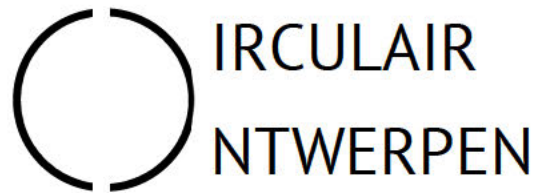


Onderzoeksrapport



Marijn Wals

Bachelor Built Environment – major bouwkunde
Academie voor Architectuur en Built Environment
Hanzehogeschool Groningen
Coach: David Gerds

DAAD Architecten

Begeleider: [REDACTED]

Beilen

19 mei 2020

Gegevens

Opdrachtgever

Bedrijf:	DAAD Architecten BV
Adres:	Paltz 21 9411 PM
Plaats:	Beilen
Contactpersoon:	[REDACTED]
E-mail:	[REDACTED]
Telefoonnummer:	[REDACTED]

Onderwijsinstelling

Onderwijsinstelling:	Hanzehogeschool Groningen
Instituut:	Academie voor Architectuur en Built Environment
Adres:	Van DoorenVeste Zernikeplein 11 9747 AS
Plaats:	Groningen
Coach:	David Gerds
E-mail:	d.e.gerds@pl.hanze.nl

Auteur

Naam:	Marijn Wals
Studentnummer	357335
Studie:	Bachelor Built Environment
Major	Bouwkunde
E-mail:	m.m.g.wals@st.hanze.nl

Voorwoord

Voor u ligt het onderzoeksrapport 'circulair ontwerpen'. Dit onderzoeksrapport is geschreven met als doel om vanuit het circulaire gedachtegoed een algemene strategische benaderingsmethode te bieden voor circulaire ontwerpvragestukken. Hierbij wordt ingegaan op het creëren van bewustwording, het omdenken, evenals de consequenties en kansen die zich voordoen bij de ontwikkelingen in de transitie naar een circulaire bouwconomie.

De opwarming van de aarde, schaarste aan grondstoffen, vervuiling van oceanen en verstoring van ecosystemen zijn slechts een kleine greep uit de gevolgen van ons huidige, lineaire, consumentengedrag. Deze economie kan worden samengevat in drie woorden: 'take, make & waste'. Grondstoffen worden gewonnen en verwerkt tot producten. Na het gebruik van deze producten gooien we ze vervolgens weg. In een circulaire economie gebeurt dit niet. Hier wordt efficiënt omgegaan met grondstofgebruik en bestaat afval niet meer.

Maar hoe veranderen we een systeem dat al zo lang op deze manier is ingericht? Dat is voor iedereen nog een zoektocht. We staan nog maar aan het begin van deze transitie en we leren door te experimenteren! Om als toekomstig ontwerper een bijdrage te leveren aan deze ontwikkelingen heb ik bewust gekozen voor het onderwerp 'circulair ontwerpen'. DAAD Architecten in Beilen is een organisatie met veel ervaring en motivatie voor biobased en circulaire architectuur. Een verbintenis aangaan met DAAD Architecten (DAAD) was dan ook snel besloten.

DAAD onderschrijft en werkt mee aan het manifest *Circulaire Architectuur*. Hiernaast staat DAAD voor eigentijdse en 'volhoudbare' architectuur met een voorkeur voor natuurlijke en duurzame materialen. Met deze gedeelde visie op architectuur zijn onze handen ineen geslagen om gezamenlijk te werken aan een volhoudbare toekomst. Ik wil dan ook graag mijn collega's bij DAAD bedanken voor de prettige samenwerking en de ervaringen die ik bij DAAD heb mogen opdoen. In het bijzonder gaat mijn dank uit naar [REDACTED]. Van hem kreeg ik de kans om mijn afstudeertraject bij DAAD te doorlopen. Met veel enthousiasme en de nodige humor heeft hij mij door deze leerzame periode heen weten te leiden.

Daarnaast wil ik graag de leden van de reviewgroep, [REDACTED], [REDACTED] en [REDACTED], maar zeker ook mijn studiebegeleider David Gerds bedanken voor de fijne samenwerking, hun goede raad, hun frisse kijk op mijn producten en de sturing die ze mij gedurende het gehele proces hebben gegeven.

Ten slotte wens ik de lezers van mijn onderzoeksrapport veel leesplezier toe. Ik hoop dat dit rapport eenieder aan het denken zet en doet beseffen dat we het **samen** anders moeten aanpakken.

Step into the circle!

Marijn Wals

Groningen, 19 mei 2020

Samenvatting

Door klimaatopwarming en optredende grondstofschaarste is het velen inmiddels wel duidelijk dat we ons consumptiegedrag moeten veranderen. De doelen van de Rijksoverheid zijn helder: 50% minder primair grondstofverbruik in 2030 en een volledig circulaire economie in 2050. Hoe deze transitie gerealiseerd wordt en wat daarvoor nodig is, blijft een zoektocht. Om draagvlak voor circulariteit te creëren en om beter gebruik te maken van dat wat beschikbaar is, is onderzoek gedaan naar circulariteit en de daarbij behorende definities, uitgangspunten, meetmethoden en praktijkvoorbeelden met als doel om op basis van de onderzoeksresultaten een methode te destilleren en daarmee een strategische benaderingsmethode te bieden voor toekomstige ontwerpvragestukken.

Door de benaderingsmethode op een casus toe te passen, kan de invloed op het ontwerp worden beschreven en de bruikbaarheid van deze methode worden bepaald. De casus betreft de doorontwikkeling van een biobased woning naar circulair en remontabel en is specifiek gericht op een kenmerkend detail. Met dit praktijkvoorbeeld wordt de vertaalslag op detailniveau aangetoond en wordt beschreven hoe de biobased woning circulair en remontabel kan worden doorontwikkeld. Hiermee wordt antwoord gegeven op de volgende hoofdvraag:

Wat is de invloed van circulaire ontwerpprincipes op de vertaalslag van de biobased woning van DAAD naar circulair en remontabel?

Voor de totstandkoming van het onderzoeksrapport zijn verschillende deelonderzoeken opgezet en is er op verschillende manieren data verzameld. Allereerst zijn de definities, uitgangspunten en meetmethoden van circulariteit door middel van deskresearch onderzocht en beschreven. Door het analyseren van rapporten van enkele pioniers op het gebied van de circulaire transitie, zoals De Circulaire Bouweconomie, Platform CB'23 en de Dutch Green Building Council, kon het theoretische gedeelte, het literatuuronderzoek, worden afgesloten. Uit de rapporten komt naar voren dat de circulaire economie bedoeld is om *herbruikbaarheid van producten en grondstoffen te maximaliseren en waardevernietiging te minimaliseren*. Dit komt in essentie op het volgende neer:

- minimaliseren van grondstofgebruik
- maximaal hergebruik van producten en onderdelen
- hoogwaardig hergebruik van grondstoffen.

Circulair bouwen gaat hier dieper op in door ontwerpen te realiseren met circulaire producten die remontabel en herbruikbaar zijn. Voor de bepaling van circulariteit is nog geen universele meetmethode: er zijn tal van meetmethoden, maar allen zijn gebaseerd op **1)** het 6S-model van S. Brand dat uitgaat van zes unieke bouwlagen en **2)** het 10R-model van Prof. Dr. J. Cramer voor het waarderen van hoogwaardig hergebruik.

Vervolgens is er fieldresearch gedaan om ervaringen uit de praktijk te vertalen naar vertrekpunten voor een circulair ontwerpproces. Door in gesprek te gaan met architecten en bouwkundigen van DAAD, maar ook met een circulaire sloper en projectontwikkelaar, konden ervaringen, belemmeringen en kansen uit pilotprojecten worden verzameld. De uitkomsten van deze gesprekken bieden sturing aan de toekomstige benadering van ontwerpvragestukken. Uit deze pilotprojecten is gebleken dat we moeten 'omdenken': Niet kiezen voor de bekende weg, maar leren door te experimenteren. Hiervoor is niet alleen het versoepelen van wet- en regelgeving, maar ook

onderzoek naar nieuwe businessmodellen, de ontwikkeling van gebouwspaspoorten en een andere *mindset* ('oogsten in plaats van slopen') vereist.

De bevindingen uit de deelonderzoeken zijn samengevat in zes ontwerpstrategieën en vormen de vertrekpunten voor een circulair ontwerpproces:

1. Minimalisatie van gebruikte materialen.
2. Remontabel ontwerpen.
3. Maximalisatie van de hoeveelheid hergebruikte materialen.
4. Maximalisatie van de hoeveelheid hernieuwbare (biobased) materialen.
5. Beschikbaarheid van informatie over materiaal, element en product.
6. Geen of minimale toxiciteit bij het ontwerp.

