeentes in Nederland, waaronder de gemeente Assen, te maken hebben. Door casussen te selecteren die gerelateerd zijn aan deze trends, wordt de toepasbaarheid van het raamwerk voor andere gemeentes in Nederland vergroot. Daarnaast speelde beschikbare data, functie en vierkante meters een rol bij de casusselectie. Geen van de casussen hadden een circulaire ambitie bij de bouw.

De geselecteerde casussen betreffen een energieneutraal duurzaamheidscentrum, een multifunctionele accommodatie en een sporthal met een relatief sober ontwerp. Een overzicht van de casussen is weergegeven in Tabel 3. Het duurzaamheidscentrum is geselecteerd omdat het door de vooruitstrevende maatregelen op gebied van duurzaamheid een actuele casus is. Aangezien maatschappelijk vastgoed een voorbeeldfunctie heeft, houden de portefeuillemanagers van publieke gebouwen rekening met de doelstellingen van 2050 en bouwen steeds meer energieneutraal (RVO, 2021). Het aantal multifunctionele accommodaties is de afgelopen jaren toegenomen (Wijn, 2013). Het multifunctionele centrum ‘De Orchidee’ is daarom relevant om in het raamwerk te testen. De relatief sobere indeling van de Stadsbroekhal maakt het een geschikte casus voor het raamwerk in dit onderzoek.

Tabel 3 Casusselectie publiek vastgoed gemeente Assen

	Functie	Bouwjaar	BVO	Energielabel
Duurzaamheidscentrum	Bijeenkomst	2014	1897	A+
De Orchidee	Onderwijs	2015	2832	A
Stadsbroekhal	Sport	2012	2109	B

5.2 Casus 1: Duurzaamheidscentrum

De eerste casus is het duurzaamheidscentrum, gelegen aan Bosrand 2 te Assen. Het duurzaamheidscentrum is in 2015 opgeleverd en heeft een bijeenkomstfunctie. In het gebouw worden

activiteiten georganiseerd (zoals rondleidingen, workshops en informatiebijeenkomsten) om volwassenen en kinderen te informeren, enthousiasmeren en activeren om bij te dragen aan duurzame leefomgeving. Het pand is in gebruik genomen door praktijkonderwijs, een horecaonderneming en verschillende natuur- en milieuorganisaties. Het duurzaamheidscentrum, weergegeven in Figuur 4, heeft een bruto vloeroppervlak van circa 1900 vierkante meter. In het duurzaamheidscentrum staan vijf thema's centraal:

1. Afval, grondstoffen en recycling;
2. Klimaat en water;
3. Groene leefbaarheid;
4. Energie;
5. Gezonde en duurzame leefstijl.

Deze thema's komen ook terug in het ontwerp van het gebouw door gebruik van natuurlijke materialen en energieopwekking uit hernieuwbare bronnen.



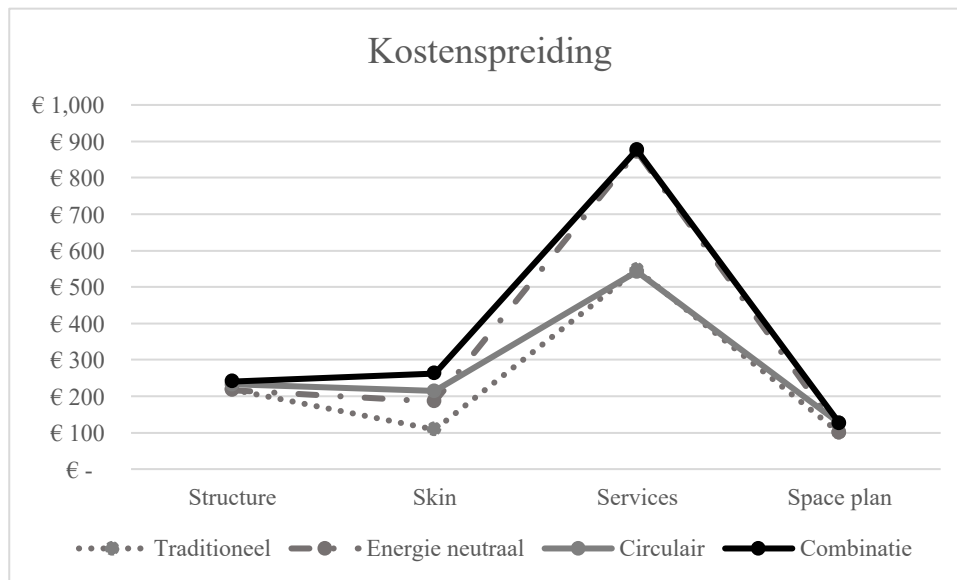
Figuur 4 Foto Duurzaamheidscentrum

Ondanks dat het gebouw energieneutraal is gebouwd, zijn de kosten voor deze casus doorgerekend voor een traditioneel, energieneutraal, circulair en een zowel energieneutraal als circulair gebouw. Hierbij zijn, voorzover bekend, de materiaallopties geselecteerd die zijn toegepast of het meest geschikt zijn voor toepassing bij de desbetreffende casus. Het overzicht van de kosten per schil en bouwstijl zijn weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4 Kostenoverzicht Duurzaamheidscentrum (raamwerk)

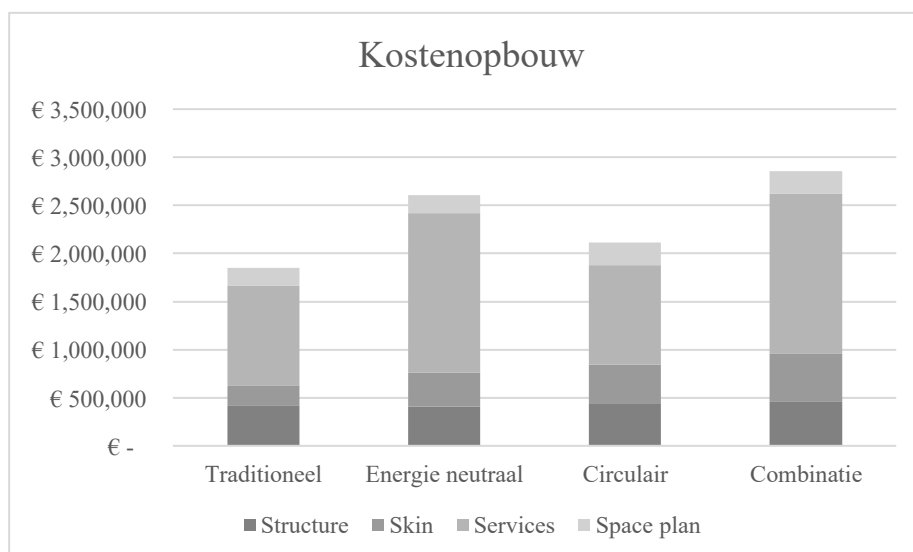
	Traditioneel		Energie neutraal		Circulair		Combinatie	
	Totaal	%	Totaal	%	Totaal	%	Totaal	%
Structure	€ 414.719	22%	€ 411.224	16%	€ 440.519	21%	€ 457.174	16%
Skin	€ 207.519	11%	€ 352.073	14%	€ 406.430	19%	€ 499.104	17%
Services	€ 1.037.659	56%	€ 1.654.184	63%	€ 1.029.054	49%	€ 1.662.652	58%
Space plan	€ 189.641	10%	€ 189.641	7%	€ 239.205	11%	€ 239.205	8%
Totaal	€ 1.849.538		€ 2.607.122		€ 2.115.208		€ 2.858.135	
Premie	Referentie		41%		14%		55%	

De tabel demonstreert de prijs per schil met het percentage van de totale kosten die deze schil voor haar rekening neemt. Opvallend is dat 49% tot 63% van de totale kosten aan *services* wordt besteed. De kostenspreiding per schil is weergegeven in Figuur 5. De grafiek laat zien dat de installaties de grootste kostenpost vormt voor alle bouwstijlen en met name voor de energieneutrale bouwstijl en combinatie van energieneutrale en circulaire bouwstijl. In beide gevallen wordt meer dan de helft van het totaalbedrag besteed aan installaties.



Figuur 5 Kostenspreiding Duurzaamheidscentrum per m2 BVO

Figuur 6 laat zien dat de totale kosten voor traditionele bouw (€ 1.849.538) het laagste zijn, gevolgd door circulaire bouw wat 14% duurder is (€2.115.208,-) en energieneutrale bouw wat 41% hogere kosten in rekening brengt (€ 2.607.122,-). Met een totaalbedrag van € 2.858.135,- heeft een gebouw dat zowel energieneutraal als circulair is respectievelijk 55% hogere bouwkosten ten opzichte van een traditioneel gebouw. Met name de substantiële kostenverhoging voor energieneutrale installatietechniek in de schil *services* heeft hier invloed op. Voor de *structure*, *skin* en *space plan* geldt dat de circulaire en



gecombineerde bouwstijl hogere kosten met zich meebrengt. De kosten voor materialen in schil *space plan* zijn bij de traditionele en energieneutrale bouwstijl hetzelfde.

5.3 Casus 2: De Orchidee

Het multifunctionele centrum ‘De Orchidee’ is geselecteerd als tweede casus voor dit onderzoek. Het gebouw staat aan Tuinstraat 5 in Assen en is opgeleverd in 2017. De Orchidee huisvest twee basisscholen, een kinderopvang, peuterspeelzaal, gymzaal en centrum voor jeugd en gezin. Naast dat iedere gebruiker een eigen onderdeel heeft, wordt de keuken, mediatheek, spreekkamer en het wissellokaal gedeeld. Het is mogelijk om ruimtes af te sluiten of juist open te stellen waardoor het gebouw ook in de avonden benut kan worden. Het multifunctionele centrum heeft een bruto vloeroppervlak van ruim 2800 vierkante meter en is weergegeven in Figuur 7.

Figuur 6



Figuur 7 Foto De Orchidee

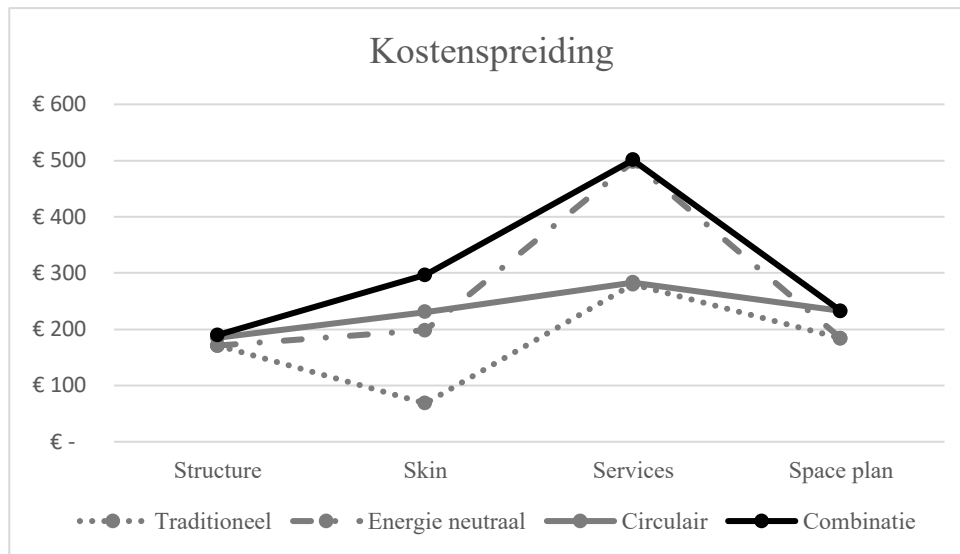
De input uit de bouwtekeningen van deze casus is gebruikt om het multifunctionele centrum door het raamwerk te toetsen. In Tabel 5 is het kostenoverzicht opgenomen.

Tabel 5 Kostenoverzicht De Orchidee (raamwerk)

	Traditioneel		Energie neutraal		Circulair		Combinatie	
	Totaal	%	Totaal	%	Totaal	%	Totaal	%
Structure	€ 483.170	24%	€ 484.355	16%	€ 523.816	20%	€ 537.866	16%
Skin	€ 193.270	10%	€ 561.355	19%	€ 653.746	25%	€ 839.321	24%
Services	€ 792.960	40%	€ 1.410.336	47%	€ 801.428	30%	€ 1.418.804	41%
Space plan	€ 520.741	26%	€ 520.741	17%	€ 657.625	25%	€ 657.625	19%
Totaal	€ 1.990.140		€ 2.976.786		€ 2.636.616		€ 3.453.616	
Premie	Referentie		50%		32%		74%	

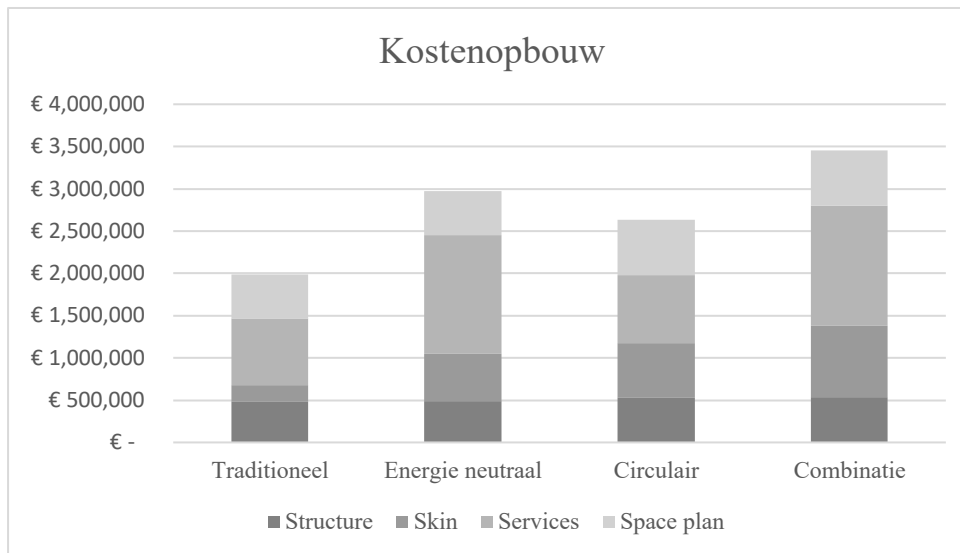
De totale kosten uit het kostenoverzicht zijn gedeeld door het BVO en gevisualiseerd in Figuur 8. De grafiek van de circulaire bouwstijl wijkt af van het patroon van de andere bouwstijlen. De kosten voor *services* bedragen hierbij ongeveer hetzelfde als de traditionele bouwstijl. Daarentegen zijn de kosten voor de dak- en gevelafwerking en de afwerking binnen in het gebouw hoger. Met name het groene dak met intensieve begroeiing heeft een groot effect op de kostenverhoging van de *skin*. Bij de

gecombineerde bouwstijl komen daar kosten voor biobased isolatiemateriaal en driedubbele beglazing bij op. Voor alle schillen, zo ook de *skin*, zijn de kosten voor de gecombineerde bouwstijl het hoogst.



Figuur 8 Kostenspreiding De Orchidee per m2 BVO

Het staafdiagram in Figuur 9 laat de kostenopbouw per bouwlaag zien voor de bouwstijlen. De totale kosten voor de circulaire bouwstijl zijn relatief gelijk verdeeld over de vier schillen. De laagste kostenpost is de *structure* met 20% van de totale kosten en het hoogste bedrag wordt besteed aan *services* (30%). De totale opgenomen kosten in het model zijn €2.635.616,- voor een circulaire variant van De Orchidee. Deze kosten zijn 32% hoger ten opzichte van de traditionele bouw. De kostenverhoging voor een energieneutraal gebouw bedraagt 50% en een gecombineerde bouwstijl kost 74% meer dan een traditioneel gebouw. Dit kan worden verklaard door de hoge kosten voor installaties en isolatie om het gebouw energieneutraal te maken en de meerkosten voor biobased en gebruikte materialen om de circulaire principes toe te passen.



Figuur 9 Kostenopbouw De Orchidee

5.4 Casus 3: Stadsbroekhal

De derde casus is de sporthal Stadsbroek aan Kortbossen 3 in Assen. De sporthal is in 2012 opgeleverd en wordt sindsdien gebruikt door scholen voor het geven van lichamelijke opvoeding aan scholieren en door diverse amateur sportclubs. Het gebouw bevindt zich in een sport- en recreatiegebied waar voetbalvelden, een wielervedbaan, een ijsbaan en een zwembad zijn gelegen. Een foto van het gebouw is te zien in figuur 10. Bij het ontwerp is aandacht besteed om de sporthal een open uitstraling te geven die past binnen de groene omgeving.