Met de toepassing van deze ontwerpstrategieën op de vertaalslag van de biobased woning van DAAD naar circulair en remontabel is gebleken dat de ontwerpstrategieën veel raakvlakken hebben met het ontwerp van de biobased woning. Deze sluiten echter niet allemaal naadloos aan op de doorontwikkeling van een bestaand ontwerp. De invloed van circulaire ontwerpprincipes op de vertaalslag van de biobased woning komt in essentie neer op het volgende:

- Het minimaliseren van materiaalgebruik.
- De toepassing van materialen met een lage milieubelasting.
- Waar mogelijk toepassing van hergebruikte materialen, elementen en producten.
- Het voorkomen van toxische en vervuilende materialen
- Het nadenken over hergebruik na de gebruiksfase losmaakbare verbindingen.

Hoewel het ontwerp van de biobased woning gebaseerd is op de strategie om materiaalgebruik te minimaliseren door het toepassen van een slimme plattegrondindeling en daarbij maximale toepassing van hernieuwbare (biobased) materialen of materialen met een lage milieubelasting, blijft de ontwerpstrategie maximalisatie van de hoeveelheid hergebruikte materialen onderbelicht. De mate van circulariteit wordt namelijk grotendeels beïnvloed door de beschikbaarheid van herbruikbare, circulaire materialen. Op het moment van schrijven waren deze materialen niet geschikt. Deze materialen dienen voorafgaand of tijdens het ontwerp te worden verzameld en op basis hiervan dient het ontwerp te worden bijgesteld.

Om de toepassing van de geboden ontwerpstrategieën gedegen te kunnen beoordelen zonder daarbij beïnvloed te worden door de restricties van een bestaand gebouw of ontwerp wordt dan ook aanbevolen om de bruikbaarheid van de ontwerpstrategieën te bepalen na de toepassing hiervan op een nieuw(bouw) ontwerpvragestuk. Ter aanvulling wordt aanbevolen om voorafgaand aan een circulair ontwerpproces samen met de opdrachtgever de gewenste circulaire ambitie en ontwerplevensduur te bepalen. Aan de hand van deze ambitie kunnen de geboden ontwerpstrategieën en vertrekpunten worden benut om per bouwlaag gepaste ontwerpbeslissingen te nemen.

Hoewel de ontwerpstrategieën zijn gebaseerd op vergaarde kennis en ervaring **op het moment van schrijven**, staan de ontwikkelingen echter niet stil. Ik beveel dan ook aan om de zes ontwerpstrategieën (de vertrekpunten uit dit onderzoeksrapport) bij toepassing hiervan te vergelijken met de meest actuele kennis en richtlijnen op dit gebied om op die manier een ontwerpvragestuk zo circulair mogelijk te kunnen benaderen.

Inhoudsopgave

1. Begrippenlijst	7
2. Inleiding	8
3. Onderzoeksmethode	9
4. Wat is de aanleiding en wat zijn de definities en uitgangspunten van een circulaire economie en circulair bouwen?.....	10
4.1 Circulaire economie	11
4.2 Circulair bouwen.....	13
5. Met welke methoden en instrumenten wordt circulariteit gemeten en beoordeeld?.....	14
5.1 6S-model	16
5.2 10R-model	17
5.3 Material Circularity Indicator.....	18
5.4 Building Circularity Index	19
5.5 Losmaakbaarheid.....	20
5.6 Conclusie	21
6. Wat is de invloed van circulaire ambities en praktijkvoorbeelden op het circulair ontwerpproces?	22
6.1 Omdenken.....	22
6.2 Wet- en regelgeving	23
6.3 Materiaal- of gebouwspaspoort.....	23
6.4 Van slopen naar oogsten.....	23
6.5 Praktijkvoorbeelden- en ervaringen.....	24
6.6 Conclusie	31
7. Wat zijn de actuele ontwerpstrategieën en vertrekpunten voor een circulair ontwerpproces?...	34
7.1 Algemene circulaire strategieën.....	34
7.2 Ontwerpstrategie voor circulaire gebouwen.....	34
7.3 Deelstrategieën per thema.....	35
7.4 Conclusie: ontwerpstrategieën en vertrekpunten voor een circulair ontwerpproces	36
8. Wat is de invloed van circulaire ontwerpprincipes op de vertaalslag van de biobased woning van DAAD naar circulair en remontabel?.....	38
8.1 De biobased woning vanuit circulaire ontwerpprincipes.....	38
8.2 Praktische toepassing van de ontwerpstrategieën	39
8.3 Conclusie	41
9. Conclusie.....	42
10. Discussie en aanbeveling	44
11. Geraadpleegde bronnen en literatuur	45
12. Bijlagen.....	47

1. Begrippenlijst

In dit onderzoeksrapport wordt een grote hoeveelheid aan technische termen gebruikt. De definities die in dit rapport worden gehanteerd, sluiten aan bij de definities die zijn gehanteerd in de *Transitieagenda Circulaire Bouweconomie* en het *Lexicon Circulair Bouwen*. Om de leesbaarheid van dit rapport te vergroten is in bijlage 1 het *Lexicon Circulair Bouwen* (Platform CB'23, 2019) toegevoegd. Dit lexicon biedt in de definitielijst (begrippenlijst) duidelijkheid over het eenduidig gebruik van verschillende termen rondom circulair bouwen. Onderstaande tabel 1 toont de definities van de meest gebruikte begrippen in dit onderzoeksrapport:

Tabel 1: Begrippenlijst van meest gebruikte begrippen

Begrip	Definitie/verklaring
Biobased materialen	Materialen of producten die zijn gemaakt van hernieuwbare, organische grondstoffen in plaats van fossiele grondstoffen.
Circulair aanbesteden	Circulair aanbesteden is circulair inkopen voor aanbestedingsplichtige organisaties.
Circulair bedrijfsmodel (businessmodel)	Een circulair bedrijfsmodel is de wijze waarop de organisatie (meervoudige) waarde toevoegt aan de circulaire economie.
Circulair bouwen	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 door gebruik te maken van zoveel mogelijk hernieuwbare grondstoffen: bouwen op een wijze die economisch, sociaal cultureel en ecologisch verantwoord is.
Circulaire economie	Een economisch systeem dat bedoeld is om herbruikbaarheid van producten en grondstoffen te maximaliseren en waardevernietiging te minimaliseren. In het systeem wordt bij elke schakel nagedacht over de waarde voor de mens, de natuur en de economie met als doel producten, componenten en materialen te allen tijde op hun hoogste nut en waarde te houden, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen technische en biologische kringlopen.
Circulair gebouw	Een bouwwerk dat: • is ontworpen en uitgevoerd conform circulaire ontwerpprincipes; • is gerealiseerd met circulaire producten, elementen en materialen.
Demontabel	Demontage betreft het niet-destructief uit elkaar halen van een samengesteld bouwproduct of element waarbij het de voorkeur heeft dat dit op een eenvoudige wijze mogelijk is.
Grondstof	Een grondstof is een ruwe, onbewerkte stof die kan worden omgezet in een materiaal.
Hergebruik	Hergebruik is het opnieuw gebruiken van constructies, bouwproducten of elementen in dezelfde functie, al dan niet na bewerking.
Modulair bouwen	Modulair bouwen betekent dat op de bouwplaats gebruik gemaakt wordt van in een fabriek samengestelde elementen. Deze elementen bestaan vaak uit meerdere modules. Deze modules bevatten diverse, industrieel vervaardigde componenten.
Paspoort	Een paspoort voor de bouw documenteert op digitale wijze een object: waar een object uit bestaat -zowel kwalitatief als kwantitatief-, hoe het is gebouwd en waar het zich bevindt. Het documenteert het eigenaarschap van het geheel en/of van de delen.

2. Inleiding

We leven in een 'wegwerpeconomie'. In deze lineaire economie worden grondstoffen gewonnen, verwerkt tot producten en na gebruik weggegooid: *take, make & waste*. De gevolgen hiervan zijn voor ons allen kenbaar: opwarming van de aarde, grondstofschaarste, vervuiling van oceanen en verstoring van ecosystemen.

De *afvalmonitor* van Rijkswaterstaat¹ biedt inzicht in het verbruik van grondstoffen. Zo neemt de bouwsector ongeveer 50% van het wereldwijde verbruik van grondstoffen voor zijn rekening. Daarnaast is 40% van de afvalberg in Nederland afkomstig uit de bouw. Het rijksbrede programma *Nederland Circulair in 2050*² stelt dan ook duidelijke doelen: 50% minder primair grondstofverbruik in 2030 en Nederland circulair in 2050.

Omdat we aan het begin van deze transitie staan, is het voor velen dan ook nog onduidelijk wat circulariteit inhoudt, wat de principes hiervan zijn en welke methoden en instrumenten beschikbaar zijn om dit meetbaar te maken. Ook is niet duidelijk hoe circulariteit in het ontwerp kan worden benut. Toch kunnen we door slimmer en bewuster te ontwerpen de negatieve effecten van de huidige economie minimaliseren. Het is daarom noodzakelijk om naast het ontwikkelen van bewustwording over circulariteit, ontwerpopgaven te benaderen vanuit circulaire ontwerpprincipes.