Figuur 10 Foto Stadsbroekhal

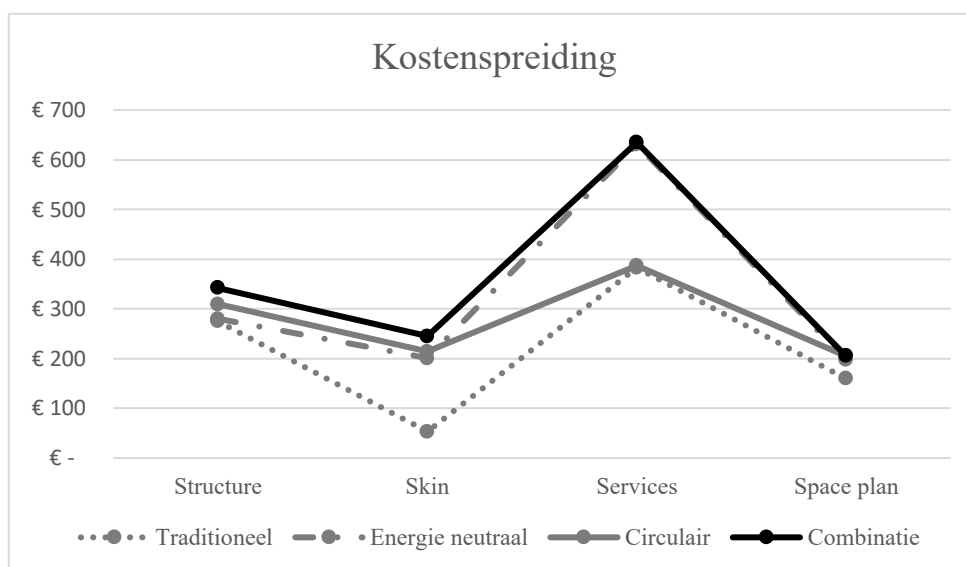
Het bruto vloeroppervlak is circa 2100 vierkante meter en het gebouw bestaat uit één bouwlaag. Het gebouw is echter ruim acht meter hoog door de afmetingen van de volleybalzaal. De sporthal bevat verder alleen basisruimtes zoals kleedkamers, entreehal, beheer- en opslagruimte. Een tribune en kantine zijn niet aanwezig in het gebouw. Een overzicht van de belangrijkste uitkomsten uit het raamwerk zijn weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 Kostenoverzicht Stadsbroekhal (raamwerk)

Traditioneel	Energie neutraal	Circulair	Combinatie
--------------	------------------	-----------	------------

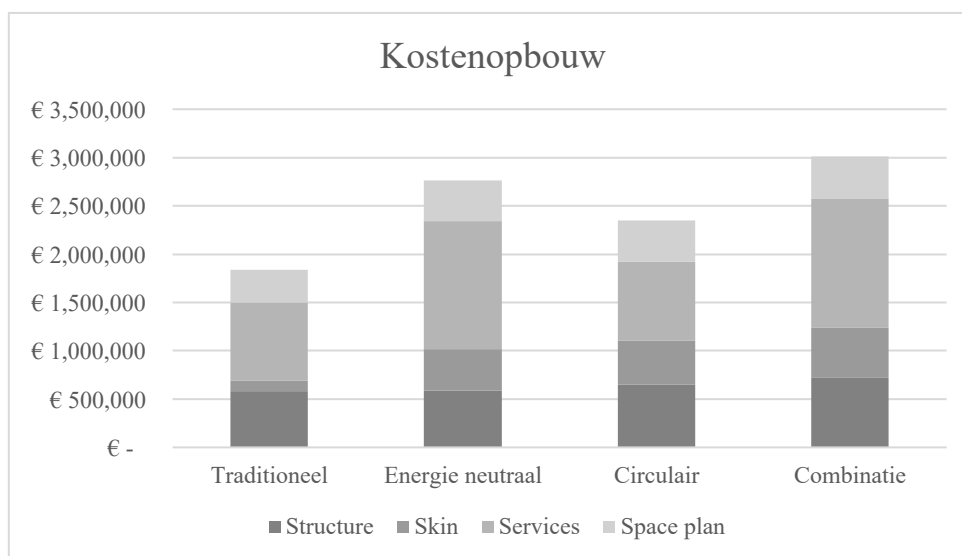
	Totaal	%	Totaal	%	Totaal	%	Totaal	%
Structure	€ 580.415	32%	€ 590.286	21%	€ 652.024	28%	€ 722.148	24%
Skin	€ 112.006	6%	€ 423.334	15%	€ 451.236	19%	€ 516.382	17%
Services	€ 807.747	44%	€ 1.330.779	48%	€ 816.215	35%	€ 1.339.247	44%
Space plan	€ 337.267	18%	€ 417.281	15%	€ 432.478	18%	€ 432.478	14%
Totaal	€ 1.837.435		€ 2.761.679		€ 2.351.953		€ 3.010.255	
Premie	Referentie		50%		28%		64%	

De tabel geeft de totale kosten en onderverdeling naar de verschillende schillen weer. Evenals de vorige casussen zijn de kosten voor installaties het hoogst, gevolgd door de kosten voor de fundering en het skelet van het gebouw in de schil *structure*. Het verschil tussen kosten voor de buitenafwerking (*skin*) en binnen afwerking (*space plan*) is bij de energieneutrale en/of circulaire bouwstijl relatief klein. Daarentegen bedragen de kosten voor de *skin* bij een traditioneel gebouw 6% terwijl 18% van de totale kosten naar het *space plan* gaan. Een verklaring hiervoor is dat bij de traditionele bouwstijl de kosten voor spouwmuur (inclusief buitengevel) zijn opgenomen in de *structure* en er geen aanvullende gevelbekleding wordt toegepast. De kosten voor de gecombineerde bouwstijl zijn in elke schil hoger dan of hetzelfde als de andere bouwstijlen. De verhoudingen tussen de schillen zijn gevisualiseerd in Figuur 11.



Figuur 11 Kostenspreiding Stadsbroekhal per m2 BVO

Figuur 12 demonstreert de kosten per schil en de totale kosten. Ook bij deze casus zijn de kosten voor een de combinatie van een energieneutraal en circulair gebouw het hoogste, 64% hoger dan een traditionele bouwstijl. Voor een energieneutraal gebouw zijn de meerkosten van 50% vooral afkomstig uit de *skin* en *services*. De meerkosten van de circulaire bouwstijl bedragen 27% en zijn verspreid over alle schillen.



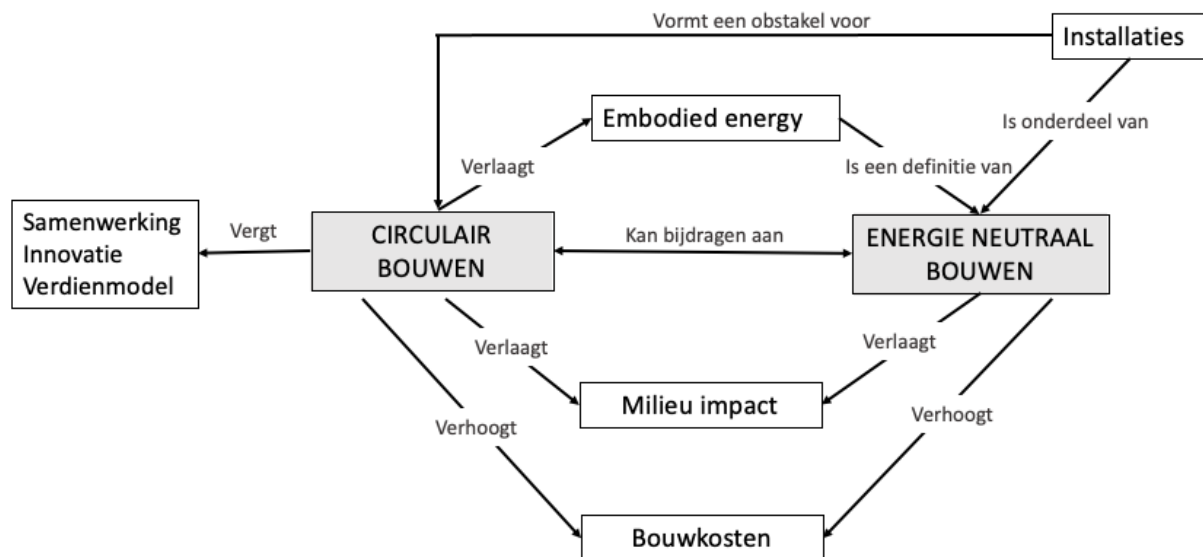
Figuur 12 Kostenopbouw Stadsbroekhal

5.5 Terugkoppeling met bestaand onderzoek

De casusstudie laat zien dat de bouwkosten voor energieneutraal en/of circulair bouwen hoger zijn ten opzichte van traditioneel bouwen. In de casussen is circulair bouwen respectievelijk 14%, 32% en 28% hoger. In twee van de drie casussen vallen de kosten hoger uit dan de bevindingen uit het onderzoek van Copper8 en Alba (2017) waarin circulair bouwen gepaard gaat met een kostenverhoging van 14% tot 24%. Energieneutraal bouwen brengt eveneens meerkosten met zich mee. De kostenoptimaliteitsstudie van Van der Heijden, et al. (2019) wijst uit dat de kosten voor BENG bijeenkomst- en onderwijsgebouwen 8% tot 40% hoger zijn dan kosten voor traditionele gebouwen. De toepassing van installatietechniek in de bouw speelt hierbij een belangrijke rol. De installatiequote, het aandeel installatietechniek in de totale bouwsom, was in 2014 33,1% en is toegenomen tot 43,1% in 2018 (BouwKennis B.V., 2019). Echter, de kosten voor installaties kunnen sterk verschillen per gebouw. In de eerste casusstudie is de gemiddelde installatiequote over de verschillende bouwstijlen 57%. De gemiddelde installatiequote voor de tweede en derde casus liggen met 40% en 43% dicht bij de landelijke installatiequote voor utiliteitsbouw uit 2018.

6 Synthese

Deze thesis verkent het potentieel om circulaire principes te integreren in de reeds breder geïmplementeerde energieneutrale bouw. Vier deskundigen zijn geïnterviewd waarbij de relatie tussen deze twee concepten centraal stond. Het overzicht van de relaties tussen een aantal belangrijke aspecten uit de interviews is weergegeven in Figuur 13.



Figuur 13 Netwerk diagram

Uit de interviews kwam naar voren dat er volgens de deskundigen geen uitgesproken relatie tussen energieneutraliteit en circulariteit is, maar dat deze concepten elkaar wel kunnen complementeren. Daarnaast worden beide concepten geplaatst in het bredere kader van duurzaamheid omdat zowel energieneutraal als circulair bouwen bijdraagt aan het verlagen van de milieu impact. De deskundige van het PBL brengt energieneutraliteit in relatie met circulariteit door het concept ‘embodied energy’. Hierbij staat de totale milieu impact van een gebouw centraal. In plaats van alleen te kijken naar de energiebalans na een jaar, is het ook relevant om te kijken naar de optelsom van de verbruikte energie om het materiaal te produceren. Zij legt uit: *“Op het moment dat je een materiaal na gebruik niet opnieuw gebruikt of recyclet, maar gaat storten, moet je dus als gebruiker die energie die nodig was om het materiaal te maken helemaal verdisconteren in jouw gebouw. Terwijl als het zodanig ontworpen was dat het weer op een andere plek hergebruikt kan worden, dan deel je de energie die nodig was bij de productie.”* Door circulaire principes toe te passen, kan de embodied energy worden verdeeld over een langere levensduur waardoor de milieu impact wordt verlaagd.

Ook vinden de deskundigen dat rekening moet worden gehouden met zowel energieneutraliteit als circulariteit. De deskundige van Alba geeft hierbij een voorbeeld: *“Het is gek als je alleen maar naar circulariteit kijkt. Dan zou je in principe heel circulair het casco laten staan en er daarna schil omheen brengen die volledig bio-based is met houten kozijnen, noem maar op. Maar als die zo lek is als een mandje, moet je stoken voor de hele buurt. Een circulair gebouw dat heel slecht energetisch scoort, vind ik niet duurzaam. Als je het goed doet, doe je beide.”* Echter, drie van de vier deskundigen benoemen expliciet dat de installatietechniek voor energieneutrale bouw de circulaire principes nog niet heeft geïmplementeerd. Installaties zijn nog onvoldoende demontabel ontworpen en de installatiebranche heeft nog een slag te maken op dit gebied.

Verder worden ook de kosten, het gebrek aan kennis en innovatie en de samenwerking in het proces als obstakels genoemd. Circulair bouwen blijkt in de praktijk nog lastig en vergt ingrijpende verandering benoemd een deskundige: *“We zijn allemaal gewend om alles aan elkaar te storten of te verlijmen. Dat vraagt gewoon om een andere manier van ontwerpen.”* Hierdoor is het onmogelijk om veel materialen te hergebruiken en wanneer hergebruik van materialen wel mogelijk is, blijft er een grote afhankelijkheid van de beschikbaarheid van materialen op dat moment. De kanalen om dit te organiseren zijn nog niet optimaal. Daarnaast kan regelgeving in de weg staan. Door hoge eisen aan materialen komen niet alle gebruikte materialen in aanmerking voor hergebruik. Desalniettemin zijn deskundigen optimistisch over de toekomst van circulair bouwen. De projectmanager van abcnova licht toe: *“De circulaire economie draait niet alleen maar om het hergebruik van materialen nu, maar ook om het hergebruik van nieuwe materialen over 50 jaar.”* Het is daarom van groot belang om van tevoren over circulariteit na te denken, dit kan later grote winst opleveren. Om hier een impuls aan te geven is het belangrijk dat de vraag naar en het aanbod van circulaire projecten op elkaar afgestemd wordt. Alle deskundigen benoemen dat samenwerking in de hele keten cruciaal in het proces van circulair bouwen.

Een ander obstakel voor het combineren van energieneutraal en circulair bouwen is dat beide hogere investeringskosten met zich meebrengen. Het is afhankelijk van het project in hoeverre kosten voor circulair bouwen hoger zijn. Aangezien circulaire projecten nog niet in grote getale zijn uitgevoerd, bestaan er nog geen vuistregels over de kostenimplicaties. De meerkosten van circulaire materialen wordt door deskundigen verklaard doordat het nu nog in de ontwikkelingsfase zit, op termijn kunnen deze kosten minder worden. Daarentegen werd ook het volgende gesteld: *“Maar het hoeft niet altijd duurder te zijn. Dat hangt heel erg af van het ontwerp en de vorm van financiering en investering waarvoor je kiest.”* Circulair bouwen heeft als voordeel dat materialen een restwaarde hebben. Net als dat investeringen voor een energieneutraal gebouw terugverdiend kunnen worden door energiebesparing, levert circulair bouwen mogelijk op langere termijn ook iets op. Er bestaat nog te veel onduidelijkheid over de verdienmodellen aangezien nog geen enkel circulair gebouw lang genoeg bestaat om deze beweringen te onderbouwen.

7 Conclusies en discussie

In het huidige onderzoek is de relatie tussen energieneutraal en circulair bouwen onderzocht. Het materiaalgebruik en de kosten in het raamwerk, de casusstudie en interviews brengen nieuwe inzichten in de relatieve kosten van energieneutraal en circulair bouwen. Literatuur wijst uit dat zowel energieneutraal als circulair bouwen een kostenverhoging met zich meebrengt (Braakman, et al., 2021; Copper8; alba, 2017; Kim, et al., 2014; Shrestha & Pushpala, 2012; van der Heijden, et al., 2019). Dit onderzoek laat door een casusstudie eveneens zien dat de gemiddelde kosten voor een energieneutraal gebouw (47%), circulair gebouw (24%) en een zowel energieneutraal als circulair gebouw (64%) hoger zijn dan voor een traditioneel gebouw⁶. Terugkomend op de eerste verkennende hypothese is het een relevant inzicht dat de bouwkosten voor de in het raamwerk opgenomen bouwelementen van de energieneutrale en/of circulaire bouwstijl hoger zijn dan de traditionele bouwstijl. In alle casussen komt naar voren dat de schil *services* (elektra-, klimaat- en transportinstallaties) het grootste gedeelte van de totale kosten voor haar rekening neemt⁷.

Naast dat het raamwerk inzicht geeft in de kosten, zijn ook de materialen per bouwstijl opgenomen. Tot op heden is informatie over circulair bouwen gefragmenteerd en bestaat er nog geen eenduidige en efficiënte manier om een circulair gebouw te realiseren (Cambier, et al., 2020). Aan energieneutraal bouwen zijn geen specifieke vereisten verbonden (Laustsen, 2008; Marszal, et al., 2010). Wellicht om deze redenen, is de literatuur nog niet ingegaan op de relatie tussen energieneutraliteit en circulariteit, en dat benadrukt het vernieuwende karakter van de huidige studie. In dit onderzoek blijkt dat de energieneutrale bouwstijl afwijkt van de traditionele bouwstijl door het toepassen van extra isolatie in de *skin* en energiebesparingsinstallaties in de *services*. De circulaire bouwstijl onderscheidt zich door enerzijds het gebruik van biobased en gebruikte materialen en anderzijds door de losmaakbaarheid van materialen en componenten wat terugkomt in de *structure*, *skin* en het *space plan*. Wanneer het isolatiemateriaal en de installaties voldoen aan de principes van circulariteit, kunnen deze bouwstijlen worden gecombineerd. Echter, niet voor elk bouw materiaal bestaat een circulaire variant. Deskundigen suggereren dat met name de installatietechniek achterloopt en onvoldoende anticipeert op de stijgende vraag naar losmaakbare installaties. Kortom, een tweede inzicht uit deze studie is dat bouwmaterialen van de energieneutrale en circulaire bouwstijl elkaar in theorie niet uitsluiten en gecombineerd kunnen worden. Echter, het gebrek aan circulaire

⁶ De kosten in dit onderzoek zijn echter geen weerspiegeling van de daadwerkelijke kostprijs. Enkel de hoofdzakelijke bouwkundige elementen zijn opgenomen in het raamwerk. De indeling van het raamwerk is onderbouwd door het Madaster (2020), Alba & Copper8 (2017), de ervaring van een bouwmaterialen deskundige en expertise van deskundigen.

⁷ Dit wijkt niet substantieel af van de installatiequote (het aandeel installatietechniek in de totale bouwsom) voor utiliteitsbouw (BouwKennis B.V., 2019).

bouwmaterialen en installatietechniek bemoeilijkt het combineren van de energieneutrale en circulaire bouwstijl in de praktijk.

Onderzoek van Weiler et al, (2016) laat zien dat de toepassing van hergebruikte materialen financieel aantrekkelijk kan zijn. Daarnaast kunnen de hogere investeringskosten van energieneutraal bouwen gecompenseerd worden door een hogere markt- en verkoopwaarde (Eichholtz, et al., 2010). Literatuur over de kostenimplicaties van de combinatie van energieneutraal en circulair bouwen is echter beperkt aanwezig. In de interviews hebben deskundigen uiteenlopende meningen over het verdienmodel van gelijktijdig energieneutraal en circulair bouwen. Wel bestaat er consensus over dat zowel energieneutraal als circulair bouwen een substantiële verhoging van de investeringskosten met zich meebrengt. Het gelijktijdig toepassen van deze energieneutrale en circulaire maatregelen kan daarom financieel onaantrekkelijk zijn. Daarnaast bestaan er nog geen zekerheden over de terugverdientijd van de maatregelen. De restwaarde en de lagere kosten van gebruikte materialen hebben mogelijk een positief effect op een verdienmodel van circulair bouwen. Echter, deskundigen wijzen erop dat er nog geen uitspraken kunnen worden gedaan over of het kostenefficiënt is om publiek vastgoed gelijktijdig energieneutraal en circulair te bouwen op basis van bewijs uit de praktijk.

Dit onderzoek is afgebakend door het analyseren van het materiaalgebruik en de kosten van publiek vastgoed. Publiek vastgoed kent grote variatie in gebouwen wat de generalisatie van de onderzoeksuitkomsten verlaagd (Mac Gillavry, 2010). Aangezien het huidige onderzoek beperkt is tot de primaire bouwkundige elementen, is het aanbevolen om het raamwerk uit te breiden tot een volledige kostprijsberekening en/of de milieubelasting toe te voegen in de vorm van schaduwkosten. Met een uitbreiding van de dataset is het mogelijk verder onderzoek uit te voeren naar de kosten en baten van zowel traditioneel, energieneutraal en/of circulair bouwen. Daarnaast is dit onderzoek gelimiteerd tot de initiële kosten. Onderzoek naar de Life Cycle Cost of Total Cost of Ownership biedt inzicht in de financiële haalbaarheid over langere termijn. Met het oog op de urgentie van het combineren van de energieneutraal en circulair bouwen voor 2050, lijkt het zinvol, op basis van de nieuwe inzichten in deze studie om hierbij de combinatie van een energieneutrale en circulaire bouwstijl toe te passen. Deze verkennende studie geeft een aanwijzing dat een verlaging van de milieu impact van de bouwsector, door energieneutraal en circulair bouwen, gepaard gaat met een verhoging in de bouwkosten. Terugkomend op de hoofdvraag, of energieneutraal en circulair bouwen een goede match is, kan enkel een tweeledig antwoord worden gegeven. Enerzijds geeft dit onderzoek inzicht dat het op milieutechnisch gebied een goede match is, anderzijds is het vanuit een financieel perspectief geen goede match.