Dit onderzoeksrapport is geschreven met het doel om vanuit het circulaire gedachtegoed een algemene, strategische benaderingsmethode te bieden voor toekomstige ontwerpopgaven. Door deze methode binnen een specifieke casus toe te passen kan de bruikbaarheid worden bepaald. Hierbij is de volgende hoofdvraag opgesteld:

Wat is de invloed van circulaire ontwerpprincipes op de vertaalslag van de biobased woning van DAAD naar circulair en remontabel?

Voor het beantwoorden van de hoofdvraag zijn deelvragen opgesteld. Voor deze deelonderzoeken is deskresearch en fieldresearch uitgevoerd. Door rapporten van pioniers in de circulaire transitie te analyseren, zijn definities, uitgangspunten en meetmethoden onderzocht en beschreven. Hiermee zijn de eerste deelvragen m.b.t. het theoretische gedeelte beantwoord. Vervolgens zijn door middel van fieldresearch (casestudies en interviews) ervaringen uit de praktijk vertaald naar uitgangspunten voor een circulaire ontwerpbenadering. Aan de hand van de ervaringen van DAAD en door het voeren van gesprekken met architecten, bouwkundigen en partners binnen bouw- en sloopbedrijven, zijn ervaringen, belemmeringen en kansen uit de projecten geanalyseerd. Dit heeft geleid tot zes algemene ontwerpstrategieën die de vertrekpunten voor circulaire ontwerpopgaven vormen.

Naast het bieden van een algemene, strategische benaderingsmethode van ontwerpopgaven kunnen de resultaten van dit rapport ook worden benut om de transitie naar een circulair gebouwde omgeving nog verder te versnellen. De in dit rapport beschreven bevindingen en vertrekpunten zijn namelijk een momentopname van de meest actuele kennis en recent opgedane ervaringen. Op basis van deze resultaten kan aanvullend onderzoek worden opgezet en wordt verdere doorontwikkeling mogelijk gemaakt.

¹ Rijkswaterstaat. <https://afvalmonitor.databank.nl/>

² Rijksoverheid. (2016). *Rijksbreed programma Circulaire Economie: Nederland circulair in 2050*

3. Onderzoeksmethode

Binnen het onderzoek is deskresearch en fieldresearch toegepast om uit literatuuronderzoek, interviews en casestudies data te verzamelen op basis waarvan antwoord gegeven kan worden op de hoofdvraag:

Wat is de invloed van circulaire ontwerpprincipes op de vertaalslag van de biobased woning van DAAD naar circulair en remontabel?

Om deze hoofdvraag te beantwoorden zijn er vier deelvragen opgesteld. Door het uitvoeren van verschillende deelonderzoeken kunnen de deelvragen worden beantwoord, wat leidt tot de beantwoording van de hoofdvraag. De deelvragen zijn als volgt:

1. Wat zijn de definities en uitgangspunten van een circulaire economie en circulair bouwen?
2. Met welke methoden en instrumenten wordt circulariteit gemeten en beoordeeld?
3. Wat is de invloed van circulaire ambities en praktijkvoorbeelden op het circulair ontwerpproces?
4. Wat zijn de actuele ontwerpstrategieën en vertrekpunten voor een circulair ontwerpproces?

Deskresearch

Door het uitvoeren van deskresearch (literatuuronderzoek) zijn artikelen en rapporten van pioniers in de circulaire economie gevonden en geraadpleegd. Dit zijn, naast rapporten van afstudeerders afkomstig uit de Hanzemediatheek, o.a. partijen als De Circulaire Bouweconomie, Platform CB'23 en de Dutch Green Building Council. De geraadpleegde bronnen zijn:

- Circulair bouwen standaard in Nederland?! (Sannen, 2018)
- Circulair Bouwen (Verbrugge, 2016)
- Transitieagenda Circulaire Bouweconomie (De Circulaire Bouweconomie, 2018)
- Framework Circulair Bouwen (Platform CB'23, 2019)
- A framework for circular buildings (Dutch Green Building Council, 2019)

Op basis van deze bronnen kon het theoretisch deel van het onderzoek worden uitgewerkt met als resultaat de beschrijvingen van definities, uitgangspunten en meetmethoden van circulariteit.

Fieldresearch

Aansluitend op het literatuuronderzoek is fieldresearch uitgevoerd om ervaringen van pioniers in de circulaire transitie uit te lichten. Het onderzoek naar casestudies heeft, naast kenmerkende projecten van DAAD, geleid tot andere interessante voorbeeldprojecten van bouwbedrijven, sloopbedrijven en vastgoedontwikkelaars.

Mede dankzij de verkregen inzichten en resultaten uit het literatuuronderzoek zijn doelgerichte vragen ontstaan. Deze vragen zijn, wanneer de beschikbare projectinformatie niet toereikend was, tijdens interviews met de betrokkenen bij de kenmerkende projecten en andere interessante voorbeeldprojecten (gezamenlijk de casestudies) afgenomen. Uit deze semigestructureerde interviews zijn de ervaringen, belemmeringen en kansen van deze circulaire projecten in kaart gebracht. Ondanks de specifieke - en projectgebonden ervaringen zijn de antwoorden en bevindingen geanalyseerd en getoetst op hun bruikbaarheid voor een algemene benadering van ontwerpopgaven. Op basis van deze data konden de ontwerpstrategieën die de vertrekpunten voor een circulair ontwerpproces vormen, worden opgesteld.

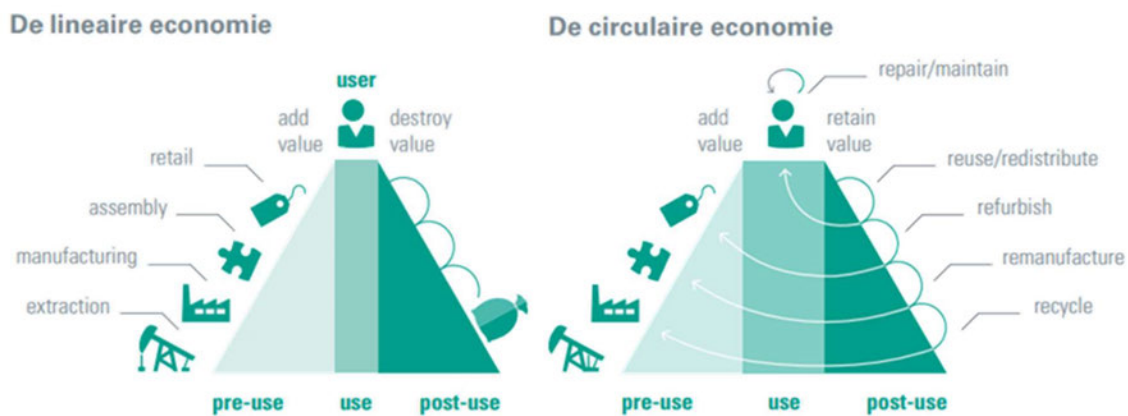
4. Wat zijn de definities en uitgangspunten van een circulaire economie en circulair bouwen?

Deze fde taal spreken

Om effectief binnen de circulaire transitie te werken, is het van belang om 'dezelfde taal te spreken'. Het Economisch Instituut voor de Bouw (EIB) brengt halfjaarlijks de belangrijkste conjunctuurontwikkeling van bedrijven in de gehele bouwketen in beeld. Uit het rapport *Circulariteit in de bouwketen* (EIB, 2018)¹ blijkt dat het voornaamste knelpunt het gebrek is aan een duidelijke definitie van circulariteit. Er blijken in de praktijk dan ook uiteenlopende opvattingen en definities over het thema te circuleren. Dit hoofdstuk beschrijft de in dit rapport gehanteerde definities van een circulaire economie en circulair bouwen.

Van naar naar circula

Om de aanleiding van de noodzaak van de circulaire transitie volledig te kunnen begrijpen, is het allereerst van belang om de problematiek van ons huidige, lineaire economische systeem te tonen. Met behulp van onderstaand Value Hill-model (figuur 1) van Circle Economy² worden de verschillen tussen deze economische systemen getoond aan de hand van de drie fasen die een product ondergaat: *pre-use*, *use* en *post-use*.



Figuur 1: Value Hill-model (bron: Circle Economy, SFL, Nuovalente, TU Delft, Het Groen Brein (2016))

Het concept van een circulaire economie is ontstaan als reactie op de negatieve effecten van onze huidige, lineaire economie. In een lineaire economie worden grondstoffen gewonnen, verwerkt tot producten en vervolgens – na gebruik – afgedankt, ook wel ‘*take, make and waste*’ genoemd. In een circulaire economie wordt efficiënt omgegaan met grondstofgebruik en bestaat afval niet meer. In essentie komt dit neer op de volgende 3R-aanpak:

- **Reduce** minimaliseren van grondstofgebruik;
- **Reuse** maximaal hergebruik van producten en onderdelen;
- **Recycle** hoogwaardig hergebruik van grondstoffen.

Maar het is niet alleen een kwestie van efficiënt omgaan met grondstoffen. De circulaire transitie vereist een totaal andere benadering van de economie. Alles draait om de balans tussen financiële optimalisatie, een kleinere ecologische voetafdruk, een ander ontwerp of proces en anders denken over producten met daarbij minimale uitputting van grondstoffen. Hierbij is het van groot belang dat grondstoffen tijdens hun levensloop zo min mogelijk waarde verliezen door grondstoffen te laten ‘circuleren’ in plaats van deze weg te gooien na gebruik.

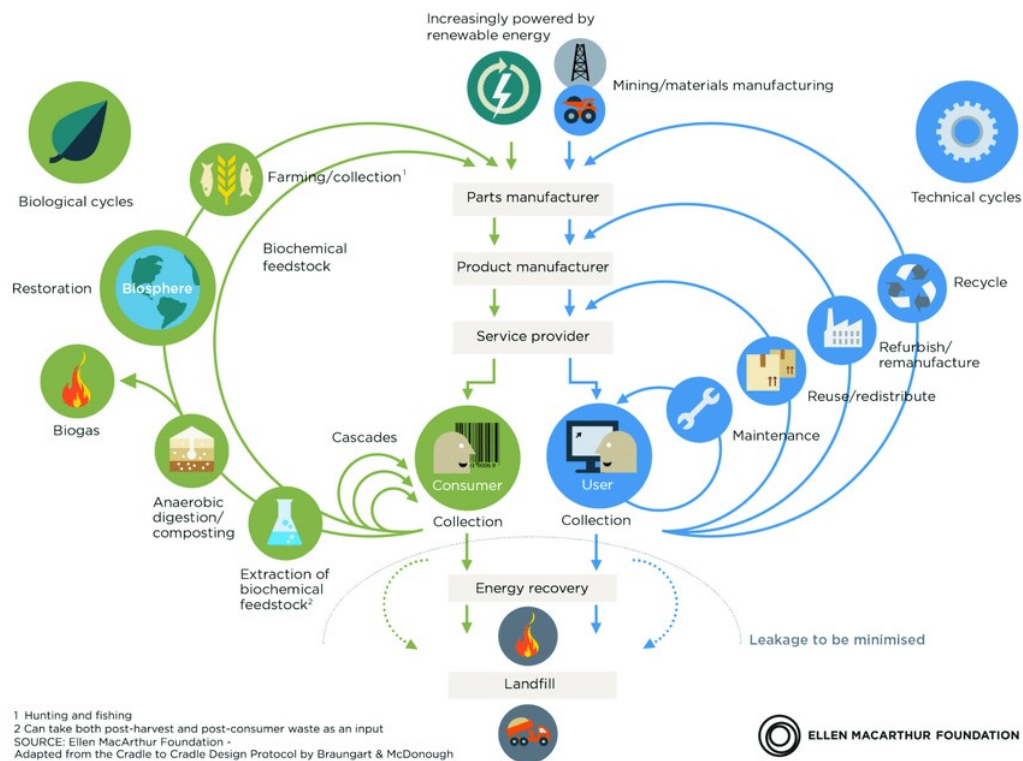
4. Circulaire economie

Door de toepassing van het concept van circulariteit binnen verschillende sectoren met een uiteenlopende groep van professionals en onderzoekers zijn er tal van definities van circulariteit in omloop gekomen. Afhankelijk van de sector richten de definities zich enerzijds op grondstofgebruik en anderzijds op systeemverandering. Voor dit onderzoeksrapport is gekozen om de definitie van circulariteit uit het rapport *Towards the Circular Economy*³ van de Ellen MacArthur Foundation (EMF) te hanteren. De EMF is een wereldwijde, toonaangevende kennisinstelling op het gebied van de circulaire economie en wordt dan ook gezien als een van de grondleggers en aanjagers hiervan. Volgens de EMF is de definitie van een circulaire economie als volgt:

Een economisch systeem dat bedoeld is om herbruikbaarheid van producten en grondstoffen te maximaliseren en waardevernietiging te minimaliseren. In het systeem wordt bij elke schakel nagedacht over de waarde voor de mens, natuur en economie met als doel producten, componenten en materialen te allen tijde op hun hoogste nut en waarde te houden, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen technische en biologische kringlopen. (Ellen MacArthur Foundation, 2013)

Binnen de biologische kringloop kunnen reststoffen na het gebruik veilig terugvloeien in de natuur. Binnen de technische kringloop zijn producten zo ontworpen en vermarkt dat deze van hoogwaardig niveau zijn en opnieuw gebruikt kunnen worden. Door deze twee kringlopen blijft de economische waarde zoveel mogelijk behouden en wordt het ecologisch systeem zo min mogelijk belast.

Het oneindig kunnen laten circuleren van grondstoffenstromen maakt de economie circulair, anders dan in het huidige lineaire systeem waarin grondstoffen worden omgezet in producten die aan het einde van hun levensduur worden vernietigd. Kortgezegd, de circulaire economie is dus gericht op het maximale hergebruik van producten en grondstoffen met daarbij een minimale waardevernietiging.

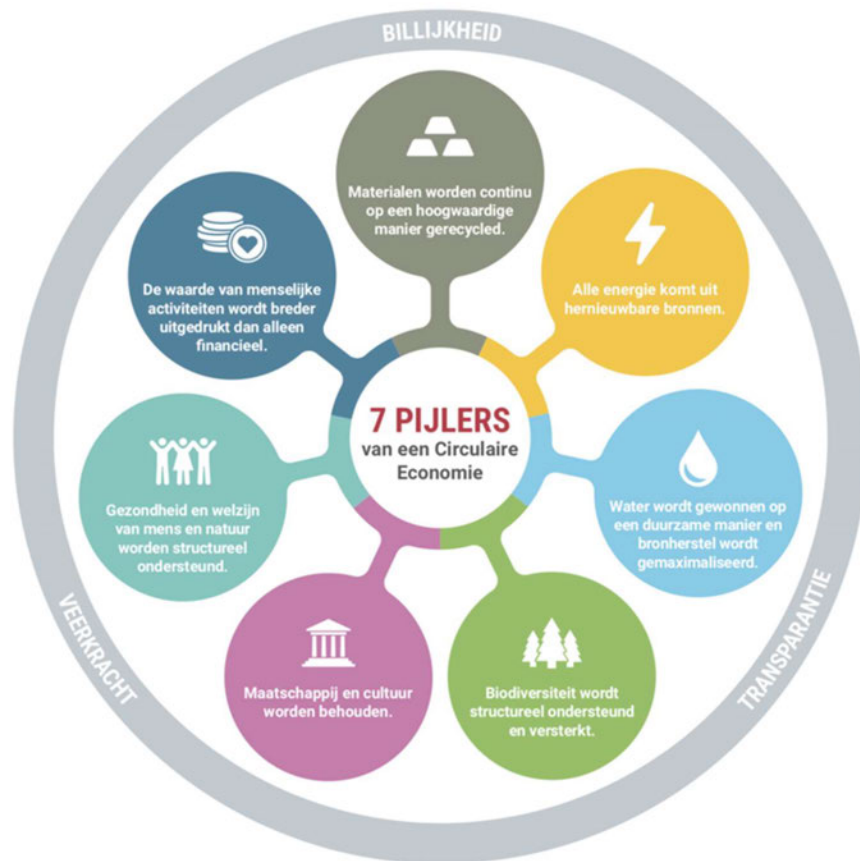


Figuur 2: Butterfly diagram (bron: ellenmacarthurfoundation.org)

Uitgangspunten van een circulaire economie

Op basis van de visie van de EMF en het onderzoeksbureau Metabolic is het rapport *The Seven Pillars of the Circular Economy* geschreven (Metabolic, 2019)⁴. Hierin zijn zeven uitgangspunten voor een duurzaam, circulair economisch systeem gedefinieerd. Deze zijn gevisualiseerd in onderstaande figuur (figuur 3). In deze benadering wordt uitgegaan van optimaal gebruik van hulpbronnen voor materialen, energie en water met behoud van de positieve impact op de biodiversiteit, de cultuur en de maatschappij, de gezondheid en het welbevinden en de creatie van meerdere vormen van waarde. De zeven uitgangspunten zijn in het kort:

1. Materialen in de economie worden continu op een hoogwaardige manier gerecycled.
2. Alle energie is gebaseerd op hernieuwbare bronnen.
3. Water wordt op 100% circulaire wijze beheerd.
4. Biodiversiteit wordt structureel ondersteund en versterkt.
5. Menselijke samenleving en cultuur blijven behouden.
6. De gezondheid en het welzijn van de mens en andere soorten wordt structureel ondersteund.
7. Menselijke activiteiten generen een toegevoegde waarde die niet alleen in financiële waarde is uit te drukken.