Bronnenlijst

- Abdelaziz, M., Mokhtar, M. & Elgohashy, S., 2019. Comparative study of bio-materials versus conventional materials in building construction methods; economical evaluation of different building materials. *SN Applied Sciences*, Volume 1179.
- Adhabi, E. & Blash Anozie, C., 2017. Literature Review for the Type of Interview in Qualitative Research. *Journal of Education*, 9(3).
- Akhimien, N. G., Latif, E. & Hou, S. S., 2021. Application of circular economy principle in buildings: A systematic review. *Journal of Building Engineering*, 38(102041).
- Allwood, J. M., Ashby, M. F., Gutowski, T. G. & Worrell, E., 2011. Material efficiency: A white paper. *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 55, pp. 362-381.
- Antikainen, M. & Valkokari, K., 2016. A Framework for Sustainable Circular Business Model Innovation. *Technology Innovation Management Review*, 6(7).
- Archidad bouwformatie, 2021. *Bouwkosten online*, Valkenburg: Archidad bouwformatie.
- Attia, S., 2018. *Net Zero Energy Buildings; concepts, frameworks and roadmap for project analysis and implementation*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Bachaus, A., Schep, E., Warringa, G. & Bergsma, G., 2020. *Database met kosten en effecten circulaire maatregelen*, Delft: CE Delft.
- BAMB, 2016. *Synthesis of the state-of-the-art: Key barriers and opportunities for Materials Passports and Reversible Building Design in the current system*, sl: BAMB.
- Bassi, F. & Diaz, J., 2019. The use of circular economy practices in SMEs across the EU. *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 146, pp. 523-533.
- Benton, D. & Hazell, J., 2013. *Resource resilient UK: A report from the Circular Economy Task Force*, London: Green Alliance.
- Bocken, N., de Pauw, I., Bakker, C. & van der Grinten, B., 2016. Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), pp. 308-320.
- Bokhari, S. & Geltner, D., 2016. Characteristics of Depreciation in Commercial and Multi-Family Property: An Investment Perspective. *Real Estate Finance and Economics*, 46(4), pp. 745-782.
- Bouwcenter, 2020. Gezonde gebouwen & circulair bouwen. *Cirkel*, Volume 5, p. 4.
- Bouwend Nederland & Stimular, 2019. *Handvat duurzaam materiaalgebruik voor bouw- en infrabedrijven*, Zoetermeer: Bouwend Nederland & Stimular.
- Bouwend Nederland, 2021. *Notitie Prijsontwikkelingen en Bouwkosten*, sl: Bouwend Nederland.
- BouwKennis B.V., 2019. *Economische vooruitzichten 2020 en verder*, sl: Techniek Nederland.
- Bouwkostenindex, 2020. *Indexcijfers utiliteitsbouw - 3de KWARTAAL 2020*, Den Haag: Bouwkostenindex.

- Braakman, L., Bhochhibhoya, S. & de Graaf, R., 2021. Exploring the relationship between the level of circularity and the life cycle costs of a one-family house. *Resources, Conservation & Recycling*, 164(105149).
- Brand, S., 1994. *How buildings learn*. 1 red. New York: Penguin Books.
- Bucholtz, M., 2000. The politics of transcription. *Journal of pragmatics*, Volume 32, pp. 1439-1465.
- Calheiros, C. & Stefanakis, A., 2021. Green roofs towards circular and resilient cities. *Circular economy and sustainability*.
- Cambier, C., Galle, W. & de Temmerman, N., 2020. Research and Development Directions for Design Support Tools for Circular Building. *Buildings*, 10(8), p. 142.
- Cobouw, 2021. *Kosten nieuwbouw stijgen met 16 procent door BENG-eisen*. [Online] Available at: <https://www.cobouw.nl/marktontwikkeling/nieuws/2021/01/kosten-nieuwbouw-stijgen-met-16-procent-door-beng-eisen-101291970> [Geopend 23 mei 2021].
- Cobouw, 2021. Marges bij aannemers in gevaar door prijsgekte nu al verlies. *Cobouw*, april.
- Copper8; alba, 2017. *De impact van circulair bouwen op bouw- en investeringskosten*, Amsterdam: Gemeente Amsterdam.
- Corona, B. et al., 2019. Towards sustainable development through the circular economy: A review and critical assessment on current circularity metrics. *Resources, Conservation & Recycling*, 151(104498).
- Cottafava, D. & Ritzen, M., 2021. Circularity indicator for residential buildings: Addressing the gap between embodied impacts and design aspects. *Resources, Conservation & Recycling*, Volume 164, p. 105120.
- Cramer, J., 2017. The Raw Materials Transition in the Amsterdam Metropolitan Area: Added Value for the Economy, Well-Being, and the Environment. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 59(3).
- Crowther, P., 1999. *Design for disassembly to recover embodied energy*. Melbourne, Brisbane, Cairns, roceedings of the 16th International Conference on Passive and Low Energy Architecture.
- Croxford, B., Mendoza, R., Portal, S.-J. & Rovas, D., 2018. *Circular options for building services: Case Studies*, London: UCL.
- da Silva Nascimento, L. & Kalil Steinbruch, F., 2019. "The interviews were transcribed", but how? Reflections on management research. *RAUSP Management Journal*, 54(4), pp. 413-429.
- Derbipure, 2017. *Plantaardige witte dakbaan*, Delft: Derbigum.
- Dixit, M., 2017. Embodied energy and cost of building materials: correlation analysis. *Building Research & Information*, 5(45), pp. 508-523.
- Douglas, J., 2002. *Building adaptation*. Amsterdam: Butterworth-Heinemann.
- Duijverman, A., 2021. *Aanwijzing: het doorberekenen van bouwkostenstijgingen*, Zoetermeer: Bouwend Nederland.

Eberhardt, L., Birkved, M. & Dirgisdottir, H., 2020. Building design and construction strategies for a circular economy. *Architectural Engineering and Design Management*, pp. 1-21.

Eberhardt, L. C. M., Birkved, M. & Birgisdottir, H., 2020. Building design and construction strategies for a circular economy. *Architectural Engineering and Design Management*, pp. 1-21.

Eichholtz, P., Kok, N. & Quigley, J., 2010. Doing Well by Doing Good? Green Office Buildings. *The American Economic Review*, 100(5), pp. 2492-2509.

Ellen MacArthur Foundation, 2013. *Towards the circular economy*, sl: Ellen MacArthur Foundation.

Ellen MacArthur Foundation, 2013. *Towards the Circular Economy, economic and business rationale for an accelerated transition*, Cowes: Ellen MacArthur Foundation.

Ellen MacArthur Foundation, 2015. *Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition*, sl: Ellen MacArthur Foundation.

Ellen MacArthur Foundation, 2017. *Circular Economy: Concept*. [Online]
Available at: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept>
[Geopend 18 April 2021].

Ellen MacArthur Foundation, 2018. *The circular economy opportunity for urban & industrial innovation in China*, Cowes: Ellen MacArthur Foundation.

Ellen MacArthur Foundation, 2021. *Universal circular economy policy goals*, Cowes: Ellen MacArthur Foundation.

Ellen MacArthur Foundation, sd *Schools of Thought*. [Online]
Available at: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept/schools-of-thought>
[Geopend 28 april 2021].

EPBD, 2010. *Richtlijnen 2010/31/EU van het Europese Parlement en de raad van 19 mei 2010 betreffende de energieprestatie van gebouwen*, sl: The Energy Performance of Buildings Directive .

European Commission, 2020. *Circular economy principles for buildigs design*, Brussels: European Commission.

Flyvbjerg, B., 2006. Five Misunderstandings About Case-Study Research. *Qualitative Inquiry*, 12(219).

FNV Metaal, 2021. *Groen staal, een plan goed voor het klimaat, een schonere IJmond en werkgelegenheid*, sl: Stichting FNV Pers.

Forbo, 2017. *Verbeter de ruimte, begin bij de vloer*, Groot-Bijgaarden: Forbo .

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. & Hultink, E. J., 2017. The Circular Economy - A new sustainability paradigm?. *Journal of Cleaner Production*, Volume 143, pp. 757-768.

Geldermans, R., 2016. Design for change and circularity – accommodating circular material & product flows in construction. *Energy Procedia*, Volume 96, pp. 301-311.

Ghaffar, S. H., Burman, M. & Braimah, N., 2020. Pathways to circular construction: An integrated management of construction and demolition waste for resource recovery. *Journal of Cleaner Production*, 244(118710).

- Grdic, Z. S., Nizic, M. K. & Rudan, E., 2020. Circular Economy Concept in the Context of Economic Development in EU Countries. *Sustainability*, 12(3060).
- Han, G., Srebric, J. & Enache-Pommer, E., 2014. Variability of optimal solutions for building components based on comprehensive life cycle cost analysis. *Energy and Buildings*, Volume 79, pp. 223-231.
- Harris, S., Martin, M. & Diener, D., 2021. Circularity for circularity's sake? Scoping review of assessment methods for environmental performance in the circular economy.. *Sustainable Production and Consumption*, Volume 26, pp. 172-186.
- Hop, M. & Hiemstra, J., 2013. *Ecosysteemdiensten van groene daken en gevels*, Wageningen: Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek.
- IGG Bouweconomie, 2021. *Bouwkostenkompas Installaties*. 1 red. Den Haag: Calcsoft bv.
- Jacobs, R., 2011. *DuraGreen: prefab verticaal groen*, sl: De Hovenier.
- Joensuu, T., Edelman, H. & Saari, A., 2020. Circular economy practices in the built environment. *Journal of Cleaner Production*, Volume 276, p. 124215.
- Kim, J., Greene, M. & Kim, S., 2014. Cost comparative analysis of a new green building code for residential project development.. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(5).
- Kirchherr, J., Reike, D. & Hekkert, M., 2017. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation & Recycling*, Volume 127, pp. 221-232.
- Konietzko, J., Bocken, N. & Hultink, E. J., 2020. A Tool to Analyze, Ideate and Develop Circular Innovation Ecosystems. *Sustainability*, 12(417).
- Kristensen, H. S. & Mosgaard, M. A., 2020. A review of micro level indicators for a circular economy: moving away from the three dimensions of sustainability?. *Journal of Cleaner Production*, 243(118531).
- Laustsen, J., 2008. *Energy efficiency requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings*, Parijs: OECD International Energy Agency.
- Li, D., Yang, L. & Lam, J., 2013. Zero energy buildings and sustainable development implications – A review. *Energy*, Volume 54, pp. 1-10.
- Linneberg, M. S. & Korsgaard, S., 2019. Coding qualitative data: a synthesis to guide the novice. *Qualitative Research Journal*, 19(3), pp. 259-270.
- Li, Z. C. et al., 2020. A holistic review on life cycle energy of buildings: An analysis from 2009 to 2019. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 134(110372).
- Luscure, P., Geldermans, B., Tenpierik, M. & Jansen, S., 2016. Beyond sustainability in the built environment. *RuMoer: Periodical for the Building Technologist*, Volume 62, pp. 26-45.
- Mac Gillavry, S., 2010. Management van maatschappelijk vastgoed. In: *Handboek Vastgoedmanagement*. Groningen: Noordhoff, pp. 309-321.
- Madaster Demo, 2020. *Materialenpaspoort - The Arc (demo VI)*, Laren: Emanuel.

Manninen, K. et al., 2018. Do circular economy business models capture intended environmental value propositions?. *Journal of Cleaner Production*, Volume 171, pp. 413-422.

Marszal, A. et al., 2010. Zero Energy Building – A review of definitions and calculation methodologies. *Energy and Buildings*, Volume 43, pp. 971-979.

Maso, I. & Smalling, A., 2004. *Kwalitatief onderzoek: praktijk en theorie*. Amsterdam: Boom.

Mhatre, P., Gedam, V., Unnikrishnan, S. & Verma, S., 2021. Circular economy in built environment – Literature review and theory development. *Journal of Building Engineering*, 35(101995).

Milieu centraal, sd *Energieneutrale woning*. [Online]
Available at: <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/aardgasvrij-wonen/energieneutrale-woning/#energielabel-energie-indez-en-epc>
[Geopend 25 april 2021].

Ness, D. & Xing, K., 2017. Toward a Resource-Efficient Built Environment: A Literature Review and Conceptual Model. *Industrial ecology*, 2(25).

Nuñez-Cacho, P., Górecki, J., Molina-Moreno, V. & Corpas-Iglesias, F., 2018. What Gets Measured, Gets Done: Development of a Circular Economy Measurement Scale for Building Industry. *Sustainability*, 7(10), pp. 23-40.

Oliver, D., Serovich, J. & Mason, T., 2005. Constraints and Opportunities with Interview Transcription: Towards Reflection in Qualitative Research. *Special Forces*, 84(2), pp. 1273-1289.

Pieroni, M., McAloone, T. & Pigosso, D., 2019. Business model innovation for circular economy and sustainability: A review of approaches. *Journal of Cleaner Production*, Volume 215, pp. 189-216.

Platform CB'23, 2020. *Leidraad Meten van circulariteit. Werkafspraken voor een circulaire bouw*, sl: Platform CB'23.

Platform ZEN, 2017. *Woningbouw volgens BENG*, sl: Lente Akkoord Zeer Energiezuinige Nieuwbouw.

Potting, J., Hekkert, M., Worrell, E. & Hanemaaijer, A., 2016. *Circulaire economie: innovatie meten in de keten*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Ravenswood, K., 2011. Eisenhardt's impact on theory in case study research. *Journal of Business Research*, 64(7), pp. 680-686.

Rijksoverheid, 2016. *Nederland circular in 2050: Rijksbreed programma Circulaire Economie*, Den Haag: Rijksoverheid.

Rijksoverheid, 2020. BENG-eisen treden van 1 januari 2021 in werking. *Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden*, 8 december, pp. 1-4.

Rotgers, G., 2012. Biobased bouwen in Nederland nog ongewoon. *V-focus*, Volume 5, pp. 30-32.

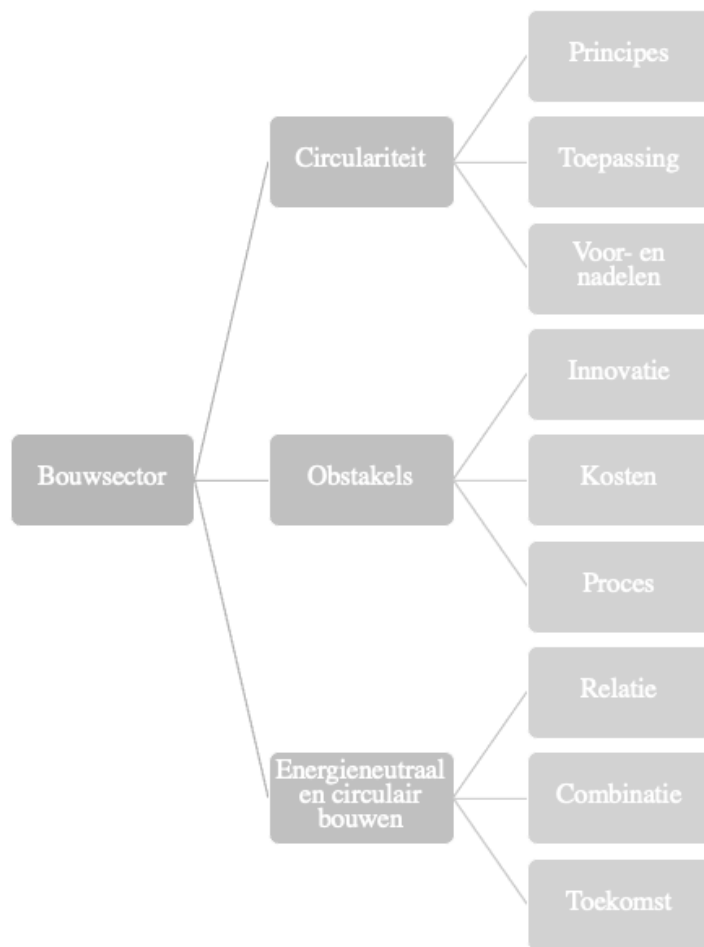
RVO, Nieman, 2017. *Handreiking BENG*, sl: sn

RVO, 2013. *Infoblad Trias Energetica en energieneutraal bouwen*, Den Haag: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

- RVO, 2021. *Verduurzaming gebouwen – Gemeentelijk vastgoed*. [Online]
Available at: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/verduurzaming-utiliteitsbouw/maatschappelijk-vastgoed/gemeentelijk-vastgoed>
[Geopend 4 juli 2021].
- Saidani, M., Yannou, B., Leroy, Y. & Cluzel, F., 2017. How to Assess Product Performance in the Circular Economy? Proposed Requirements for the Design of a Circularity Measurement Framework. *Recycling*, 2(6).
- Saldaña, J., 2015. In: *The coding manual for qualitative researchers*. Thousand Oaks: Sage, p. 3.
- Sariatli, F., 2017. Linear Economy Versus Circular Economy: A Comparative and Analyser Study for Optimization of Economy for Sustainability. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*, 6(1), pp. 31-34.
- Schmidt, R., Sanchez Vibeak, K. & Austin, S., 2014. Evaluating the adaptability of an industrialized building using dependency structure matrices. *Construction Management and Economic.*, Volume 32, pp. 160-182.
- Shrestha, P. & Pushpala, N., 2012. Green And non-green school buildings: An empirical comparison of construction cost and schedule. *Construction Research Congress*, pp. 1820-1829.
- SKG-IKOB Certificatie, 2020. *Protocol hergebruik kanaalplaatvloerdelen*, Geldermalsen: SKG-IKOB Certificatie.
- Smienk, E., 2016. Duurzaamheidsaspecten bij funderingen en ondergronds bouwen State-of-the-art. *Geotechniek*, Volume april, pp. 10-20.
- Taylor, L., 2016. Case Study Methodology. In: *Key Methods in Geography*. London: Sage, pp. 581-595.
- Tennekes, J. et al., 2017. *Maatschappelijk vastgoed in verandering*, Den Haag: PBL.
- Tenpierik, M., 2018. De relatie tussen energie en materialen. In: *Circulariteit: op weg naar 2050?*. Delft: TU Delft Open, pp. 227-235.
- Transitieteam Circulaire Bouweconomie, 2021. *De Circulaire Bouwcatalogus*. [Online]
Available at: <https://decirculairebouwcatalogus.nl/productgroepen>
[Geopend 5 juni 2021].
- Transitieteam circulaire economie, 2018. *Transitie-agentage circulaire economie: Circulaire bouweconomie*, sl: Rijksoverheid.
- van Buren, N., Demmers, M., van der Heijden, R. & Witlox, F., 2016. Towards a Circular Economy: The Role of Dutch Logistics Industries and Governments. *Sustainability*, 8(647).
- van Dam, J. & van den Oever, M., 2019. *Catalogus biobased bouwmaterialen*. 1 red. Wageningen: Wageningen UR food & biobased research.
- van den Wijngaart, R., Folkert, R. & van Middelkoop, M., 2014. *Op weg naar een klimaatneutrale woningvoorraad in 2050. Achtergronden en uitgebreide resultaten.*, Den Haag: PBL.