Figuur 3: De zeven pijlers van een Circulaire Economie (bron: metabolic.nl)

4.2 Circulair bouwen

Door een divers team van experts uit de wetenschap, de overheid en de marktpartijen is de *Transitieagenda Circulaire Bouweconomie*⁵ opgesteld. Op basis van het advies *Werken aan een circulaire economie: geen tijd te verliezen* van de Sociaaleconomische Raad (SER), het rijksbrede programma *Nederland circulair in 2050* en het *Grondstoffenakkoord* wordt in de *transitieagenda* de strategie beschreven om in 2050 tot een circulaire bouweconomie te komen.

De *transitieagenda* richt zich op het 'leren door te experimenteren' en te 'analyseren wat werkt'. Door het in beweging brengen van de bouwkolom, bestaande uit opdrachtgevers, ontwikkelaars, architecten, voorschrijvers, aannemerij en toeleveranciers, wordt er gewerkt naar een volhoudbare en dus circulaire bouweconomie. Er wordt dan ook ingezet op een iteratief proces waarin gezamenlijk projecten lanceren, kennisontwikkeling en ervaringen delen centraal staat.

Circulair bouwen vergt een transitie van de bouwsector met daarbij de nadruk op het realiseren van hoogwaardig(er) hergebruik binnen alle aspecten van de bouw. De definitie van circulair bouwen die in dit rapport wordt gehanteerd, is de definitie volgens de *Transitieagenda Circulaire Bouweconomie* (2018) en luidt als volgt:

Circulair bouwen betekent het ontwikkelen, gebruiken en hergebruiken van gebouwen, gebieden en infrastructuur, zonder natuurlijke hulpbronnen onnodig uit te putten, de leefomgeving te vervuilen en ecosystemen aan te tasten. Bouwen op een wijze die economisch verantwoord is en bijdraagt aan het welzijn van mens en dier. Hier en daar, nu en later. Technische elementen zijn demonteerbaar en herbruikbaar, biologische elementen kunnen ook worden teruggebracht in de biologische kringloop. (De Bouwagenda, 2018, p. 16)

Volgens deze definitie is een circulair gebouw dan ook een gebouw dat conform circulaire ontwerpprincipes is ontworpen en is gerealiseerd met circulaire producten, elementen en materialen. Dit kan worden samengevat in de volgende ontwerpprincipes:

1. Terugbrengen van de hoeveelheid gebruikte materialen.
2. Remontabel ontwerpen.
3. Maximaliseren van de hoeveelheid hergebruikte materialen.
4. Maximaliseren van de hoeveelheid hernieuwbare materialen.
5. Beschikbaarheid van informatie over product, element en materiaal.
6. Geen of minimale toxiciteit bij ontwerp.

5. Met welke methoden en instrumenten wordt circulariteit gemeten en beoordeeld?

In het streven naar een circulaire economie is de behoefte ontstaan om de mate van circulariteit van een bouwwerk te kunnen bepalen. Door de meerwaarde van circulair bouwen op gebied van milieu, gezondheid, comfort en veiligheid aantoonbaar te maken, wordt de vraag naar (en ontwikkeling van) circulair bouwen groter. Er circuleren echter verschillende opvattingen over de bepaling en meetmethode van circulariteit.

In het *Leidraad Meten van Circulariteit*⁶ wordt geschreven dat er partijen zijn in de Nederlandse bouwsector die stellen dat de effecten van circulair bouwen voldoende zijn terug te zien in de scores van de momenteel veelgebruikte meetmethoden voor duurzaamheid. (Platform CB'23, 2019, p. 8). Er wordt dan gerefereerd aan de SBK-bepalingsmethode (Stichting Bouw Kwaliteit) wat leidt tot de veelgebruikte LCA-, MPG- en MKI-scores (levenscyclusanalyse, milieuprestatie gebouwen en milieukostenindicator). Anderen claimen dat de bestaande methoden het doel van circulair bouwen onvoldoende belichten en vinden dat er, *naast* de bestaande meetmethoden voor duurzaamheid, een universele meetmethode voor circulariteit in de bouw zou moeten bestaan.

Kamerbrief voor het bevorderen van circulair bouwen

Om circulair bouwen te bevorderen en knelpunten weg te nemen zijn in het Algemeen Overleg van 11 april 2019 door de Tweede Kamer de volgende twee moties aangenomen:

- Motie 1: In overleg met de bouwsector en recyclebranche te onderzoeken op welke wijze bij bouwen en renoveren van gebouwen maximaal kan worden ingezet op recyclebaar bouwen.
- Motie 2: Het onderzoek naar hoe kleine bedrijven die actief zijn op het terrein van circulair bouwen, in staat kunnen worden gesteld om deel te nemen aan waarborg- en garantieregelingen.

In de kamerbrief⁷ betreffende de maatregelen voor het bevorderen van circulair bouwen, beschrijft minister K.H. Ollongren als verantwoordelijk minister voor circulair bouwen de volgende maatregelen op het gebied van bouwregelgeving:

1. Uniforme berekening van circulaire prestaties voor gebouwen

Het kabinet heeft eerder uitgesproken dat de wettelijke milieuprestatie-eis voor gebouwen een goed instrument is om circulair bouwen te bevorderen. Met de MPG kunnen de milieueffecten van gebouwen worden berekend en zichtbaar worden gemaakt. Deze methode wordt gedragen door de belanghebbende partijen in de bouw en zorgt voor uniformiteit in de berekening van de milieuprestatie. Door deze methode uit te breiden met circulaire prestaties realiseer ik de behoefte van partijen in de bouw aan een uniforme meetmethode voor circulariteit. Ook kan ik op deze manier eisen stellen aan de circulariteit van gebouwen, zowel wettelijk via de bouwregelgeving als via aanbesteding van overheidsopdrachten.

In de huidige versie van de MPG wordt het effect van gebruik van hernieuwbare en secundaire grondstoffen en producten al berekend. Zo resulteert een gebouw met secundaire grondstoffen in een betere (lagere) MPG-score dan een gebouw waarbij het materiaal volledig met primaire grondstoffen is gemaakt. De komende periode zal ik de ontwikkeling van aanvullende indicatoren voor hoogwaardig hergebruik en recycling voor de MPG stimuleren en ondersteunen, zodat maatregelen die leiden tot hoogwaardig hergebruik en recycling kunnen worden meegerekend in de milieuprestatie van een gebouw. (Ollongren, 2019, p. 2)

2. Ontwikkeling milieuprestatie-eis tot 2030 en strengere eis per 1 januari 2021

Sinds 1 januari 2018 is er als basisniveau een minimum milieuprestatie-eis opgenomen in de bouwregelgeving. De minimeis dwingt partijen om stappen te zetten om milieuvriendelijker en meer circulair te bouwen. De eis zorgt tevens voor een gelijk speelveld op dit terrein. Mijn doel is om de eis tot 2030 stapsgewijs scherper te stellen, te beginnen in 2021, en uiterlijk in 2030 te halveren. (Ollongren, 2019, p. 2)

3. Uitbreiden toepassingsgebied milieuprestatie-eis

De milieuprestatie-eis geldt nu alleen voor nieuwe woningen en kantoren (groter dan 100 m²). Hiermee wordt een groot deel van de bouwproductie gedekt, maar er ligt ook nog een groot potentieel open. Ik zal uw Kamer in de eerste helft van 2020 informeren over de mogelijkheden voor de uitbreiding van de toepassing van de milieuprestatie-eis voor de nieuwbouw van andere gebruiksfuncties, zoals onderwijs, zorg, sport, winkels, horeca en bedrijfshallen en voor verbouw en transformatie. (Ollongren, 2019, p. 3)

Als reactie op de tweede motie betreffende het onderzoek hoe ook kleine innovatieve startende bouwbedrijven in staat kunnen worden gesteld om deel te nemen aan waarborg- en garantieregelingen zoals Woningborg en Bouwgarant, schrijft de minister het volgende: "Dit is een private aangelegenheid tussen de betreffende bouwbedrijven en de waarborginstellingen. De regering speelt hierin geen rol en ambieert die ook niet." (Ollongren, 2019, p. 3).

Betreffende de bevordering van circulair bouwen heeft de minister nog wel andere maatregelen tot haar beschikking, zoals de ondersteuning van kennisontwikkeling en kennisoverdracht, (financiële) middelen en het maken van afspraken met marktpartijen, zoals het Betonakkoord.

Basismethoden en instrumenten

Omdat circulair een veelomvattende term is en er vooralsnog geen toegankelijk en universeel meetinstrument is uitgewerkt om het totale begrip te kwalificeren, biedt Het *Versnellingshuis Nederland Circulair* 11 tools voor het meten van circulariteit⁸. De ene methode wordt echter vaker toegepast dan de andere. Het is belangrijk dat de structuur en de basismethode voor het meten van circulariteit voor iedereen hetzelfde is, net als de visie waarop deze is gebaseerd. Op deze manier kunnen de uitkomsten naast elkaar worden gelegd en dezelfde typen gebouwen met elkaar worden vergeleken. Dit is een extra stimulans voor de markt om nog beter circulair te bouwen.

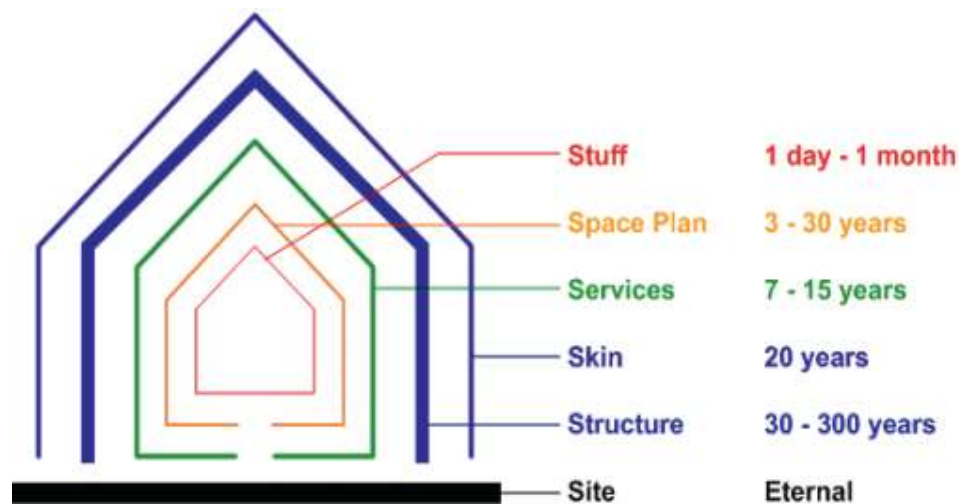
De meest gebruikte methoden vallen vaak terug op de veelgebruikte 6S- en 10R-modellen. Deze bieden ondersteuning in de beoordeling en afweging van circulariteit en materialen. In de volgende paragrafen worden de methoden en instrumenten getoond waarmee circulariteit in de praktijk wordt gemeten en beoordeeld. De impactindicatoren die in deze methoden worden gebruikt, zijn terug te leiden tot de volgende twee basisprincipes:

1. Het beperken van gebruik.
2. Het beperken van verlies.

Tot slot wordt een paragraaf gewijd aan de meetmethodiek losmaakbaarheid. Dit aspect krijgt een alsmaar groeiende betekenis binnen circulaire ontwerpen, omdat dit het daadwerkelijk hergebruik van elementen mogelijk maakt door het vastleggen van montage- en demontage- instructies.

5. 6S-model

Het 6S-model, ontworpen door Stewart Brand⁹, is een methode om een bouwwerk te verdelen in zes bouwlagen op basis van de verwachte levensduur per laag (figuur 4). Hierbij heeft iedere laag een eigen functie, dynamiek en levensduur. Dit vormt de basis voor een circulaire ontwerpstrategie. Hierbij heeft de geambieerde levensduur invloed op de afweging van materialen, toepassing van mogelijke leaseconstructies of afweging tussen de impact van materiaalgebruik versus de impact van het productieproces.



Figuur 4: Bouwlagen volgens het 6S-model (bron: Brand, 1994)

De bouwlagen volgens het 6S-model worden als volgt beschreven:

- 1. Stuff** Dit zijn de spullen die we in ons huis plaatsen en vaak meenemen als we verhuizen. Denk hierbij aan meubels, apparaten en persoonlijke bezittingen. Deze spullen hebben een (relatief) korte levensduur.
- 2. Space** Het ruimtelijk plan dat wordt bepaald door tussenmuren, plafonds, deuren en ramen. Zij bepalen hoe de ruimte binnen de *structure* wordt gebruikt.
- 3. Services** Diensten zoals verwarming, elektra, riolering, waterleidingen en ICT. Meestal verstopt achter de *skin* en komen tevoorschijn in de vorm van stopcontacten, kranen etc. Deze hebben een levensduur van ca. 10 jaar.
- 4. Skin** De gevel beschermt de *structure* en voorziet in isolatie en bescherming. De gevel heeft vaak esthetische waarde met een levensduur van ca. 20 jaar.
- 5. Structure** De constructie bestaat uit de fundering en constructieve elementen. Deze vormen de kern van het gebouw, kennen een lange levensduur en zijn moeilijk te vervangen.
- 6. Site** De locatie van het gebouw. In fysieke termen: zijn er materialen en reststromen in de buurt die geschikt zijn voor hergebruik? Maar ook kadastraal: hoe zijn de delen van het pand geregistreerd? Belangrijk voor circulaire businessmodellen.

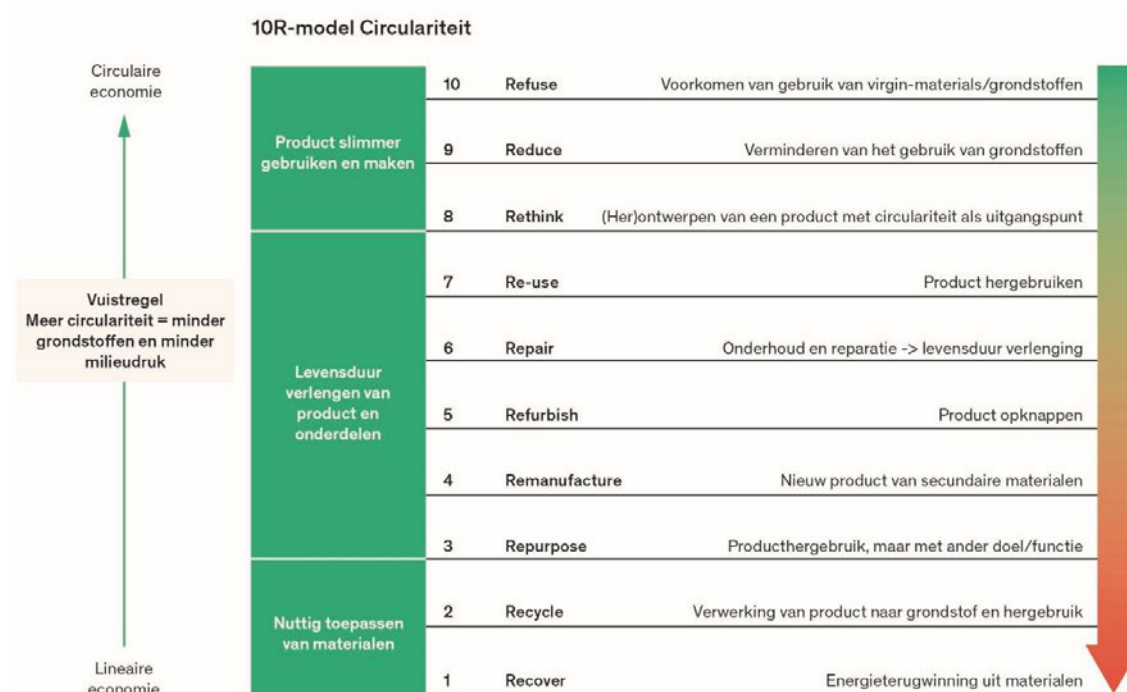
5.2 OR-model

Het 10R-model is ontworpen door Prof. Dr. J. Cramer¹⁰ en is een sterk gedetailleerde variant van de in 1979 ontwikkelde Ladder van Lansink (figuur 5). Deze ladder is in Nederland de basis geweest van het denken rondom hoogwaardig hergebruik van materialen. Het 10R-model biedt de gebruiker de mogelijkheid om hoogwaardigheid van hergebruik van producten te beoordelen om hiermee de overweging van mogelijkheden binnen een circulair ontwerp te vergemakkelijken. Hoe beter de kwaliteit van het product, des te beter het product circulair kan worden toegepast. Het model is opgedeeld in tien verschillende niveaus die in figuur 6 wordt weergegeven en beschreven.