- van der Heijden, J., van der Poll, P. & Drenth, J., 2019. *Effectmeting wijziging Bouwbesluit 2012. Financiële effecten van bijna energieneutraal bouwen (BENG)*, sl: Sira Consulting.
- van Oppen, C., Croon, G. & Bijl de Vroe, D., 2018. *Circulair Inkopen in 8 stappen*, sl: Copper8; Rijkswaterstaat.
- van Oppen, C., Polet, M., Smeets, R. & van Aspert, S., 2020. *Circulaire verdienmodellen in de bouw*, Amsterdam: Copper8.
- VBI Consolis, sd *Studie hergebruik van kanaalplaatvloeren*. [Online]
Available at: <https://vbi.nl/nieuws/studie-hergebruik-van-kanaalplaatvloeren/>
[Geopend 26 juni 2020].
- Viveen, P., 2021. *Stukwerk soorten*. [Online]
Available at: <https://www.stukadoor-offerte.nl/soorten/>
[Geopend 24 juni 2021].
- VMRG, VKG, NBvT, 2020. *Verkenning Circulaire geveleconomie uit de startblokken*, Nieuwegein: VMRG.
- Vos, G., Oostra, M. & van Oppen, C., 2020. *Circulaire gebouwen, strategieën en praktijkvoorbeelden*, Den Haag: Transitieteam Circulaire Bouweconomie.
- Weiler, V., Harter, H. & Eicker, U., 2016. Life cycle assessment of buildings and city quarters comparing demolition and reconstruction with refurbishment. *Energy and buildings*, Volume 134, pp. 319-328.
- Wienerberger, 2021. *Geveloplossingen*, Zaltbommel: Wienerberger.
- Wijn, C., 2013. *Nieuwe cultuurpaleizen Op naar de toekomst?*, sl: MMNieuws.

Bijlage 1 – Interviewopzet en -vragen



Vragen semigestructureerd interview, enkel de vooraf opgestelde vragen niet de doorvraag vragen.

Hoe bent u in aanraking gekomen met circulariteit?

Wat verstaat u onder het begrip circulariteit?

Wat zijn volgens u de belangrijkste principes van circulariteit? En hoe worden deze principes toegepast?

Wat zijn de voor- en nadelen van circulair bouwen?

Wat zijn de kostenimplicaties van circulair bouwen?

Wat zijn de obstakels voor het toepassen van circulariteit?

Wat moet er volgens u gebeuren om de doelstellingen - voor een energieneutrale en circulair gebouwde omgeving in 2050 - te halen?

Wat is de relatie tussen circulair en energieneutraal bouwen? In hoeverre complementeren de energieneutrale en circulaire bouwstijlen elkaar?

Is het efficiënt om een gebouw gelijktijdig energieneutraal en circulair te maken? Waarom wel/niet?

Hoe kunnen deze bouwstijlen gecombineerd worden? Wat is ervoor nodig om dit wel te kunnen combineren?

Wat is de kosten efficiëntie van gelijktijdig energieneutraal en circulair renoveren?

Bijlage 2 – Transcripten

Transcript interview 1 - Alba Concepts

Woensdag 2 juni 2021

Hoe ben je in aanraking gekomen met circulariteit?

Met name via Alba. Alba Concepts is opgericht door Wout Jansen en Jim Theunisse en die hebben gezegd - toen ze bij Brink groep weggingen - wij willen dat dingen anders gaan in de markt waarbij creativiteit ook voorop staat in plaats van alleen maar rationaliteit. Want je zag je heel vaak dat besluiten werden gemaakt op basis van geld. Maar zij zijn heel erg snel in het gat van het thema circulariteit gesprongen. Dat betekent ook dat we daar als Alba Concepts ook om bekend staan. We hebben een objectieve meetmethode ontwikkeld om circulariteit te meten. Die advisering rondom dat thema dat doen we heel breed. Dat is enerzijds in het opnemen van vraagspecificaties is of aanbestedingsdocumenten om naar de markt te sturen. Anderzijds om aan te rekenen. Dus de financiële businesscase achter het thema circulariteit waar ik zelf heel veel bij betrokken ben. Dus wij zijn dagelijks bezig met de advisering rondom het thema. Dus eigenlijk via Alba.

Bij hoeveel circulaire projecten ben je betrokken geweest en wat was je rol daarin?

Dat zijn er inmiddels al best wel wat, ik denk wel tientallen. Voor mijn vakgebied zit dat allemaal op het financiële en deels ook op het meetbaar maken. en dan heb ik een andere rol, namelijk als laatste check als een één van onze collega's dat project heeft opgepakt. We maken heel veel BCI-berekening, dat zijn de berekeningen voor die Building Circularity Index wat meet hoe circulair een gebouw is. Daar hebben we al inmiddels denk ik meer dan 50 tot 100 projecten doorgerekend. We hebben de BCI die nu ook geautomatiseerd, dus dat betekent dat bedrijven zelf een BCI van een gebouw kunnen laten maken en dan kunnen wij bijvoorbeeld valideren. De werkzaamheden waar ik zelf echt inhoudelijk bij betrokken ben die zitten allemaal op het financiële vlak. Bijvoorbeeld het doorrekenen van een project op circulariteit en dat ook direct kwantificeren in euro's. Wat je nu ziet in de markt is dat qua nieuwe producten voor circulariteit dit nog geld kost. Als je op een andere manier naar projecten kijkt dan zie je dat het heel veel op kan leveren.

En op welke manier leeft dan veel op?

Wij zeggen eigenlijk circulariteit bestaat uit twee dingen. Dat is enerzijds materiaalgebruik en anderzijds demontabiliteit, dit wordt ook wel losmaakbaarheid genoemd. Die twee aspecten maakt dat een project en een gebouw gedemonteerd kan worden en een bepaalde restwaarde heeft. Dus je moet je voorstellen: stel je hebt een betonnen casco waar alles aan elkaar kan gestort is, dat kun je eigenlijk alleen maar slopen. Dat kun je niet duurzaam demonteren en weer bij een ander project na 50 jaar inzetten. Als je losmaakbaar gaat bouwen betekent eigenlijk dat je alles in componenten gaat bouwen. Je zou een gevel eruit kunnen halen en ergens anders in kunnen zetten of, een componentje lager, een

kozijn. Misschien wordt er dan straks in de toekomst wel ontworpen vanuit beschikbaarheid. Hierbij kan je kijken naar die materiaal paspoorten die aangeven waar componenten zitten. Maar zou je kunnen zeggen daar zijn zoveel kozijnen beschikbaar die wil ik voor mijn project in gaan zetten. Op basis van beschikbaarheid ga je een ontwerp maken maar ja dat kan eigenlijk alleen als het demontabel (dus losmaakbaar) is.

Dus dan bestaat circulariteit eigenlijk uit materiaalgebruik en ontwerp, wat dan samenhangt met los maakbaarheid?

Ja, dat is inherent aan elkaar verbonden wat mij betreft. Je kunt een super circulair project op basis van hergebruikte materialen gaan maken, maar als je vervolgens alles aan elkaar stort of met lijm aan elkaar monteert, vind ik het minder circulair dan wellicht een volledig nieuwbouwproject waarbij er wel gekeken is naar hele duurzame materialen die super los maakbaar is.

Wat versta je onder het begrip circulariteit?

Wat mij betreft is circulariteit is in de basis kijken naar beschikbare grondstoffen, want die raken uitgeput. Er zijn gewoon een aantal grondstoffen die er op een gegeven moment niet meer zijn of als wij blijven doorgaan zoals we nu doen. Dat betekent dat je ervoor moet zorgen om die materiaalstromen in een kringloop toe te passen en dus op een bepaalde manier ook zo moet gaan bouwen dat je materialen kunt hergebruiken. En verder dat je duurzame materialen toepast en geen grondstoffen die we op een gegeven moment niet meer kunnen delven.

Wat zijn de belangrijkste principes van circulariteit?

Dat is dus wat mij betreft ontwerpen op een losmaakbare manier en materialen toepassen die niet toxisch zijn. Dus de natuurlijke materialen. Als we daar in de toekomst naartoe kunnen, dan hebben we een hele mooie stap gemaakt voor mij betreft.

En hoort er dan ook nog een stukje strategische duurzaamheid bij? In de zin van voordat iemand een gebouw wil gebruiken, is het wel echt nodig?

Het mooiste is natuurlijk als je niet nieuw gaat bouwen. Als je bestaande gebouwen laat staan. In het kader van duurzaamheid we noemen wel eens dat beton is niet duurzaam is. Dat snap ik ook wel, maar een betonnen casco kan veel langer mee dan wellicht andere casco's. Dus het niet hoeven afbreken of slopen van een gebouw is super duurzaam en eigenlijk ook heel circulair, want je voegt geen nieuwe materialen toe. Dus op moment dat je geen nieuwe materialen toevoegt ben je denk ik ook super circulair bezig.

Hoe worden op dit moment die principes toegepast, dus de losmaakbaarheid?

Het is leuk om te zien dat die BCI onderdeel wordt van een uitvraag. Er wordt een bepaalde KPI toegekend aan de score, bijvoorbeeld een gebouw moet minimaal een score van 60% hebben op de BCI. Dat is een voorbeeld, maar je ziet dus wel dat die prestaties nu worden gevraagd en opgenomen in aanbestedingsdocumenten. Dat betekent dat de markt daaraan moet voldoen, ze moeten aantonen dat die BCI een bepaalde waarde heeft. Dat zie je nu wel een vlucht nemen. Ik vind dat wel heel mooi. Ik zit zelf 3 dagen in de week op Schiphol in het kosten expertise centre. Daar is gezegd: wij willen dat al onze projecten bepaalde BCI-score heeft. Dan borg je in ieder geval dat er dat er naar circulariteit gekeken wordt. Dat is een methode, ik zeg niet dat het niet de enige methode is.

Welke andere methodes zijn er?

Methodes die in ieder geval iets zeggen over materiaalgebruik. Dat er bijvoorbeeld geen toxische materialen mogen worden toegepast of een minimum hergebruikte materialen in een project. Dus dan worden er op een andere manier KPI's benoemd. Wij blijven zeggen dat de combinatie van die twee, dus materiaalgebruik losmaakbaarheid, heel belangrijk is.

Wat zijn de voor- en nadelen van circulair bouwen?

Nadelen die ik op dit moment zie, zijn dat nieuwe circulaire producten vaak een hogere initiële investering kennen. omdat dit nog in ontwikkeling is, zijn deze producten duurder. In een losmaakbare dakbedekking zitten allerlei innovaties in wat geld heeft gekost. Dat betekent dat dat ook terugverdiend moet worden. Dan zie je dat die meerkosten misschien wel tussen de 10% en 30% liggen. Dus ga je naar volledig houtbouw ten opzichte van een woning in kalkzandsteen, dan kan die die toeslag best wel fors zijn. Daar zit het best wel een nadeel op dit moment, want zeker partijen die het geld niet hebben om een wat hogere investering te hebben, zullen die projecten niet door laten gaan. puur Dat betekent dat sommige super circulaire ambities sneuvelen in een ontwerpproces omdat niet betaalbaar is. Dat is heel lastig. De voordelen: ik vind het super mooi om te zien dat er nu nieuwe initiatieven (gebiedsontwikkelingen en gebouwen), dat mensen nadenken over wat er allemaal al beschikbaar is. Bij een woningcorporatie wordt bijvoorbeeld gekeken of binnen kozijnen en dakpannen hergebruikt kunnen worde. Er wordt op een andere, creatievere manier naar projecten gekeken. Dan wordt het ineens wel interessant om hergebruikte materialen toe te passen. Je hebt dan de materiaal componenten in ieder geval die niet die niet zo duur zijn als nieuwe materialen bij nieuwbouw. Alleen je hebt een arbeidscomponent en die gaat tot zware tillen omdat je moet demonteren en vervolgens weer moet monteren. Je kan goed rekenen aan die businesscase. Ik vind het ook een voordeel, en vraagt de markt nu om, hoe kunnen we die restwaarde kapitaliseren? Dus hoe kunnen we een meer losmaakbaar project op één of andere manier in onze boeken opnemen dat we of naar een andere afschrijving kunnen gaan of naar een andere onderhoudslast? Want na verloop van tijd is er nog een bepaalde restwaarde, omdat je hem kan demonteren uit een gebouw. Steeds vaker zijn partijen geïnteresseerd om in ieder geval dat

financiële inzicht te krijgen. De markt gaat nu sneller, ook op nieuwe productinnovatie. We hebben een appgroep je binnen Alba waar collega's elke dag nieuwe circulaire producten in sturen. Omdat wij daar over adviseren, kijken wij constant naar hoe die producten en hoe we daar euro's aan kunnen koppelen.

Er zijn Natuurlijk heel veel producten die kunnen die je kan gebruiken of hergebruiken die die helemaal niet standaard zijn zoals isolatie van spijkerbroeken.

Je hebt nu traditionele berekeningen, de MPG berekening bijvoorbeeld (die verplicht is om bij een bouwvergunning) waar al die nieuwe circulaire producten niet instaan. Dat is een berekening die aangeeft hoe milieu belastend een project is. Alle nieuwe innovatieve circulaire producten staan daar niet in. Dus dan moet je een soort van eigen wegingsfactor geven, maar die moet wel getoetst of gevalideerd zijn. Dat is erg lastig. Dus de markt loopt enorm tegenaan dat bijvoorbeeld beton beter scoort in de MPG op sommige vlakken dan hout, omdat hout een verbrandingsafval scenario heeft een beton niet. De markt is bezig is om te kijken hoe hout als natuurlijk product een betere score kan krijgen in de MPG berekeningen. Maar het blijft erg complex en wij lopen er ook tegenaan. Dus daar valt nog iets te winnen.

en ja je zei het al over jullie tool jullie hebben ontwikkeld om circulariteit te meten hoe kan je dit nou het beste doen?

Door de BCI te gebruiken. Je hebt de MPG die aangeeft hoe milieubelastend een product is. De waardes uit de MPG-berekening gebruiken wij voor onze BCI-berekening. Dus we kijken enerzijds naar milieubelastend via het materiaalgebruik. Anderzijds naar hoe een materiaal ten opzichte van een ander materiaal met elkaar verbonden. Dat kan middels lijm, gestort beton, bouten en moeren. Dat zegt iets over of je het gemakkelijk kan demonteren. Op al die componenten zit er een factor en hoe meer losmaakbaar en hoe natuurlijker product je kiest, hoe beter je scoort. Objectiever dan dat kan je het wat mij betreft niet. Het enige wat nu nog een beetje schuurt, is dat als als product een lage score in de MPG heeft, dit ook doorberekend in de BCI, bijvoorbeeld het probleem met hout zoals wat ik net zei. Dat is heel lastig. Iets anders wat ook lastig is, zijn voorbeeld de pv panelen die slecht scoren in de MPG omdat het heel veel energie kost om die dingen te maken. Maar ze zijn wel heel los maakbaar en hebben een hoge score in de BCI, want ze liggen los op je dak. Daarom maken wij altijd een berekening zonder en met MPG, om in ieder geval het effect te laten zien. Nogmaals, het is een super objectieve methodiek. Dat maakt het krachtig, want er zit weinig subjectiviteit in. Alleen het enige waar je nog over zou kunnen discussiëren hoe je verbindingen kan classificeren.

en welk type partij is op dit moment de aanjager van circulariteit en waarom?

Dat vind ik lastig, er zijn een aantal woningcorporaties die best wel vooroplopen. Alleen zij worden geremd door budgetten. In de overheid zijn er allerlei initiatieven. Maar ik zit minder in die wereld, dus

dat vind ik lastig te zeggen. Ik denk dat heel de vastgoedsector wel het thema kent en dan in ieder geval op een bepaalde manier mee bezig is. Natuurlijk zijn er een aantal partijen die ver vooroplopen. Wij bijvoorbeeld als adviesbureau en de overheid op sommige vlakken wel heel sterk en op andere vlakken helemaal niet. De installatiebranche loopt daarin achter. Er zijn weinig circulaire alternatieven, ook vanwege een stukje materiaalgebruik wat moeilijk duurzaam te maken is. Alleen zij zouden misschien meer kunnen nadenken over componenten, zodat je in ieder geval wel kan demonteren. Het is op dit moment nog erg complex om de installaties her te gebruiken.

Dan heb je het over warmte installaties enzo?

Ja dat klopt. Je wil graag producten hergebruiken, maar dat is complex. Wij hebben een aantal sprekende voorbeelden waarin we bijvoorbeeld systeemwanden van het ene project in willen zetten in een andere project, alleen wet en regelgeving maakt dat moeilijk. In dit geval hadden die systeemwanden geen veilig glas en mocht niet op een nieuwbouwproject ingezet worden. Ook bijvoorbeeld radiatoren die nog prima zijn, maar tijdje opgeslagen worden, kunnen roestvorming met zich meebrengen. Hierdoor kunnen er geen garanties afgegeven worden op het moment dat de tweedehands radiatoren ingesteld worden. Zo word je op sommige vlakken heel erg beperkt. Het zit dus enerzijds op garanties die niet worden afgegeven door partijen en anderzijds in wet en regelgeving. Maar daar kunnen wij met zijn allen van leren en het feit dat we er mee bezig zijn is al erg goed.

Soms toch ook een partij dan nog weer tussen die dan een keurmerk geeft dat materiaal is goedgekeurd voor hergebruik? Of is dat niet standaard?

Ik weet niet of dat voldoet aan alle eisen die er nu gelden. Er wordt best wel wat beloofd ook door tussenpartijen die tweedehands producten regelen. Maar als je uiteindelijk de producten krijgt, lijkt het allemaal gewoon nieuw. Dus daar moeten we ook wel eerlijk naar elkaar toe zijn en kritisch naar elkaar blijven.

Welke factoren zijn aanjagers van circulariteit? Wat zorgt ervoor dat wij nu met z'n allen bezig gaan met circulariteit?

Volgens mij zit dat op twee vlakken. De ene is niet zo heel erg sterk, dat is dat je wel mee moet doen want anders loop je achter. Dus een stukje communicatie naar de markt waarmee je laat zien hoe goed je bezig bent. Dat zal je altijd houden. De ander zit wel echt op de intrinsieke motivatie die partijen hebben. De motivatie dat wij na ons nog een hele wereld voor onze kinderen en kleinkinderen nalaten. We moeten echt iets doen omdat sommige materialen niet eindig zijn. Punt. Ik denk dat dat wel bijdraagt aan de versnelling waar we nu in zitten. En dat we er ook van overtuigd zijn dat we iets moeten doen.

En omdat materialen dus zo schaars zijn, hebben we nu ook te maken met de bouwkostenstijging. Hoe zou beïnvloed die factor de versnelling van circulariteit?

Eenzijds maakt die schaarste dat materialen op dit moment niet te betalen zijn. Wat er nu ook gebeurt is dat hout enorme partijen worden opgekocht vanuit het buitenland. Dat betekent dat elk project wat je ten opzichte van traditioneel graag in hout zou willen omzetten, niet te betalen is. Dat is wel heel erg zonde. Wij hebben een aantal gesprekken met Woodtech gehad, een partij die volledig in hout bouwt. Zij durven alleen maar een dagprijs af te geven want volgende week kunnen de prijzen alweer heel anders zijn. Dat maakt dat het niet een makkelijker proces wordt als je kiest om volledig over te stappen naar een biobased duurzaam product. Maar op het moment dat er straks heel veel vraag is, springen partijen daarop in en dan wordt het weer goedkoper natuurlijk. Dus ik ben ervan overtuigd dat het heel snel kan gaan als we met zijn allen wat meer industrialiseren en ervoor zorgen dat we met componenten gaan bouwen.

Wat zijn op dit moment obstakels voor het toepassen van circulariteit?

Dat is wat mij betreft dat het toepassen van nieuwe producten toch duurder is. We zijn ook aan het kijken naar details. Hoe kunnen we losmaakbare details maken? We zijn allemaal gewend om alles aan elkaar te storten of te verlijmen. Dat vraagt gewoon om een andere manier van ontwerpen. Dat is ik wel lastig bij nieuwbouwprojecten. En verder die garanties waar ik het net over had. Dus het obstakel is daar het hergebruik van materialen. Daarnaast zijn wij nog onvoldoende in staat om alle beschikbare producten op een goede manier binnen projecten toe te passen. Dat gaat gelukkig steeds beter en sneller. Wij proberen om dit in onze projecten in mondjesmaat te gaan doen. Dat houdt in kijken naar we zijn met dat project betrokken, daar wordt een inbouwkast, vloeren, wanden en plafonds uit gehaald, waar kunnen we dat gaan inzetten? Die marktplaatsen heb je natuurlijk al wel. Die springen daar heel erg op in, super goed. Het gaat nog wel veel te langzaam, maar ja er zitten ook echt wel een aantal randvoorwaarden aan vast wat het lastig maakt.

Naast circulair bouwen bestaat natuurlijk ook energieneutraal bouwen. Beide zijn heel belangrijk voor de doelstellingen om in 2050 een circulaire en energieneutrale gebouwde omgeving te hebben. In hoeverre complementeren deze bouwstijlen elkaar?

Energie neutraal wordt op twee manieren uitgelegd. Of technisch, dan gaat het over gebouw gebonden installaties die volledig energieneutraal moeten zijn. Dat betekent dat alles wat het gebouw verbruikt moet ook opgewerkt worden voor 100%. Daar zitten rekenregels aan verbonden. Je bent dat nog niet nul op de meter maar het wordt wel energieneutraal genoemd.

Dat is één. Of sommige partijen zeggen dat energieneutraal is dat je zoveel energie opwekt dat je ook je gebouw gebonden installaties en je gebruikers gebonden installaties kan compenseren, bijvoorbeeld je laptop, koelkast en koffiezetapparaat. Je hebt elke maand dus letterlijk geen energierekening. Dat zijn al twee hele andere dingen. Energie neutraliteit zit in die niet echt op materiaalgebruik. Je bent dan

kijken hoe kun jij compenseren. Dat compenseren gebeurt heel vaak met pv panelen. Maar pv panelen scoren weer slecht in de MPG en zijn dus eigenlijk heel milieubelastend. Maar je hebt het wel nodig in deze fase waarin we nu zitten om naar energieneutraliteit te gaan. En volgens mij kun je geen gebouw opleveren die energieneutraal is zonder pv panelen. Daar zit altijd een soort van discrepantie tussen, hoe circulair ben je? In MPG scoor je hoog, maar in BCI laag. Je hebt het nodig om naar energieneutraliteit te gaan. Dus in hoeverre zijn die bouwstijlen complementair? Je kunt een super circulair project hebben, die niet energieneutraal is.

Zou het dan efficiënt zijn om zo'n gebouw gelijktijdig circulair en energieneutraal te maken?

Je hebt energieneutraliteit, circulair en CO₂ neutraal. Je kijkt uiteindelijk naar al die componenten bij elkaar. Het is gek als je alleen maar naar circulariteit kijkt. Dan zou je in principe heel circulair de casco laten staan en er daarna schil omheen brengen die volledig biobased is met houten kozijnen, noem maar op. Maar als dat zo lek is als een mandje is, moet je stoken voor de hele buurt. Een circulair gebouw dat heel slecht energetisch scoort, vind ik niet duurzaam. Als je het goed doet, doe je beide.

Hoe kan je het combineren?

Het zijn wat mij betreft wel twee losstaande dingen. Want je kunt een volledig houten gebouw kunnen maken in een houten appartementencomplex met een super duurzame installatie zodat die energieneutraal is. Dat is prima te doen. Maar het probleem is dat het beide dingen zijn die aan de voorkant geld kosten en die zich niet altijd terugverdienen in de loop van de tijd. Maar als je naar de restwaarde kijkt weer wel. Daarom proberen we altijd die twee componenten samen te pakken dat we zeggen: "Ja, snappen dat de initiële investering te hoog is, maar er bestaat nog iets meer dan alleen die investering. Dus enerzijds zullen de energiekosten dus heel laag zijn, afhankelijk van hoe je energieneutraliteit definieert. Maar lagere kosten in onderhoud van circulaire producten betwijfel ik. De restwaarden heeft een gebouw zeker." Daar moeten we in de financiële systemen van bedrijven nog wel een slag slaan. We hebben ook een gesprek met een opdrachtgever lopen om te kijken hoe we hun financiële instrumentarium kunnen aanpassen, puur kijken naar die boekhouding samen met een account. Maar zo ver zijn we gewoon nog niet.

Zijn er projecten die zich hierop richten, op het combineren van energie neutraliteit en circulariteit?

Ja, één van die projecten waar ik aan heb gerekend is een opdrachtgever die een circulair paviljoen willen ontwikkelen. Daar hebben we gekeken naar hoe kunnen we super circulair zijn en ook energieneutraal. Ik heb net een project afgerond wat energieneutraal moest zijn op de gebouw gebonden installatietechniek en dus niet een energierekening van nul. En ze hadden onze kpi's op het circulaire vlak volledig geïmplementeerd in het gebouw. Dus je ziet eigenlijk niet dat iets alleen maar super circulair is terwijl er niet naar de energiecomponent is gekeken. Ik heb een geen projecten die qua

bouwbesluit op het energetisch vlak zitten en dan super circulair zijn. Het is een combinatie, dan doen ze ook een stapje extra op energetisch vlak als het in combinatie is met een hoge circulaire ambitie.

Wat zou er moeten gebeuren om dan die doelstellingen uiteindelijk te halen in 2050?

Ik denk sowieso de voorbereiding op energieneutraal. Wanneer je nu het geld niet hebt, kan je er wel voor zorgen dat je bijvoorbeeld kan aansluiten op een BKO of dat je in ieder geval kijkt naar een super geïsoleerde schil met weinig infiltratie verliezen. Als je dat bij de voorbereiding goed doet, dan is de investering later (dus eventueel het bijleggen van pv panelen) wel goed te doen. Op het moment dat je niet goed let op het bouwbesluit met betrekking tot RC waarden en kierdichting in gevels, dan heeft het geen zin. Dus je moet wel ontwerpen vanuit die Trias energetica om in ieder geval voorbereid te zijn om die doelstellingen te behalen. Circulariteit heeft wat dat betreft een lastige definitie. Sommigen hebben het alleen over materiaalgebruik en de anderen zeggen ook iets over demontabiliteit. Maar ja, wat is dan circulariteit? Ik denk dat daar ook een eenduidige definitie moeten gaan komen.

Transcript interview 2 - abcnova

Maandag 14 juni 2021

Hoe ben je in aanraking gekomen met circulariteit?

Goede vraag, eigenlijk op de universiteit. Ik wilde toen graag kiezen tussen of architectuur of management en ben daarvoor naar een kennismakingsmiddag gegaan. Toen gingen we een casestudie en moesten we een gebiedsontwikkelingen in Amsterdam Noord aanpakken met hoog segment, middensegment en sociale huurwoningen. Maar het moest circulair zijn. Dat was denk ik begin 2018. Toen ik circulair hoorde toen dacht ik deze term is veel te hip voor mij, moet nou alles rond gebouwd worden? Ik snapte het hele begrip nog niet. Dus ik begon met onderzoeken wat circulariteit is en het bleek het dus met duurzaamheid te maken te hebben. Ik was altijd al fan van duurzaamheid, om gebouwen zo efficiënt mogelijk te maken en zo energiezuinig mogelijk optimaliseren. Dus ik vond het heel leuk om met circulariteit naar het optimaliseren van materialen materiaalstromen te kijken, super interessant. Heel leuk dat er mogelijkheden zijn om CO₂ bespaard kan worden wat in die materialen zit. Dus op die manier ben ik in aanraking gekomen met circulariteit.

Bij hoeveel circulaire projecten ben je betrokken geweest en wat was je rol daarin?

Mijn eerste circulaire project was het cultuurcluster Berlijnplein. Daar ben ik niet heel lang mee bezig geweest, ik denk een maand. Mijn rol was vooral het faciliteren van online workshops en het delen van mijn kennis van de circulaire economie. Het tweede project waar ik mee bezig ben geweest is een ambitiesdocument opstellen voor de gemeente Groningen om circulair te worden. Daar heb ik wel een grotere rol in gespeeld. Samen met Rowin en Sjoerd hebben we op 6 verschillende thema's aangekaart hoe ze hun vastgoed circulair kunnen maken door maatregelen op te nemen in het programma van eisen. We hebben een nulmeting gemaakt met wat ze op dit moment al doen op het gebied van circulariteit, toen hebben we een stip op de horizon gezet naar 2050 waar we naartoe willen. Want het wettelijk kader stelt dat je in 2050 100% circulair moet zijn. Dus hebben wij neergezet wat moet gebeuren de komende 5 jaar alvast een kickstart te geven aan het voldoen aan die ambities voor 2050. Dat hebben we gedaan op 6 thema's die zijn: toekomstbestendigheid, materialen, energie, gezondheid, sociale impact en de gebouwde omgeving. Dit was een super interessant project voor mij waarbij ik erachter ben gekomen dat circulariteit eigenlijk niet alleen om de materialen gaat. Materialen zijn nog steeds een hoofd bestanddeel van circulariteit. Materialen zijn nog steeds belangrijk, maar bij deze projecten hebben we ook nagedacht over de kringloop van energie, water en ecosystemen en sociale circulariteit (dat is inclusiviteit). Verder nu bij het huis van de stad Amersfoort. Zij hebben ook enigszins een circulaire ambitie daar ben ik vorige week mee begonnen hoor dus ik weet er nog niet heel veel van. Maar hier hebben we missie werk. Ze hebben een uitgangspuntendocument opgesteld voor 75 pagina's voor het gebouw wat er moet komen, maar daar komt maar één keer het woord circulariteit in voor. Dus daar moeten we proeven wat de ambitie is en ook missie werk doen. Met name om duidelijk te maken dat het

eigenlijk niet moeilijk is om circulair te bouwen als je de juiste processen hebben opgesteld, vooral in de initiatief en ontwerpfase. Vorige week hebben we ook een workshop over gegeven dat nu met de minimale inzet heel veel impact kan maken. Dat zijn volgens mij wel de drie hoofdprojecten met circulariteit waar ik mee bezig ben geweest. En daarnaast nog kennismiddag circulariteit intern bij abcnova. Heel leuk dat ik praktisch met circulariteit bezig mag.

En is doordat je nu in de praktijk bezig bent met circulariteit je beeld hierover ook nog veranderd?

Ja, in zekere zin wel. Ik kom natuurlijk uit een academische omgeving waarbij is het heel veel onderzoeken en minder toepassen. Wat ik heb geleerd is dat je circulariteit vooral moet doen. Het hoeft niet moeilijk te zijn. Het mooiste voorbeeld vind ik hiervan onze collega Robert die is bezig met het Swette Huus in Friesland. Daar moesten 1300 tweedehands balken gecertificeerd worden. Hoe moet je dat nou doen? Wat hij heeft gedaan is gewoon een paar balken meenemen naar zo'n balken certificeringsbedrijf met de vraag of ze nog een ronde mee kunnen. Wat ik hiermee wil zeggen is dat mensen soms best wel moeilijk doen over materialen en hoe je daar mee omgaat in je proces, maar het is eigenlijk gewoon boerenverstand gebruiken, praktisch nadenken en vooral out of the box denken. Dat is zeg maar een beetje dat missie werk wat je dan moet doen. Maar wat ik wel heb gezien is dat de praktijk toch wel anders is. Wat is ook wel anders heb bevonden is dat de mensen een ander perspectief hebben. Mijn afstuderen heb ik natuurlijk over circulariteit gedaan. Toen heb ik alleen maar interviews gedaan met mensen die daar heel erg mee bezig zijn geweest, dus die waren daar heel erg lovend. Maar in de praktijk kom je dan ook weer mensen tegen die daar gewoon echt geen heil in zien. Er zit nog wel wat wrijving in de juridische aspecten en protocollen waardoor zij hier geen toekomst in zien. Dus ik merk ook dat ik dan ook wel eens wat meer dat tegenspraak krijg. Ik ben nu wel uit de academische bubbel waar alles mogelijk is zolang je maar goed nadenkt. Maar hier in praktijk is het toch net wat meer afgekaderd omdat je het bijvoorbeeld wel door de politiek heen moet krijgen. Dat was voor mij ook een groot verschil.

Wat versta je onder het begrip circulariteit?

Circulaire economie is eigenlijk heel simpel. Het is een economie waarin gewoon geen afval is. Dat is de kortste beschrijving die ik je kan geven. Er zijn verschillende soorten kringlopen je hebt een natuurlijke kringloop en een technische kringloop. De moeder natuur heeft gelukkig al voor de natuurlijke kringloop gezorgd met bacteriën. Dus bijvoorbeeld een boom gaat dood, wordt beschimmeld en dat is weer de bodem voor nieuwe boom. En je hebt een meer technische cycle, wat alle dingen zijn die moeder natuur niet kan gebruiken. Daarvoor moet je een proces in gang zetten. Maar de basis van de circulaire economie vind ik dat er een economie is waarin afval input is voor een nieuw proces. Dus input gaat door een proces heen, dat levert output en dat is weer input voor verdere processen. En wat ik daar door de laatste tijd eigenlijk nog aan wil toevoegen is dat het niet alleen gaat om materialen, maar ook het bredere concept in de welvaart. Op een conceptueler niveau gaat het naast energiestromen

in materialen ook om sociale inclusiviteit. Het is allemaal een holistisch geheel. Materialen zijn heel relevant in de circulaire economie maar je kan het begrip breder trekken wat op dit moment nog niet heel veel gebeurt.

En waarom? Gebeurt dat op dit moment nog niet?

In de basis gaat de circulaire economie heel erg over materialen. Het is al hartstikke goed is om over de kringloop van materialen na te denken. Dat is absoluut cruciaal voor het halen van de Parijs doelen en voor het halen van de wettelijk kader wat gesteld door de overheid om milieuvervuiling tegen te gaan. Maar ik denk dat we nu juist de kans hebben om ook andere kringlopen erin te betrekken. Je hebt bijvoorbeeld de groen kringlopen en je hebt de waterkringloop, maar hoe betrek je die in een gebouw? Hoe ga jij ervoor zorgen dat de waterkringloop wordt geborgd met jouw gebouw? Dat is ook circulariteit. Ga je er voor zorgen dat het water direct naar het riool gaat of ga je ervoor zorgen dat je het ergens op slaat of bijvoorbeeld door de bodem laat infiltreren? Dus dat het gebouw bijdraagt aan die waterkringloop door regenwater te gebruiken om de toiletten door te spoelen bijvoorbeeld. Nu is dat voorbeeld eigenlijk altijd hartstikke duur, dus dan heb je het praktische aspect weer. Maar in het project een huis voor de stad zorgen dat je die sociale circulariteit waarborgt door ervoor te zorgen dat er bijvoorbeeld geen segregatie plaatsvindt tijd tussen verschillende mensen.

Wat zijn volgens jou de belangrijkste principes van circulariteit?

Wat voor principes zoek je dan precies?

Naar bijvoorbeeld losmaakbaarheid, dat soort principes.

Ja, losmaakbaarheid is inderdaad één van de belangrijkste principes en daarnaast een lange termijn businessmodel. Dat richt zich op waar de materialen heen gaan nadat ze klaar zijn. Verder een lange termijn businessmodel hebben waarbij je anticipeert op veranderingen en tweedehands of biobased materialen gebruiken.

Hoe kunnen deze principes toegepast worden?

Een lange termijn businessmodel kan door een terug koopovereenkomst, product service Systems enzo. Dus van tevoren nadenken over wat je later met de materialen gaat doen. Daarbij komt dus materialenpaspoort kijken. Materiaal paspoorten zorgen ervoor dat materialen aan het einde levensduur op de markt gezet kan worden zodat de materialen weer hergebruikt kunnen worden. Verder is natuurlijk het gebruik van tweedehands materialen belangrijk, een zo hoog of efficiënt mogelijk hergebruikt. Een langer termijn businessmodel maar ook lange termijn anticipatie. Dus dat je in je initiatief en ontwerpfase eigenlijk al anticipeert op wat voor impact je gebouw over 50 tot 100 jaar gaat maken. Welke stedenbouwkundige, demografische of klimatologische veranderingen in de toekomst gaan plaatsvinden. En als laatste vind ik ook nog wel belangrijk als onderdeel van hergebruik, het gebruik van biologisch afbreekbare materialen. Zoals ik net al zei, heeft moeder natuur er al voor

gezorgd dat die dat die kringlopen er zijn. En het is ook gewoon duurzamer. Als je het voor elkaar krijgt om duurzaam hout te kappen dat er aan het eind van de streep nul staat met de hoeveelheid hout die je gebruikt in hoeveelheid hout die er groeit. Dat is ook gewoon een manier van duurzaam bouwen. Daar tegenover kun je dan bijvoorbeeld wel staal zetten en dat los maakbaar maken bijvoorbeeld, en dat ook gewoon prima hergebruiken is hoor. Maar dat is wel een andere kringloop.

Wat zijn de voor- en nadelen van circulair bouwen?

Voordelen is dat het veel beter is voor het milieu. Je gaat heel anders tegen de bebouwde omgeving aankijken, meer als een integraal geheel van materialen met heel veel kansen eigenlijk. Een soort van organisme dat dan allemaal materialen met elkaar uitwisselen zeg maar. Een nadeel is wel op dit moment nog dat heel veel mensen nog een beetje de hakken in het zand zetten. Dus je moet heel veel missie werk doen om ze over de streep te krijgen. Dat is af en toe nog wel eens lastig voor je proces. Een ander voordeel vind ik dat als je businessmodel voor langere termijn aanneemt, je direct de langetermijnvisie van bedrijf waarborgt. Het grootste voordeel is natuurlijk wat ik zei winst voor het milieu. Maar niet alleen voor het ecologische milieu maar ook sociale milieu en economische milieu.