LADDER VAN LANSINK - DE AFVALHIËRARCHIE



Figuur 5: Ladder van Lansink (bron: recycling.nl)

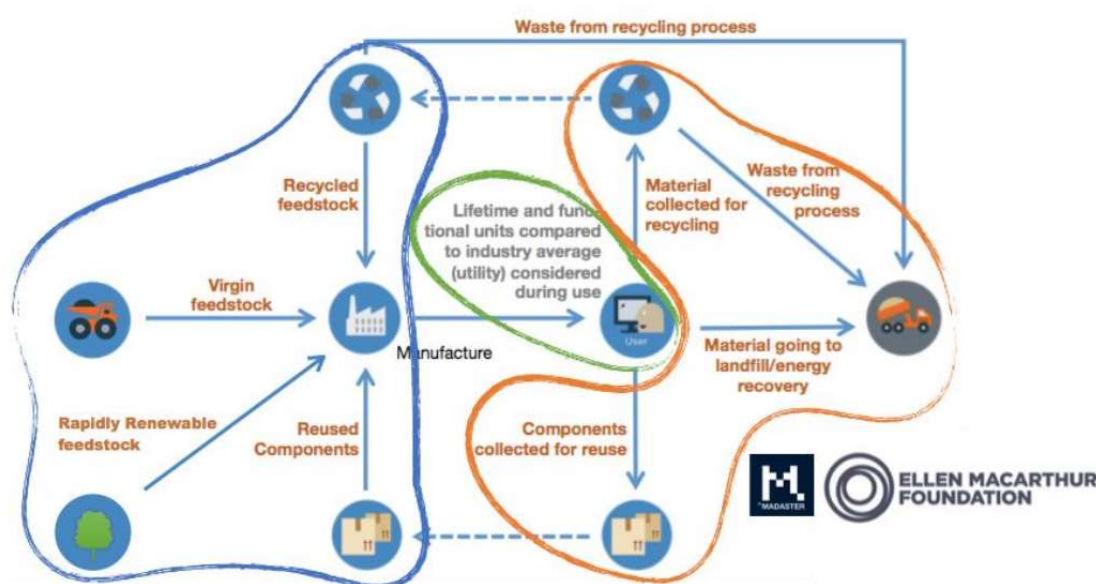


Figuur 6: 10R-model circulariteit (bron: technieknederland.nl)

5.3 Material Circularity Indicator

De *Material Circularity Indicator* (MCI) is een methodiek die ontwikkeld is door de EMF¹¹. Deze methode maakt het mogelijk om de aanvullende circulaire waarde uit producten en materialen te identificeren en risico's van materiaalprijzen te beperken. Op basis van nauwkeurig ingevoerde materiaalgegevens, de potentiële functionele levensduur en het potentieel hergebruik worden materiaalstromen van een product in kaart gebracht zoals weergegeven in figuur 7. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de drie fases van een gebouw: de constructiefase (blauw), de levensduurfase (groen) en het einde van de levensduurfase (oranje). Daarnaast worden de bijbehorende effecten en risico's in een rapport vastgelegd.

De resultaten worden vervolgens in verhouding geplaatst met behulp van het 6S-model van Brand (figuur 8). Op basis van deze materiaalstromen en rapportage kan de gebruiker producten en gebouwlagen op verschillende onderdelen vergelijken en circulaire ambities en doelstellingen toekennen. Aansluitend kunnen beslissingen worden genomen op grond van circulair, economisch, ecologisch of maatschappelijk belang.



Figuur 7: Material Circularity Indicator (bron: ellenmacarthurfoundation.org)



Figuur 8: Voorbeeld resultaten circulariteit gebruiksfase (bron: ellenmacarthurfoundation.org)

5.4 Building Circularity Index

De *Building Circularity Index* (BCI) is een meetmethodiek en ontwikkeld door *Alba Concepts*, een duurzame onderneming die zich richt op advisering, management en projectontwikkeling. De BCI bepaalt circulariteit op basis van twee kritische prestatie-indicatoren, namelijk de materiaal- en losmaakbaarheidscomponent¹². De materiaalcomponent gaat over de herkomst van het materiaal en wat hier vervolgens mee gebeurt. De losmaakbaarheidscomponent gaat over de eigenschap 'losmaakbaarheid'. Als het product niet te demonteren is, is het ook niet mogelijk deze in de keten te behouden. Daarnaast zijn er nog andere onderdelen die in de berekening worden meegenomen. Dit zijn de drivers en randvoorwaarden.

Toxiciteit is bijvoorbeeld niet primair circulair en wordt daarom enkel als randvoorwaarde meegenomen. Een andere randvoorwaarde is verborgen CO², zoals bijvoorbeeld bij beton. Beton kan vanuit het perspectief levensduur als circulair beschouwd worden omdat het lang in de keten blijft, maar de benodigde CO² voor het productie- en verwerkproces maakt dit in de LCA tot een zeer slecht scorend materiaal. CO² wordt als randvoorwaarde meegenomen, waardoor bepaalde materialen worden uitgesloten. Een andere randvoorwaarde is transport. Circulariteit op zichzelf zegt bijvoorbeeld niets over arbeid of afstand. Het wordt echter wel als randvoorwaarde meegenomen, zodat hergebruikte materialen bijvoorbeeld binnen een straal van 50 kilometer vanaf een project moeten worden verkregen.

Tot slot zijn er de *drivers*. Dit zijn de sturende aspecten ofwel de drijfveren, zoals materiaalschaarste, financiën of restwaarde en het gewenste imago. Deze *drivers* krijgen, afhankelijk van de gestelde ambities, een bepaalde waarde wat de uiteindelijke score beïnvloedt.

De twee kritische prestatie-indicatoren, de randvoorwaarden en de drivers vormen samen de BCI (figuur 9). Hierbij wordt de mate van circulariteit uitgedrukt in een percentage. Voor een traditioneel gebouwde woning bedraagt dit percentage ongeveer 10%. De resultaten van de BCI kunnen ondersteuning bieden bij advies, inkoop, prestatiecheck, registratie van materiaalstromen en/of de nulmeting van de situatie.



Figuur 9: Indicatoren BCI (bron: *albaconcepts.nl*)

De BCI benut bestaande en bewezen informatie, zoals de theorieën van de EMF, het 6S-model van Brand, de MPG en andere databases. Hiermee kan de circulariteitsindex op zowel product-, element- als gebouwniveau bepaald worden. Er zijn echter wel een paar kanttekeningen.

Allereerst is er geen wettelijke normering. De definitie van circulariteit is daardoor een 'persoonlijke' interpretatie en op de berekening vindt dan ook geen toetsing (accreditatie) plaats. Wettelijk gezien heeft de BCI dus geen waarde. Echter, door de BCI te koppelen aan een uitvraag kan het ontwerpproces circulair benaderd worden. Hierbij bepaalt de opdrachtgever de mate van circulariteit van een project.

Ten tweede schuilt er gevaar in de eindscore. Een score van 80% kan bijvoorbeeld weinigzeggend zijn als 75% afkomstig is uit de materialenindicator en 5% uit de losmaakbaarheidsindicator. Er moet dus gericht worden op normering en richtlijnen van welke indicator prioriteit heeft.

5.5 Losmaakbaarheid

Losmaakbaarheid is in essentie de mate waarin voorkomen wordt dat het materiaal en de waarde in de toekomst verloren gaat. Deze overkoepelende term betreft zowel de losmaakbaarheid op elementniveau als de losmaakbaarheid van een grondstof in een product. Als producten onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn, is 'oogsten' niet mogelijk en kan alleen nog gesloopt worden. Hoe beter een gebouw losmaakbaar is, des te eenvoudiger producten geoogst kunnen worden. Losmaakbaarheid ligt daarom ten grondslag aan het mogelijk maken van circulair bouwen. Losmaakbaarheid is niet een doel op zich, maar een middel om hergebruik mogelijk te maken.

Net als bij de eerder genoemde meetmethoden wordt ook losmaakbaarheid gekoppeld aan het 10R-model. Dit benadrukt het doel om producten zoveel mogelijk in oorspronkelijke staat te hergebruiken en hiermee een zo laag mogelijke energiebehoefte te creëren. Door de *Dutch Green Building Council* (DGBC) is het rapport *Circular Buildings – meetmethodiek losmaakbaarheid (2019)*¹³ opgesteld. Hierin wordt, naast een uitgebreide beschrijving, getoond hoe losmaakbaarheid wordt berekend.

Het bepalen van losmaakbaarheid

De rekenmethode voor het bepalen van de losmaakbaarheid van een object is gebaseerd op vier technische losmaakbaarheidsfactoren en wordt in figuur 10 getoond:

1. Type verbinding

Objecten zijn verbonden met verschillende verbindingen. Hoe complexer en chemischer de verbinding, hoe lager de score in losmaakbaarheid.

2. Toegankelijkheid verbinding

Deze factor gaat in op de fysieke mogelijkheid om bij het verbindingselement te komen en de mate van schade die ontstaat aan omliggende elementen. Hoe eenvoudiger de toegankelijkheid, hoe hoger de score van losmaakbaarheid.

3. Doorkruisingen

Doorkruising is de integratie en samenvoeging van objecten. Dit zegt iets over de (on)afhankelijkheid van objecten ten opzichte van elkaar. Wanneer deze elkaar niet fysiek doorkruisen, zijn deze onafhankelijk van elkaar en eenvoudiger te demonteren, resulterend in een hogere score van losmaakbaarheid.