Als je de kosten over een lange termijn businessmodel trekt dan denk ik dat dat ook wel uit kan. Het wordt ook al gedaan natuurlijk. Ik denk een nadeel nu nog is regelgeving. Wat ik wat ik zie en heb gehoord uit mijn afstudeerscriptie is dat mensen eigenlijk heel graag de tweedehands materialen willen bouwen. Maar dat dubbel glas van 10 jaar geleden bijvoorbeeld niet meer voldoet aan de eisen van nu. Dus als je tweedehands materialen wil hergebruiken dan mag dat dus niet door regelgeving. Nu zijn er wel wat gemeentes die daar wat coulanter mee omgaan, vooral met de gedachte in het achterhoofd dat hergebruik hoger in het vaandel staat dan het behalen van die eisen die onder zoveel jaar toch nog hoger wordt gezet. Maar ik denk dat daar nog heel veel winst te behalen valt en dat dat nu nog een beetje een achillespees is van de circulaire economie.

Wat zijn de kosten implicaties voor circulair bouwen?

Ja, het is natuurlijk gewoon duurder en je moet je businessmodel veel langer uitstrekken. In het begin maak je veel meer kosten om uiteindelijk een circulair gebouw te maken. Uit mijn hoofd, is een circulair gebouw 10% tot 16% duurder dan een dan een regulier gebouw. Het is een korte termijn businessmodel. Er zit heel veel kennis in traditioneel bouwen. Daartegenover staat dat de circulaire gebouwen eigenlijk een veel langer businessmodel heeft en dat er in vergelijking met traditioneel bouwen en niet veel kennis is. We zijn aan het einde van de experimentele fase denk ik, dus het begint wel te lopen en mensen die beginnen steeds meer te realiseren dat het gewoon moet. Maar het is gewoon duurder en er zit denk ik de crux in die mindset van het businessmodel. Je maakt het begin meer kosten maar je hebt aan het einde heb je ook meer baten. Dat is toch iets wat ze soms niet zien. Die restwaarde van de materialen die wordt gewaarborgd, omdat je juist in het begin nadenkt over losmaakbaarheid en over het gebruik

van biomassa. Door bijvoorbeeld dus terug koopovereenkomst, product service Systems en een materiaal paspoort. Dat zijn allemaal dingen die wat kosten in het begin. Maar over de lange termijn worden die baten pas echt zichtbaar.

Ik vind dat een goeie vraag want ik heb nog zelf nog nooit een balans gezien zeg maar van een bouwproject die weergeeft dat het winstgevend is. Waar dat het meest aan ligt, is dat er geen circulaire gebouwen zijn die aan het einde van het leven zijn. Daarom zeg ik ook dat we nog wel in de experimentele fase zitten, Maar we weten steeds meer en meer. We kunnen ook steeds beter in de toekomst kijken. Om nog financiële implicatie te noemen, omdat het naar mijn weten nog niet is gedaan aan het einde van het leven, kan je het ook nog niet echt heel hard te maken. Het is gebaseerd op speculatie en vertrouwen denk ik. Maar we zitten met een met behoorlijk wat knappe koppen en circulariteit vraagt ook om heel veel samenwerking. Ik denk ook wel dat die samenwerking er juist voor kan zorgen dat een businessmodel wel uit kan. En of je het nou doet met het materialenpaspoort, terug koopovereenkomsten of dat je aan het einde containers vult op de bouwplaats met oude materialen die dan weer hergebruikt kunnen worden bijvoorbeeld. Ik heb er echt wel vertrouwen in. Daarnaast heeft slopen wel heel veel baten. Het huis voor de stad in Helmond wordt circulair gesloopt, dat is ook gecertificeerd. En uit mijn hoofd werd door het slopen 38% bespaard in kosten door hergebruik van materialen. Dus je ziet dus wel dat het kostenvoordeel met circulair slopen nu al heel erg gebeurt. Het mooie is ook dat als het gesloopt is, er twee zeecontainers staan die helemaal zijn allemaal volgepropt met tweedehands materialen. Van de kleinste dingen als schroeven en deur hengsels tot kozijnen, deuren, ramen en ook rubberen afdichting banden bijvoorbeeld. Dus alles zit daarin, Dat is wel heel vet. Maar dat dat gaat niet heel specifiek over de financiën nee.

Welke factoren zijn aanjagers van circulariteit? Dus wat kan zorgen voor die versnelling dat mensen nog meer met circulariteit gaan doen?

Ik denk twee dingen. Ten eerste het wettelijke kader duidelijk maken. In 2050 moet je 100% circulair zijn. Maar ik heb niet het idee dat hele milieuverhaal nog heel veel effect heeft, want dat weten we inmiddels al 20 jaar dat het dat het verkeerde kant op gaat. Dus we moeten wat doen, maar dat is denk ik niet meer waar we naartoe moeten gaan. Maar het tweede en meest belangrijke ding is echt dat bewustzijn creëren. Bewustzijn en kennis zijn de grootste hordes. Dus ten eerste dat het er is en dat het ook echt gedaan kan worden. En kennis kun je vooral delen door bijeenkomsten en presentaties. gewoon laten zien dat het kan en mensen echt daarmee een motiveren en zorgen dat je ze over de streep krijgt.

En bijvoorbeeld zo'n bouwkostenstijging is dat dan ook nog iets wat heel erg mee kan spelen waardoor ze klaar die tijd kan versnellen?

Ja, dat kan zeker. Ja, de waarde van tweedehands materialen is minder dan nieuwe materialen omdat zij al een leven achter zich hebben. Dit is alleen nog maar meer een aanjager om juist die tweedehands

materialen te gebruiken. Wat er ook bij komt is dat arbeid de komende jaren ook steeds goedkoper wordt. Dus die arbeid gecombineerd met tweedehands materialen die beschikbaar komen, zorgen er wel echt voor dat dan het businessmodel achter tweedehands materialen veel aantrekkelijker wordt.

Ja en dan wat meer vragen over energieneutraliteit ook en want wat is volgens jou de relatie tussen circulair en energieneutraal bouwen?

Nou ze hebben sowieso één ding gemeen en dat is het terugdringen van CO₂ uitstoot. Circulariteit gaat daarbij, zoals ik net vertelde, meer over algehele welvaart en het sociale verhaal. Maar als we sec op materiaal niveau kijken, zit er denk ik niet zozeer een hele sterke relatie is. Alhoewel, eigenlijk zijn de twee wel met elkaar verbonden. Ik heb een keer tijdens mijn hbo een gebouw geanalyseerd. Dat was een earthship die was energieneutraal en passief gebouwd. Passief bouwen is natuurlijk onderdeel van energieneutraliteit, maar in de bredere zin toch ook weer van die energie kringloop. Wat ik mooi vond aan het project is dat banden slim werden hergebruikt in een wand. Aan de ene kant zat glas en aan de andere kant een muur met gebruikte autobanden gevuld met zand. Bij het glas aan de andere kant zaten horizontale lamellen, dus dat betekende als de zon erop schijnt in de zomer het zonlicht tegen houdt omdat de zon hoog staat. Maar in de winter, als de zon laag staat, ging het licht op die zwarte banden muur wat warmte trekt. Daartussen zat een laag zand wat warm wordt en hitte accumuleert. Dus door de nacht heen verwarmd dat dus ook je gebouw en overdag in de zomer dan verkoeld het juist je gebouw. Het punt is, dat waren allemaal tweedehands banden. Ik weet niet of je ooit hebt gekeken, maar in de wereld hebben we intussen gigantisch veel banden. Dat is wel een hele sterke connectie eigenlijk tussen het hergebruik van tweedehands materialen en energieneutraliteit. Dus in die zin denk ik wel dat ze elkaar versterken op dat vlak. Dus als ik zou moeten zeggen of er een relatie is tussen energieneutraliteit en circulariteit, zou ik zeggen ja. Maar je moet wel ver zoeken waar die zit. En dat dat kun je dus doen aan de hand van dat soort voorbeelden. Dat kan bijvoorbeeld ook voor zonnepanelen. Stel je voor dat zonnepanelen op een of andere manier heel goed recyclebaar worden of een warmtepomp of ander onderdeel van installatietechniek die bijdragen aan de energieneutraliteit van een gebouw, als die ontworpen worden en vastgemaakt worden op basis van circulaire principes (losmaakbaarheid en modulariteit) kan dat erg helpen om die link te leggen tussen circulariteit en energieneutraliteit. Omdat je dan een installatieconcept hebt wat heel makkelijk uit elkaar te halen is of heel makkelijk in onderhoud is of waar al een hele productielijn achter zit waardoor de materialen hergebruikt kunnen worden. Dat zijn voorbeelden van hoe circulariteit en energieneutraliteit elkaar zouden kunnen versterken en hoe je de link daartussen zou kunnen leggen.

Is het efficiënt om een gebouw gelijktijdig energieneutraal in circulair er te maken?

Daar vraag je me wat. Ik weet niet of het efficiënt is. Ik moet je hierbij echt het antwoord schuldig blijven. Ik weet wel als je zowel energieneutraliteit wil combineren met circulariteit dat je heel veel voorbereiding nodig hebt. Ik denk dat het wel kan hoor, maar ik denk in een gebouw dat voor een

bepaald percentage zeg maar 70% a 60% herbruikbare materialen wordt gemaakt en dat alle nieuwe materialen al een tweede leven voor zich hebben of uit biomassa bestaan, en dat dan combineren met circulariteit en energieneutraliteit. Ik denk wel dat het kan hoor. Of het efficiënt is, ligt helemaal aan de samenstelling van je bouwteam. Dus om je vraag dan maar wat te verbuigen, denk ik wat nodig hebt om dat efficiënt te laten verlopen is dat je in het begin je doelen heel duidelijk hebt. En dat je op operationaliseert wat circulariteit inhoudt en wat energie neutraliteit inhoudt. Zodat je vervolgens heel vroeg al in de initiatieffase met je bouwteam, aannemer en leveranciers om tafel gaat zitten en de uitgangspunten bij langs gaat. Je zult dan ongetwijfeld tegen problemen aanlopen, maar omdat je dus iedereen in het begin van het bouwproces erbij betrokken hebt zou je ervoor kunnen zorgen dat het wel kan. Ik hoop dat dat een beetje een antwoord op je vraag, dus is niet zozeer of het efficiënt het ja of nee maar meer wat je kan doen om het proces efficiënter te laten verlopen.

Oke en hoe kunnen deze bouwstijlen gecombineerd worden? Dus Als je meer echt kijkt naar de materialen?

Ja, ik denk dat passief bouwen heel erg heel erg helpt. Wat ik net al aangaf, passief bouwen is de meest energiezuinige manieren van bouwen. Je hebt daar geen of minimaal gebruik van installaties bij nodig. Soms heb je uitzonderingen dat het heel warm of heel koud weer is. Maar ik denk dat passief bouwen een concept is wat heel goed gebruikt of gecombineerd kan worden in het ontwerp van gebouwen. Het is namelijk een bepaald ontwerp concept voor materialen. Het is dan wel even zoeken voor tweedehands materialen bijvoorbeeld, maar die zijn er echt wel. Misschien is dat een beetje naïef antwoord hoor, maar van de EU moet het wel, dus ik kan me niet voorstellen dat de materialen er niet zouden zijn. Alleen misschien is op dit moment de zoektocht nog wat groter. Maar als je dan realistisch bent en geen tweedehands materiaal kan vinden, dan kan je gewoon nieuw materiaal gebruiken maar dan wel bouwen volgens de circulaire principes. Bijvoorbeeld als je een balklaag nodig hebt maar er geen 1300 balken beschikbaar zijn, dan kan je kiezen voor 1300 houten balken en zorg dat ze dat losmaakbaar zijn. Dus de circulaire economie draait niet alleen maar om het hergebruik van materialen nu, maar ook om het hergebruik van nieuwe materialen over 50 jaar.

Dus dan is bouwen enerzijds gericht op de materialen en anderzijds het ontwerp zoals de toepassing van die principes als losmaakbaarheid?

Ja precies, losmaakbaarheid is belangrijk maar ook modulariteit en het gebruik van droge verbindingen enzovoort.

Wat zijn de kosten implicaties als je dus gelijktijdig een gebouw circulair en energieneutraal gaat maken?

De kosten implicaties van circulair bouwen komen erbij, dus het is gewoon duurder. Je hebt een veel langere termijn businessmodel nodig. Omdat daar nog niet zoveel kennis zit in vergelijking met

traditioneel bouwen, kan dat voor wrijving zorgen. Er is volgens mij al wel meer kennis, dus daar zal denk ik de crux niet liggen. Ik denk dat het dan vooral erin zit dat het zwaartepunt van de implicaties nog steeds bij circulair bouwen ligt. Want een energieneutraal gebouw is natuurlijk ook duurder. Dat weten we allemaal, want je hebt meer isolatie nodig en een betere beglazing enzovoort. Dus je weet dat het duurder is. Maar stel dat je zo 'n dik pak met isolatie van 30 a 40 cm nodig hebt, kan ik me voorstellen dat het af en toe wel lastig is om zoveel isolatiemateriaal tweede hands te vinden. Als je dan isolatiemateriaal gebruikt zoals vlas of wol, hoeveel heb je nodig om te voldoen aan de prestatie eisen die worden gesteld aan een energieneutraal gebouw? Het is een heel interessant concept om de twee met elkaar te combineren. Maar ik denk dat nog wel het zwaartepunt van de implicaties ook qua kosten naast organisatie volgens mij nog vooral bij het circulaire aspect ligt.

Hoe kan circulariteit worden gemeten?

Met de building circularity index. Op dit moment is dat wel de beste methode die wij ook gebruiken. Het mooie van die methode vind ik dat je begint met de materials circulaire index, dus waar komt een materiaal vandaan, wat is de CO₂ impact en hoe vervuilend is het. Vervolgens koppel je de losmaakbaarheid index daaraan vast. Dus de herkomst van het materiaal en de wijze waarop het losmaakbaar is, dat zijn de 2 grote componenten die bijdragen aan het meten van circulariteit. Dat hebben zij geoperationaliseerd op materiaalniveau, productniveau, element niveau en gebouwniveau. Dat werkt gewoon. Door die BCI kun je uiteindelijk ook zeggen welke score een gebouw heeft op losmaakbaarheid en onderhoud. Dus of je met minimale inspanning dingen kan vervangen en de demontabiliteit van van het gebouw aan het einde. Ik ben wel echt een voorstander van de BCI.

Transcript interview 3 – Planbureau voor de Leefomgeving

Donderdag 1 juli 2021

Hoe bent u in aanraking gekomen met circulariteit?

Dat is al aantal jaren geleden. Dat is eigenlijk begonnen met een vraag die PBL kreeg om te kijken naar een afvalstoffenheffing, want toen was afgesproken in het herfstakkoord dat er 100 miljoen euro opgehaald zou worden op afval storten via een stortbelasting. Alleen er was heel veel weerstand in de sector omdat ze ook allerlei effecten zagen dat bij een hoge stortbelasting mensen uitwijkroutes vinden om het te omzeilen. Het PBL is als een soort neutrale partner gevraagd om te inventariseren hoe dan wel die 100 miljoen euro opgehaald kon worden in wat voor vorm belasting wel gedragen werd door de sector. Ik had in het verleden al gewerkt aan het bouwstoffenbesluit, het hergebruik van bouwmaterialen, toen ben in dit project gekomen. Dat heeft zich verder ontwikkeld naar de circulaire economie. Een aantal jaren heb ik ook circulariteit van het voedselsysteem gedaan en met ook de biomassa en biogrondstoffen. En dan nu weer sinds een paar jaar weer richting de bouw.

Wat zijn volgens jou de belangrijkste principes van circulariteit en hoe kan je die toepassen?

Daarvoor heb ik samen met de collega's de R-ladder verder uitgewerkt. Deze is geïntroduceerd door Jacqueline Kramer en die gebruiken wij waarbij als je vuistregel een ladder hebt met voorkeur strategieën voor circulariteit. Bovenaan staan strategieën zoals rethink en reuse, dus het op de andere manier omgaan met je grondstoffen. Als je dan toch gebruikt hebt dat je dan kijkt naar zo'n hoogwaardige mogelijkheid om ze weer te hergebruiken. Dan gaat reparatie van producten veelal voorop hergebruik en als dat helemaal niet gaat dan kun je altijd nog recyclen. Want soms is een materiaal of product zodanig dat je het niet meer kunt hergebruiken. Dan is het goed om de materialen die erin zitten te recyclen. Als het gaat om bijvoorbeeld zeer gevaarlijke stoffen die je niet meer in de samenleving wilt hebben, is het een optie om die dan toch maar te verbranden of te storten. Dan verwijder je het dus uit het systeem en kun je de componenten die erin zitten niet meer opnieuw gebruiken.

Oke, dus de R-ladder is eigenlijk een tool waarmee de belangrijkste principes van circulariteit worden weergegeven en ook direct wordt beschreven hoe je het kan toepassen?

Ja, dat klopt.

Wat zijn de voor- en nadelen van circulair bouwen?

Dat hangt natuurlijk wel van af van op welke manier geïmplementeerd. Al de strategieën die ik net noemde, vallen onder circulair bouwen. Maar wat ik net al aangaf verschillen ze nog wel in effecten die ze hebben. Dan kijk ik vooral naar effecten op de leefomgeving of effecten qua verdienvermogen voor de economie bijvoorbeeld. Dus het is dan wel van belang om voldoende voordelen te halen. Dus dat je

kiest voor een strategie met de minste milieu impact. Maar soms is dat ook niet meer mogelijk. Vooral in bestaande bouw, omdat het gewoon niet ontworpen is om weer opnieuw te gebruiken. Dan denk ik met name aan dingen die verlijmd zijn. Het is lastig om dat weer opnieuw te gebruiken. Die kan je eigenlijk alleen nog weer recyclen of hergebruiken. Terwijl er nog veel meer winst is te behalen als je het nu zodanig ontwerp dat je het op een later moment uit elkaar kunt halen of kunt repareren of in een andere toepassing kunt gebruiken. Dan is een voordeel van circulair bouwen dat je veel materialen kan hergebruiken. Dus als je het losmaakbaar ontwerpt.

En wat zijn de kostenimplicaties van circulair bouwen?

Dat hangt ervan af hoe het ontworpen is en op welke manier je met elkaar in de hele keten afspreekt hoe je die kosten verdeelt in de keten. Want je hebt bijvoorbeeld ook verdienmodellen waarbij je als afnemer het gebouw of product niet koopt maar leaset. Dus als een service. Dat brengt complicaties met zich mee ook met afschrijving. Maar dat zou je dan dus van tevoren met elkaar moeten afspreken hoe je dan die kosten en risico's verdeelt. Als jij bijvoorbeeld, nou ik noem maar wat, een gevel leaset (dat is op het ogenblik een mogelijkheid) dan moet je dus wel nadenken met elkaar van wat er gebeurt als de gevelbouwer failliet gaat. Dat is dan vaak weer een risico voor de banken of voor de eigenaar. Ik ga nu al in zee met deze partij maar als die failliet gaat dan sta ik met lege handen. Dus dan kun je nadenken met elkaar over risico spreiden met meerdere aanbieders. Maar het hoeft niet altijd duurder te zijn. Dat hangt heel erg af van het ontwerp en de vorm waarvoor je kiest van financiering en investering.

En de materialen die worden gebruikt bij circulair bouwen, zoals biobased materialen of hergebruikte materialen, is dat dan vaak duurder of goedkoper?

Dat is heel lastig omdat in zijn algemeenheid te zeggen. Het hangt ook heel erg af van wat komt er vrij op het moment dat je gaat bouwen. Ga je bestaande bouw afbreken en daar weer iets nieuws bouwen waardoor er dus al materiaal op de bouwplaats aanwezig is en van welke kwaliteit het is. Daar hangt ook heel erg af. Dat geldt met biobased materialen ook. En verder het materiaal is niet per se circulair, maar het materiaal wordt pas circulair als je het daarna weer kan aanpassen of hergebruiken.

Wat is dan nog het grootste obstakel op dit moment om circulair te bouwen?

Er zijn verschillende obstakels. Wat ik zie is dat het een hele andere manier van bouwen vergt. En ook andere manier van met elkaar omgaan. Het begint al een heel ander ontwerp van een gebouw wat je ook maar wilt maken. Dus daar zit er dit moment de grootste belemmering. Want partijen moeten op een andere manier gaan samenwerken en ze zijn gewoon gewend aan de huidige manier van bouwen. En verandering kost moeite.

In 2050 hebben we doelstellingen dat de gebouwde omgeving energieneutraal en circulair moet zijn. Wat moet er volgens u gebeuren om die doelstellingen te halen?

Meer samenwerking in de hele keten. Dus alle partijen dus van architecten, toeleveranciers, aannemers en sloopbedrijven. En innovatie ook wel. Dus dat aan de aanbodkant verdere doorontwikkeling van materialen die geschikt zijn voor circulair bouwen.

Verder gaat mijn onderzoek vooral over de relatie tussen energieneutraliteit en circulariteit. Wat is volgens u deze relatie? Hoe verhouden deze twee concepten zich tot elkaar?

Bij energieneutraal denk ik altijd aan een voorbeeld dat als je een huis maakt van karton, zo'n dun wandje dan heb je weliswaar heel weinig energie nodig om te maken, maar het geeft bijna geen isolatiewaarde. Dus tijdens het gebruik heb je dan juist wel weer heel veel energie nodig. Dus beide zijn van belang. Bij circulair speelt het vooral hoe je naar de grondstofstromen en de levensduur kijkt. En ook het ontwerp; kan je het makkelijk losmaken, hergebruiken en repareren. Circulaire bouw draagt bij aan energiedoelstellingen dus aan hoe energieneutraal. Ik denk dat het heel lastig is of bijna onmogelijk om energieneutraal te bouwen zonder de principes van circulaire economie mee te nemen. Juist door in te zetten op circulariteit kun je ook energiebesparing halen en minder milieu impact en dus minder energie emissies die daarmee samenhangen tijdens de fabricage en tijden het in elkaar zetten bij transport.

Kan je daar een voorbeeld van geven van hoe dat dan er precies uitziet? Hoe dat elkaar complimenteert? *Als je een materialen gebruikt die bij de productie heel veel energie vragen, dan zit er dus eigenlijk heel veel energie opgeslagen in je materiaal. Vervolgens wil je dat gaan gebruiken in een gebouw dan zit je dus meteen al met een enorme energie verbruik vanwege de fabricage van dat materiaal. Op het moment dat je dat materiaal na gebruik ook nog eens niet opnieuw hergebruikt of gaat recyclen maar storten, moet je dus als gebruiker die energie die nodig was om het materiaal te maken is helemaal verdisconteren in jouw gebouw. Terwijl als het zodanig ontworpen was dat het weer op een andere plek hergebruikt kan worden, dan deel je de energie die nodig was bij de productie.*

Dat is dan de embodied energy?

Ja precies.

Bij energieneutraal bouwen gaat het ook veel om het toepassen van klimaat en elektra installaties en zonnepanelen, dat soort dingen. In hoeverre kan dat worden gecombineerd met circulariteit?

Op het moment dat we die installaties zodanig ontwerpen dat je ze dus makkelijk kunt repareren of makkelijk kunt aanpassen aan nieuwe eisen, hoef je ze dus na verloop van tijd niet te vervangen en krijgen ze een veel langere levensduur. Dan pas je de principes van circulariteit toe op je installaties waardoor die een langere levensduur hebben en je dus minder energie nodig hebt voor installaties in je gebouw.

En hoe is dat op dit moment? Is dat op dit moment ook al mogelijk dat die installaties op zo'n manier zijn gebouwd dat het losmaakbaar is?

Daar zijn nog wel echt heel veel stappen in te zetten. Nog lang niet alle installaties zijn makkelijker te repareren of aan te passen aan de eisen van deze tijd. Dus daar ligt dan eigenlijk weer een opgave voor de fabrikant om dat soort installaties zodanig te ontwerpen en op de markt te brengen. Maar daar ligt dan ook weer een taak bij de opdrachtgevers kant. Dat zij daar dus dan ook naar vragen. Het gebeurt ook nog eens dat de marktpartijen zeggen dat er geen vraag is en dat vragende partij zegt dat er geen aanbod is. Het is belangrijk dat beide gebeurt, dus zowel aan de aanbodkant als aan de vraagkant.

Is het materiaal- kostenefficiënt om een gebouw gelijktijdig energieneutraal en circulair te maken?

Ja, in het algemeen is dat wel het handigste ja.

Wat is daar de grootste reden voor?

Dat is dan die embodied energy wat ik zei. En verder hangt dat weer af van het gebouw waar het voor is bedoeld. Is het een woning of is het een kantoor, dat maakt ook wel uit. Het hangt af van het gebruik van het gebouw.

Transcript interview 4 - Merosch

Maandag 6 juli 2021

Hoe ben je in aanraking gekomen met circulariteit?

In principe vanuit mijn opleiding bij de Hogeschool Utrecht. Daar had je een specialisatie die je kon kiezen en dat heet de circulaire stad. Die ben ik toen gaan doen en daar kwam eigenlijk heel veel wat betreft circulariteit in terug. Het was wel grappig want de Hogeschool zag circulariteit als onderwerp waar ook water en energie bij hoorden, dus dat je echt alle kringlopen sluit. Vaak als je nu in de praktijk praten over circulariteit hebben echt over het materiaalgebruik. Het vraagstuk gaat al snel over materialen die herbruikbaar zijn of die je losmaakbaar toepast. Dus ja vanuit de Hogeschool eigenlijk maar dan wel wat breder. Vanaf het eerste moment dat ik met circulariteit te maken kreeg vond ik wel interessant en uiteindelijk ben ik ook mijn afstudeeronderzoek daarmee gaan doen. Dat is volgens mij ook het onderzoek dat jij hebt gevonden waardoor je bij mij terecht bent gekomen.

Klopt, dat richtte zich meer op circulaire installaties toch?

Ja, precies. Dan hebben inderdaad over de materialen vraagstukken en dan specifiek de installaties, omdat dat toch nog een stukje achterloopt. Kijk, heel circulariteit is nog niet zo ver als energieneutraliteit hoor, maar vooral installaties is echt nog heel summier in de praktijk. Dat heeft er ook mee te maken dat het gewoon heel lastig is. Installaties bestaan vaak uit talloze verschillende materialen die vaak met elkaar verlijmd zitten, en zelfs de leveranciers weten niet eens precies welke materialen er allemaal in terug te vinden zijn. Dit is gewoon een heel lastig onderwerp en als onderdeel.

En heb je daar dan ook al een soort van oplossing voor gevonden? Wat is een gedeelte van de oplossing in die installatietechniek?

Het belangrijkste is denk ik dat veel leveranciers zichzelf wat bewuster worden van hoe de producten in elkaar zitten. Mensen uit andere ondernemingen moeten ook weer weten waar het product uit bestaat zeg maar. Bijvoorbeeld, de luchtbehandelingskast bestaat uit zoveel verschillende onderdelen en vaak heeft hoofdleverancier allemaal onder leveranciers die ook onderdeelje dan weer apart te leveren. Het is dus best lastig om daar echt een overzicht van te krijgen wat er precies allemaal in zit. Maar ik denk wel dat het heel belangrijk is dat we dat leveranciers het uiteindelijk wel goed voor ogen krijgen wat precies in een product zit. Het is lastig als buitenstaander, als adviseur of als opdrachtgever of zelfs als aannemer, die niet bij die leverancier betrokken om te weten wat er precies in zo'n installatie zit. Dat is een beetje het lastige aan de installaties. En ik denk eerlijk gezegd dat vooral de andere onderdelen, wat eerder zeg, eerder aangepakt worden dan de installaties. Installaties zijn denk ik, toch zeker de komende tijd, nog een beetje het achter geschoven kindje blijft. Het is wel grappig want toevallig mijn collega vandaag een blog naar mij gestuurd waarin ook die vergelijking gemaakt werd tussen energieneutraal of nul op de meter. Dat is eigenlijk een heel erg tot de verbeelding sprekende term. Als

je energie energieneutraal bouwt, dan weet je dat je net zoveel energie gebruikt als je zelf produceert. Maar in nul op de meter produceer je zelf de energie die je in de gebruiksfase gebruikt. Voor circulariteit heb je eigenlijk niet echt een term waarvan je met één woord kan zeggen wat je ambitie is en dat het heel erg tot de verbeelding spreekt. Maar gelukkig wordt het wel steeds bekender. Bijvoorbeeld met houtbouw, dat is natuurlijk best wel upcoming en een echte concurrent voor de beton. En isolatiematerialen van bio-based materialen is ook wel echt een dingetje geworden. Maar die installaties blijven achter.

Wat zijn volgens jou de belangrijkste principes van circulariteit en hoe worden deze principes toegepast? *Dat is best wel een brede vraag hè. Wij hebben hem laatst een publicatie gedaan waarin we eigenlijk alle thema's in 4 hoofdthema's hebben samengevat die wat ons betreft daarbinnen vallen, en met nog een aantal subthema's. Ik kan je op zich dat wel sturen volgens mij is het al openbaar namelijk. Dat is onder andere bijvoorbeeld circulaire uitvoering. Daar gaat het echt over de uitvoering van het bouwen. Dan heb je het bijvoorbeeld over bouwafval en sloopafval wat daar geproduceerd wordt. Maar ook circulair ontwerpen dus dan heb je het echt over losmaakbaarheid en over de flexibiliteit hoe je gebouwen indeelt. Dat soort thema's zeg maar.*

Wat versta jij onder het begrip circulariteit?

Ook wel een hele brede vraag. Zoals je vast hebt gehoord, hebben ze vanuit de overheid van het RVO een hele mooie definitie gegeven. De meeste mensen houden die ook aan. Op zich ben ik het er ook wel echt mee eens. Dat gaat over het beschermen van de materialen en het milieu en alles dat erbij komt kijken. En als hoofddoelen de milieubelasting zo laag mogelijk houden de uitputting van grondstoffen tegen gaan. Heel veel grondstoffen die schaars zijn. Daarbij moet ik altijd denken aan het hout dat wordt toegepast. We hebben heel veel schaarse grondstoffen, dat is wel heel belangrijk. Bijvoorbeeld ook de het hout wordt toegepast, kan weer opnieuw groeien. Alleen er wordt nog steeds heel veel hout toegepast bij projecten waar ontbossing bij komt kijken. Dat is hout wat wordt opgeofferd en niet meer terugkomt. Wat dat betreft is het altijd wel heel belangrijk dat je bijvoorbeeld hout toepast uit duurzaam beheerde bossen, dat het echt weer wordt terug geplant. Dat is ook circulariteit.

Wat zijn de voor- en nadelen van circulair bouwen?

Dat is ook echt heel afhankelijk van de opdrachtgever en welk project je doet. Het ene project kan financieel voordeel hebben, dat je bij renovatie dingen gaat hergebruiken wat kosten vermindert. Dat is uiteindelijk waar heel veel projectontwikkelaars en opdrachtgevers naar kijken, naar de kosten. Dat is logisch. Het kan natuurlijk een milieutechnisch voordeel hebben ten opzichte van traditioneel bouwen. En al die doelen die ik eigenlijk net noemde. Het nadeel kan zijn dat het soms wat lastiger wordt. Je moet soms rekening houden met bijvoorbeeld een bestaand gebouw dat ingedeeld is. Dus niet zoals

voorheen je vaak een leeg vel papier had die je gewoon helemaal naar eigen zin kan indelen. Je moet echt met het ontwerp rekening houden met de circulaire ambitie.

Wat zijn de kostenimplicaties van circulair bouwen?

Het is vaak kostenverhogend omdat het gewoon veel manuren kost. En met compensatie voor tweedehands materiaal kopen is het soms nog steeds duurder. Dan zijn nieuwe materialen zoals staal en dat soort dingen nog steeds goedkoper dan de uren die mensen moeten uitbesteden om dingen bijvoorbeeld te demonteren. Demontagebedrijven zijn nou eenmaal een stuk duurder dan slopers die gewoon alles eruit slaan zeg maar. Wat dat betreft is dat vaak een nadeel.

En die kosten die zitten dus vooral in de extra manuren om het om materialen te demonteren?

Ja, vaak wel inderdaad. De manuren en extra kosten die je rond transport hebt. En ook de verbruikskosten die zijn geproduceerd of juist hersteld moet worden. Dat is natuurlijk ook gewoon bij nieuwe materialen, alleen daar heb je vaak dat je iets bestelt en het wordt afgeleverd. Het enige wat je dan aan manuren kwijt bent, is het weer in het gebouw zetten. En vaak als er wordt gesloopt, hoeven ze niks te houden voor verkoop. Dus ze zijn al heel snel het hele gebouw doorlopen, veel sneller dan een demontagebedrijf. Wat dat betreft is, qua manuren, circulair bouwen veel duurder dan traditioneel bouwen.

En de stijgende bouwkosten bijvoorbeeld, is circulariteit dan ook nog een manier om dat te omzeilen?

Want de bouwkosten stijgen nu heel erg de afgelopen jaren en met circulair bouwen dan heb je natuurlijk ook een gedeelte van de materialen die hergebruikt, speelt dat mogelijk een rol om circulair bouwen financieel wel rond te krijgen? Of is het meer een algemene bouwkosten stijging waardoor alle materialen hoger zijn, dat het wordt doorgerekend in hergebruikte materialen?

Nu is het zo dat die manuren veel duurder zijn dan de kosten van de materialen. Maar het klopt wel wat je zegt. In principe is de stijging van staal en dat soort materialen, die echt heel erg is de afgelopen jaren, eigenlijk op zich positief voor circulair bouwen. Als je materialen echt een stuk duurder worden en de manuren blijven een beetje gelijk of maar een klein beetje duurder, komt het moment steeds dichterbij elkaar dat circulair bouwen ook financieel interessanter is. Wat dat betreft kan circulair bouwen zeker helpen met de kostenvermindering. Als je nu kijkt is nog wel vaak circulair bouwen duurder dan traditioneel, als je de kosten van de materialen meeneemt. Maar het zal me niks verbazen als, over 4 a 5 jaar, die stijging zo door blijft gaan dat het steeds dichterbij elkaar toe komt. Dan zou dat wel een mooie motivatie zijn.

Wat zijn de obstakels voor het toepassen van circulariteit?

Ook dat is wel heel project afhankelijk denk ik. Het grootste is vaak de extra tijd die je eraan kwijt bent, dus in het ontwerp maar ook de afstemming. Ik heb het project waar serieus een heel bedrijf alleen maar

bezig is met het beheersen van de reststromen. Dat zijn de stromen die uit het gebouw gaan om daar zoveel mogelijk nieuwe afnemers voor die projecten voor te vinden of om een bedrijf te vinden die dat goed kan recyclen. Dat kost gewoon echt heel veel tijd. Ik denk dat dat iets is waar bedrijven en opdrachtgevers niet zo op zitten te wachten. Dat is natuurlijk gelijk gekoppeld aan de extra tijd die je kwijt bent en het kost ook gewoon meer aan advieskosten en soms ook nog aan bouwkosten omdat die manuren zo duur zijn. Ik denk dat dat de twee grootste obstakels zijn.

Wat moet er volgens jou gebeuren om de doelstellingen van 2050 te halen?

Ik denk op gebied van circulariteit vooral doen. Wat je waarschijnlijk wel tijdens het onderzoek merkt is dat er echt super veel theorie is, heel veel onderzoeken, heel veel leidraden en handreikingen. Je kan eigenlijk het overzicht bijna niet meer vinden in wat er allemaal wel niet gepubliceerd is. Alleen wat er nog veel ontbreekt is kennis uit de praktijkervaring. In de praktijk brengen wat er nou in die handreiking staat. Langzamerhand zie je wel steeds meer projecten, vooral vanuit de overheid die er mee bezig is. Maar ik denk wat belangrijk is om die doelstellingen te halen, is gewoon veel meer met zijn allen in de praktijk brengen. Ook al is het maar een deel van een gebouw of is maar een klein onderdeel van het gebouw waar je circulariteit probeert toe te passen. Daar leer je in ieder geval toch van. Hoe vaker je het doet, hoe sneller dat ook allemaal weer gaat. En je leert van elkaars fouten. Dus op het moment is het denk het belangrijkste is om in de praktijk te brengen wat er allemaal opgeschreven is over hoe je circulariteit kan toepassen. Wat ook belangrijk is, is het delen waar je tegenaan liep tijdens die projecten. Dan weet je van elkaar ook waar ze tegenaan liepen en waar je op moet letten.

Wat is de relatie tussen circulair en energieneutraal bouwen?

Ten eerste moet ik denken aan de wettelijke plicht voor energieneutraal bouwen die er nu is vanaf 1 januari. En je hebt de mpg, ik weet niet wie die kent, die is vanaf volgens mij 2018 verplicht en sinds 1 juli dit jaar. Een paar dagen geleden is de verplichting voor woningen en kantoren om naar 0,8 te gaan. Dat is de grenswaarde wat je mag halen. Je ziet met projecten waarbij ineens iets moet met dan ambities, dus met de energieneutraal en de milieuprestatie zeg maar. Materiaal liet zien dat die mekaar snijdt. Als je echt heel graag nul op de meter wil halen, en dan heb je toch vaak goede isolatie nodig en je hebt veel zonnepanelen nodig. Als je dat in de mpg gaat invullen, zie je dat dat dat gewoon erg slecht scoort. Dat is op het moment een hele situatie, omdat heel veel materialen toch heel erg milieubelastend zijn waardoor je vaak optimale ambities hebt, maar ze niet kan combineren. Dit zijn de materialen vraagstukken en waar die elkaar snijden.

En dan doel je daarmee op embodied Energy?

Ja, precies.

Kan je op basis daarvan in een gebouw circulariteit en energieneutraal combineren? Als je even los kijkt van die embodied energy?

Ja, zeker. Dat is een beetje lastig want je kan circulariteit niet zozeer koppelen aan een heldere doelstelling. Energieneutraal is natuurlijk duidelijk, dat je niet meer energie verbruikt en dat je zelf opwekt. Circulariteit kan er zeker mee samen. Alleen als je daar ook een bepaald toestemming voor hebt van een mpg score, of een 5% hergebruik van het gebouw. Als je renovatie hebt, dan kost dat gewoon wat meer moeite dan alleen je energienetische doelstellingen. Het is makkelijker om een van de twee te doen dan allebei. Maar ja, dat is nou juist het ding, die moeten we natuurlijk allebei doen als je echt duurzaam wil bouwen. Ik merk dat die samenwerking, die koppeling van beide, dat is nog echt heel erg zoeken in de praktijk hoe je dat precies vorm gaat geven. Dus waar elkaar snijdt en wat elkaar weer kan ondersteunen. Dat is wel echt lastig. Ik heb wel een mooi voorbeeld van een project uit Amsterdam waarbij de verlichting is omgebouwd en hergebruikt. Omdat hierbij grotendeels oude tl armatuur werd gebruikt, is de techniek omgebouwd zodat er led verlichting in kon. Daarmee wat het en energiezuinig, goedkoper en circulair. Dat was wel echt eentje van ik dacht van kijk daar hebben we de technische levensduur verlengt, het is circulair en er is winst geboekt. Dat is eigenlijk waar je altijd naar moet zoeken.

Wat zijn de kosten implicaties van gelijktijdig energieneutraal en circulair bouwen?

Ja, we hadden het kostentechnisch net al over dat dat het echt moeilijk maakt. Vaak is energieneutraal bouwen al qua investering wat meer, maar dat verdient je vaak wel terug In de exploitatie. maar de investeringskosten zijn hoger doordat je toch zonnepanelen en isolatie etcetera moet toepassen. Maar met energieneutraliteit is daar vaak wel een soort businesscase. Bij circulair bouwen heb je niet zozeer een voordeel in exploitatie. Dus dat is meer een investering die je moet doen en in principe niet terugverdiend in kosten. Het is lastig om circulair te bouwen om die businesscase rond te rekenen omdat je vaak niet een voordeel hebt. Misschien alleen als je gaat rekenen met de totale materiaalkosten ook aan het eind van de levensduur, dat je die meeneemt in een Total Cost of Ownership. Maar dan heb je het vaak over nieuwbouw en dan over bijvoorbeeld losmaakbaar maken. Als een materiaal makkelijk losmaakbaar is, heeft het meer restwaarde als je iets verlengt. Dan kan je op die manier misschien een businesscase maken. Anders is het lastig want je hebt niet echt een financieel voordeel van circulair bouwen vaak.

Bijlage 3 – Codering

Circulariteit definitie
<ul style="list-style-type: none">- In de basis gaat de circulaire economie heel erg over materialen.- de kans hebben om ook andere kringlopen erin te betrekken. Je hebt bijvoorbeeld de groen kringlopen en je hebt de waterkringloop- En verder het materiaal is niet per se circulair, maar het materiaal wordt pas circulair als je het daarna weer kan aanpassen of hergebruiken.- moet zorgen om die materiaalstromen in een kringloop toe te passen en dus op een bepaalde manier ook zo moet gaan bouwen dat je materialen kunt hergebruiken. En verder dat je duurzame materialen toepast en geen grondstoffen die we op een gegeven moment niet meer kunnen delven.- het beschermen van de materialen en het milieu en alles dat erbij komt kijken. En als hoofddoelen de milieubelasting zo laag mogelijk houden de uitputting van grondstoffen tegengaan.
Code: Begrip
Key words: Materialen, kringlopen, grondstoffen

Materialen
<ul style="list-style-type: none">- In de basis gaat de circulaire economie heel erg over materialen.- En verder het materiaal is niet per se circulair, maar het materiaal wordt pas circulair als je het daarna weer kan aanpassen of hergebruiken.- ontwerpen op een losmaakbare manier en materialen toepassen die niet toxisch zijn. Dus de natuurlijke materialen.- het niet hoeven afbreken of slopen van een gebouw is super duurzaam en eigenlijk ook heel circulair, want je voegt geen nieuwe materialen toe- Het hangt ook heel erg af van wat komt er vrij op het moment dat je gaat bouwen.- Dus de circulaire economie draait niet alleen maar om het hergebruik van materialen nu, maar ook om het hergebruik van nieuwe materialen over 50 jaar.- Bij circulair speelt het vooral hoe je naar de grondstofstromen en de levensduur kijkt. En ook het ontwerp; kan je het makkelijk losmaken, hergebruiken en repareren.
Code: Begrip
Key words: Materialen, natuurlijk, niet slopen, afhankelijk, toekomst

Relatie CE en EN duurzaamheid
<ul style="list-style-type: none">- Je hebt energieneutraliteit, circulair en CO_2 neutraal. Je kijkt uiteindelijk naar al die componenten bij elkaar. Het is gek als je alleen maar naar circulariteit kijkt. Dan zou je in principe heel circulair het casco laten staan en er daarna schil omheen brengen die volledig bio-based is met houten kozijnen, noem maar op. Maar als dat zo lek is als een mandje is, moet je stoken voor de hele buurt. Een circulair gebouw dat heel slecht energetisch scoort, vind ik niet duurzaam. Als je het goed doet, doe je beide.- sowieso één ding gemeen en dat is het terugdringen van CO_2 uitstoot.- Circulaire bouw draagt bij aan energiedoelstellingen dus aan hoe energieneutraal.- Op het moment dat je dat materiaal na gebruik ook nog eens niet opnieuw hergebruikt of gaat recyclen maar storten, moet je dus als gebruiker die energie die nodig was om het materiaal te maken is helemaal verdisconteren in jouw gebouw. Terwijl als het zodanig ontworpen was dat het weer op een andere plek hergebruikt kan worden, dan deel je de energie die nodig was bij de productie.- Het is makkelijker om een van de twee te doen dan allebei. Maar ja, dat is nou juist het ding, die moeten we natuurlijk allebei doen als je echt duurzaam wil bouwen.
Code: CE EN Relatie

Key words: CO2, hergebruik, duurzaamheid

Bouwkosten CE

- Maar het probleem is dat het beide dingen zijn die aan de voorkant geld kosten en die zich niet altijd terugverdienen in de loop van de tijd.
- Wat je nu ziet in de markt is dat qua nieuwe producten voor circulariteit dit nog geld kost.
- nieuwe circulaire producten vaak een hogere initiële investering kennen. omdat dit nog in ontwikkeling is, zijn deze producten duurder.
- meerkosten misschien wel tussen de 10% en 30% liggen
- schaarste dat materialen op dit moment niet te betalen zijn. Wat er nu ook gebeurt is dat hout enorme partijen worden opgekocht vanuit het buitenland.
- Wat er ook bij komt is dat arbeid de komende jaren ook steeds goedkoper wordt. Dus die arbeid gecombineerd met tweedehands materialen die beschikbaar komen, zorgen er wel echt voor dat dan het businessmodel achter tweedehands materialen veel aantrekkelijker wordt.
- De kosten implicaties van circulair bouwen komen erbij, dus het is gewoon duurder.
- Het is vaak kostenverhogend omdat het gewoon veel manuren kost.
- In principe is de stijging van staal en dat soort materialen, die echt heel erg is de afgelopen jaren, eigenlijk op zich positief voor circulair bouwen. Als je materialen echt een stuk duurder worden en de manuren blijven een beetje gelijk of maar een klein beetje duurder, komt het moment steeds dichterbij elkaar dat circulair bouwen ook financieel interessanter is.

Code: CE kosten

Key words: manuren, innovatie, duurder

Verdienmodel CE

- Als je op een andere manier naar projecten kijkt dan zie je dat het heel veel op kan leveren.
- Je hebt dan de materiaal componenten in ieder geval die niet die niet zo duur zijn als nieuwe materialen bij nieuwbouw. Alleen je hebt een arbeidscomponent en die gaat tot zware tillen omdat je moet demonteren en vervolgens weer moet monteren. Je kan goed rekenen aan die businesscase.
- restwaarde kapitaliseren
- Ja, het is natuurlijk gewoon duurder en je moet je businessmodel veel langer uitstrekken. In het begin maak je veel meer kosten om uiteindelijk een circulair gebouw te maken. Uit mijn hoofd, is een circulair gebouw 10% tot 16% duurder dan een dan een regulier gebouw.
- Die restwaarde van de materialen die wordt gewaarborgd, omdat je juist in het begin nadenkt over losmaakbaarheid en over het gebruik van biomassa. Door bijvoorbeeld dus terug koopovereenkomst, product service Systems en een materiaal paspoort. Dat zijn allemaal dingen die wat kosten in het begin. Maar over de lange termijn worden die baten pas echt zichtbaar.
- kostenvoordeel met circulair slopen nu al heel erg gebeurt.
- Ik denk ook wel dat die samenwerking er juist voor kan zorgen dat een businessmodel wel uit kan. En of je het nou doet met het materialenpaspoort, terug koopovereenkomsten of dat je aan het einde containers vult op de bouwplaats met oude materialen die dan weer hergebruikt kunnen worden bijvoorbeeld.
- Dat brengt complicaties met zich mee ook met afschrijving. Maar dat zou je dan dus van tevoren met elkaar moeten afspreken hoe je dan die kosten en risico's verdeelt
- Maar het hoeft niet altijd duurder te zijn. Dat hangt heel erg af van het ontwerp en de vorm waarvoor je kiest van financiering en investering.
- Het is lastig om circulair te bouwen om die businesscase rond te rekenen

- Om nog financiële implicatie te noemen, omdat het naar mijn weten nog niet is gedaan aan het einde van het leven, kan je het ook nog niet echt heel hard te maken.

Code: CE verdienen

Key words: restwaarde, afschrijving, financieringsvorm

Obstakels

- hogere initiële investering
- Een nadeel is wel op dit moment nog dat heel veel mensen nog een beetje de hakken in het zand zetten.
- Dus de markt loopt enorm tegenaan dat bijvoorbeeld beton beter scoort in de MPG op sommige vlakken dan hout, omdat hout een verbrandingsafval scenario heeft een beton niet.
- We zijn allemaal gewend om alles aan elkaar te storten of te verlijmen. Dat vraagt gewoon om een andere manier van ontwerpen.
- Vooral in bestaande bouw, omdat het gewoon niet ontworpen is om weer opnieuw te gebruiken. Dan denk ik met name aan dingen die verlijmd zijn. Het is lastig om dat weer opnieuw te gebruiken. Die kan je eigenlijk alleen nog weer recyclen of hergebruiken.
- Wat ik zie is dat het een hele andere manier van bouwen vergt.
- wet en regelgeving maakt dat moeilijk.
- Daarnaast zijn wij nog onvoldoende in staat om alle beschikbare producten op een goede manier binnen projecten toe te passen.
- Ik denk een nadeel nu nog is regelgeving.
- gemeentes die daar wat coulanter mee omgaan, vooral met de gedachte in het achterhoofd dat hergebruik hoger in het vaandel staat dan het behalen van die eisen die onder zoveel jaar toch nog hoger wordt gezet.
- En ook andere manier van met elkaar omgaan.
- Want partijen moeten op een andere manier gaan samenwerken en ze zijn gewoon gewend aan de huidige manier van bouwen. En verandering kost moeite.
- Meer samenwerking in de hele keten. Dus alle partijen dus van architecten, toeleveranciers, aannemers en sloopbedrijven.
- de extra tijd die je kwijt bent en het kost ook gewoon meer aan advieskosten en soms ook nog aan bouwkosten omdat die manuren zo duur zijn.

Code:

Key words: regelgeving, kosten, procesmanagement, samenwerking

Innovatie

- De installatiebranche loopt daarin achter. Er zijn weinig circulaire alternatieven, ook vanwege een stukje materiaalgebruik wat moeilijk duurzaam te maken is
- nog niet zoveel kennis zit in vergelijking met traditioneel bouwen, kan dat voor wrijving zorgen
- En innovatie ook wel. Dus dat aan de aanbodkant verdere doorontwikkeling van materialen die geschikt zijn voor circulair bouwen

Code: innovatie

Key words: installatie, kennisgebrek, materialen

Principes van Circulariteit

- circulariteit bestaat uit twee dingen. Dat is enerzijds materiaalgebruik en anderzijds demontabiliteit, dit wordt ook wel losmaakbaarheid genoemd.
- ontwerpen op een losmaakbare manier en materialen toepassen die niet toxisch zijn. Dus de natuurlijke materialen.

- geen nieuwe materialen toevoegt
- 6 thema's die zijn: toekomstbestendigheid, materialen, energie, gezondheid, sociale impact en de gebouwde omgeving.
- Ja, losmaakbaarheid is inderdaad één van de belangrijkste principes en daarnaast een lange termijn businessmodel.
- R-ladder. Bovenaan staan strategieën zoals rethink en reuse, dus het op de andere manier omgaan met je grondstoffen. Als je dan toch gebruikt hebt dat je dan kijkt naar zo'n hoogwaardige mogelijkheid om ze weer te hergebruiken. Dan gaat reparatie van producten veelal voorop hergebruik en als dat helemaal niet gaat dan kun je altijd nog recyclen.

Code: Ce prin

Key words: materiaalgebruik, losmaakbaarheid, R-ladder

Proces

- Met name om duidelijk te maken dat het eigenlijk niet moeilijk is om circulair te bouwen als je de juiste processen hebben opgesteld, vooral in de initiatief en ontwerpfase.
- Meer voorbereiding
- in je initiatief en ontwerpfase eigenlijk al anticipeert op wat voor impact je gebouw over 50 tot 100 jaar gaat maken.
- Je moet soms rekening houden met bijvoorbeeld een bestaand gebouw dat ingedeeld is. Dus niet zoals voorheen je vaak een leeg vel papier had die je gewoon helemaal naar eigen zin kan indelen. Je moet echt met het ontwerp rekening houden met de circulaire ambitie.
- van tevoren nadenken over wat je later met de materialen gaat doen. Daarbij komt dus materialenpaspoort kijken

Code: Proces

Key words: praktijk, toekomst, voorbereiding

Verbetering

- Maar op het moment dat er straks heel veel vraag is, springen partijen daarop in en dan wordt het weer goedkoper natuurlijk.
- Dus je moet heel veel missie werk doen om ze over de streep te krijgen.
- Bewustzijn en kennis zijn de grootste hordes.
- Terwijl er nog veel meer winst is te behalen als je het nu zodanig ontwerp dat je het op een later moment uit elkaar kunt halen of kunt repareren of in een andere toepassing kunt gebruiken.
- wat er nog veel ontbreekt is kennis uit de praktijkervaring.
- Nog lang niet alle installaties zijn makkelijker te repareren of aan te passen aan de eisen van deze tijd. Dus daar ligt dan eigenlijk weer een opgave voor de fabrikant om dat soort installaties zodanig te ontwerpen en op de markt te brengen.
- Het is belangrijk dat beide gebeurd, dus zowel aan de aanbodkant als aan de vraagkant.
- Hoe vaker je het doet, hoe sneller dat ook allemaal weer gaat. En je leert van elkaars fouten.

Code: Verbetering

Key words: praktijk, missie, toekomst

Voordeel

- Net zo duur zijn als nieuwe materialen
- Voordelen is dat het veel beter is voor het milieu. Je gaat heel anders tegen de bebouwde omgeving aankijken, meer als een integraal geheel van materialen met heel veel kansen eigenlijk

- Een ander voordeel vind ik dat als je businessmodel voor langere termijn aanneemt, je direct de langetermijnvisie van bedrijf waarborgt
- ecologische milieu maar ook sociale milieu en economische milieu.
- Dan is een voordeel van circulair bouwen dat je veel materialen kan hergebruiken.

Code: voordeel

Key words: milieu, hergebruik, visie

Energieneutraliteit

- Want een energieneutraal gebouw is natuurlijk ook duurder. Dat weten we allemaal, want je hebt meer isolatie nodig en een betere beglazing enzovoort.
- Energieneutraliteit zit in die niet echt op materiaalgebruik. Je bent dan kijken hoe kun jij compenseren.
- Wanneer je nu het geld niet hebt, kan je er wel voor zorgen dat je bijvoorbeeld kan aansluiten op een BKO of dat je in ieder geval kijkt naar een super geïsoleerde schil met weinig infiltratie verliezen. Als je dat bij de voorbereiding goed doet, dan is de investering later (dus eventueel het bijleggen van pv panelen) wel goed te doen.
- Ik weet wel als je zowel energieneutraliteit wil combineren met circulariteit dat je heel veel voorbereiding nodig hebt.

Code: EN

Key words: duurder, materiaalgebruik

Motivatie

- creativiteit ook voorop staat in plaats van alleen maar rationaliteit. Want je zag je heel vaak dat besluiten werden gemaakt op basis van geld.
- beschikbare grondstoffen, want die raken uitgeput.
- wel mee moet doen want anders loop je achter
- intrinsieke motivatie die partijen hebben. De motivatie dat wij na ons nog een hele wereld voor onze kinderen en kleinkinderen nalaten.
- Ik was altijd al fan van duurzaamheid, om gebouwen zo efficiënt mogelijk te maken en zo energiezuinig mogelijk optimaliseren. Dus ik vond het heel leuk om met circulariteit naar het optimaliseren van materialen materiaalstromen te kijken, super interessant. Heel leuk dat er mogelijkheden zijn om CO₂ bespaard kan worden wat in die materialen zit.
- vraag die PBL kreeg om te kijken naar een afvalstoffenheffing,

Code:

Key words: milieu, uitdaging, afvalstoffenheffing

Relatie CE en EN tegenstrijdig

- Dan pas je de principes van circulariteit toe op je installaties waardoor die een langere levensduur hebben en je dus minder energie nodig hebt voor installaties in je gebouw.
- In MPG scoor je hoog, maar in BCI laag. Je hebt het nodig om naar energieneutraliteit te gaan. Dus in hoeverre zijn die bouwstijlen complementair? Je kunt een super circulair project hebben, die niet energieneutraal is.
- onderdeel van installatietechniek die bijdragen aan de energieneutraliteit van een gebouw, als die ontworpen worden en vastgemaakt worden op basis van circulaire principes (losmaakbaarheid en modulariteit) kan dat erg helpen om die link te leggen tussen circulariteit en energieneutraliteit.
- veel materialen toch heel erg milieubelastend zijn waardoor je vaak optimale ambities hebt, maar ze niet kan combineren.

Code: Rela tegen

Key words: installaties, embodied energy

Relatie CE en EN versterken

- Dus je ziet eigenlijk niet dat iets alleen maar super circulair is terwijl er niet naar de energiecomponent is gekeken.
- Dat is wel een hele sterke connectie eigenlijk tussen het hergebruik van tweedehands materialen en energieneutraliteit. Dus in die zin denk ik wel dat ze elkaar versterken op dat vlak. Dus als ik zou moeten zeggen of er een relatie is tussen energieneutraliteit en circulariteit, zou ik zeggen ja. Maar je moet wel ver zoeken waar die zit.
- Maar ik denk dat nog wel het zwaartepunt van de implicaties ook qua kosten naast organisatie volgens mij nog vooral bij het circulaire aspect ligt.
- Ik denk dat het heel lastig is of bijna onmogelijk om energieneutraal te bouwen zonder de principes van circulaire economie mee te nemen. Juist door in te zetten op circulariteit kun je ook energiebesparing halen en minder milieu impact en dus minder energie emissies die daarmee samenhangen tijdens de fabricage en tijden het in elkaar zetten bij transport.

Code: Rela voor

Key words: milieu impact, versterken