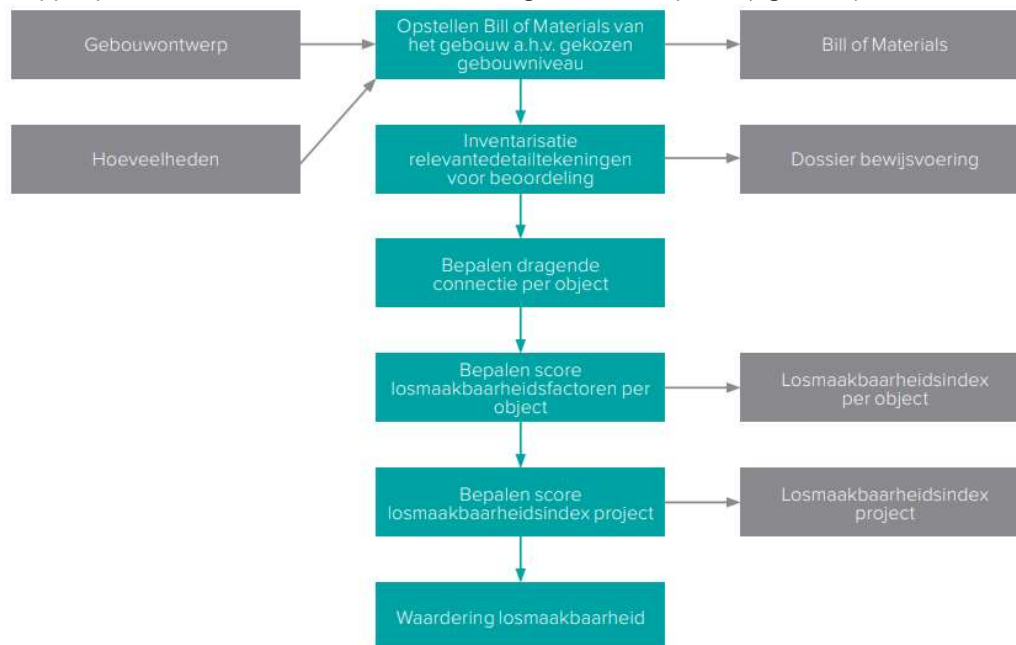
4. Vorminsluiting

De score van vorminsluiting wordt bepaald door de fysieke insluiting van objecten waardoor een onlosmaakbare verbinding ontstaat. Om vorminsluiting te waarborgen, dienen objecten open te blijven aan minimaal één kant en zijn ze niet fysiek ingesloten. Hierdoor zijn ze van elkaar te scheiden zonder omliggende objecten te beïnvloeden.

Type verbinding		Score
Droge verbinding	Droge verbinding	1,00
	Klikverbinding	1,00
	Klittenbandverbinding	1,00
	Magnetische verbinding	1,00
Verbinding met toegevoegde elementen	Bout- en moerverbinding	0,80
	Veerverbinding	0,80
	Hoekverbindingen	0,80
	Schroefverbinding	0,80
	Verbindingen met toegevoegde verbindingselementen	0,80
Directe integrale verbinding	Pin-verbindingen	0,60
	Spijkerverbinding	0,60
Zachte chemische verbinding	Kitverbinding	0,20
	Schuimverbinding (PUR)	0,20
Harde chemische verbinding	Lijmverbinding	0,10
	Aanstortverbinding	0,10
	Lasverbinding	0,10
	Cementgebonden verbinding	0,10
	Chemische ankers	0,10
	Harde chemische verbinding	0,10
Toegankelijkheid verbinding		Score
Vrij toegankelijk		1,00
Toegankelijkheid met extra handelingen die geen schade veroorzaken		0,80
Toegankelijkheid met extra handelingen met herstelbare schade		0,40
Niet toegankelijk – onherstelbare schade aan objecten		0,10
Doorkruisingen		Score
Modulaire zonering van objecten		1,00
Doorkruisingen van één of meerdere objecten		0,40
Volledige integratie van objecten		0,10
Vorminsluiting		Score
Open, geen insluitingen		1,00
Overlappenden aan één zijde		0,80
Gesloten aan één kant		0,20
Gesloten aan meerdere kanten		0,10

Figuur 10: Score losmaakbaarheidsfactoren (bron DGBC.nl)

De bepaling van losmaakbaarheid vereist een bepaald niveau van technische uitwerking van een gebouw. Op deze manier kan aan de hand van detailtekeningen de losmaakbaarheid beoordeeld en bewezen worden. Het rapport *Circular Buildings – meetmethodiek losmaakbaarheid* (2019) toont een stappenplan om de losmaakbaarheid van een gebouw te bepalen (figuur 11).



Figuur 11: Stappenplan bepalingsmethodiek losmaakbaarheid (bron: DGBC.nl)

5.6 Conclusie

De beschreven methoden en principes zorgen voor het zo goed mogelijk in stand houden van bestaande voorraden van materialen, milieukwaliteit en waarde. Hierbij geldt dat alles dat wel gebruikt wordt maar niet verloren gaat, beschikbaar is voor hergebruik in een volgende levenscyclus en dus onderdeel blijft van de voorraad. Door gedurende het ontwerpproces rekening te houden met losmaakbaarheid wordt de kans op demontage aan het einde van de levensduur van een gebouw vergroot. Door demontage-instructies te betrekken bij het ontwerp wordt het proces van hergebruik vereenvoudigd en wordt uiteindelijk sloop voorkomen.

Het op deze manier benaderen van de effecten van circulair bouwen maakt het mogelijk om inzicht te krijgen in de mate waarin een circulaire strategie bijdraagt aan de doelen van circulair bouwen, een afweging maken tussen deze doelen en tot slot het aanjagen van doorontwikkeling binnen deze strategieën.

Echter, naast het inzichtelijk maken van materiaalgebruik en verlies zou de kernmeetmethode ook waarde moeten toekennen aan situaties waarin nog dieper wordt ingegaan op duurzaamheid, bijvoorbeeld bij waar wordt gestuurd op een positieve milieu-impact. Door met het bouwwerk de aanvulling van materiaalvoorraden te stimuleren, bijvoorbeeld door de groei van gewassen of het omdraaien van de milieuvervuiling door de toepassing van materialen die in staat zijn om CO² op te slaan.

Met het toenemende aantal circulaire projecten en het op grote schaal toepassen van meet- en bepalingsmethoden wordt momenteel veel ervaring opgedaan. Daarnaast zijn er ook onderzoeksinstituten en overkoepelende organisaties bezig met de doorontwikkeling van meetmethoden. Door de ervaringen van pioniers uit de praktijk te bundelen met de ervaringen van onderzoekers kan in de komende jaren een passende, universele meetmethode voor circulariteit ontwikkeld en gehanteerd worden.

6. Wat is de invloed van circulaire ambities en praktijkvoorbeelden op het circulair ontwerpproces?

Deze deelvraag is gericht op het in kaart brengen van verschillende aspecten die de circulaire transitie met zich meebrengt op basis van de gestelde ambities en praktijkervaring. Zo zijn er al verschillende circulaire (pilot) bouwprojecten succesvol afgerond en staan tal van initiatieven in de startblokken. Ook DAAD heeft hiermee al de nodige kennis en ervaring opgedaan.

Allereerst wordt gestart met het benoemen van een aantal algemene aspecten die zich hebben voorgedaan bij pilotprojecten, bijvoorbeeld het 'omdenken', wet & regelgeving en de toepassing van een materialenpaspoort. Deze aspecten benadrukken de benodigde ontwikkelingen en andere zienswijzen die noodzakelijk zijn om de transitie naar een circulaire economie en een circulair ontwerpproces in een stroomversnelling te kunnen brengen.

Vervolgens worden er aan de hand van praktijkvoorbeelden van zowel DAAD als van andere organisaties ervaringen genoemd en de invloed die de gestelde circulaire ambitie uitoefent op het ontwerpproces. Deze kennis en ervaringen bieden een aanzet voor de benadering van toekomstige ontwerpogaven. Tot slot wordt er door het benoemen van belemmeringen en kansen inzicht geboden in mogelijke valkuilen en kansen die invloed kunnen hebben op het ontwerpproces.

6. Omdenken

De transitie naar een volledig nieuw economisch systeem gaat gepaard met de behoefte aan een stroom van nieuwe ontwikkelingen. Hiervoor is het noodzakelijk om vanuit een ander perspectief te kijken naar dat wat jaren-, decennia-, of misschien zelfs eeuwenlang als vanzelfsprekend werd beschouwd. Dus niet kiezen voor de bekende weg maar juist 'leren door te experimenteren, te durven en te doen'. Hierdoor wordt er een andere *mindset* ontwikkeld ofwel het omdenken wordt aangeleerd.

Omdenken is bijvoorbeeld het opvangen van hoge bouwkosten als gevolg van een duurzame of circulaire ambitie door de behoefte te minimaliseren. Wanneer er als gevolg van een circulaire ambitie bijvoorbeeld hogere bouwkosten zijn, zou dit (deels of in zijn geheel) kunnen opvangen door wat kleiner te bouwen.

Ook het onderzoeken en toepassen van nieuwe businessmodellen is een vorm van omdenken. Bijvoorbeeld *product-as-a-service* (van bezit naar gebruik). Een voorbeeld hiervan is de Swap-fiets. Deze fiets koop je niet, maar je betaalt voor het gebruik van de fiets. Het onderhoud of herstel van schade is dan voor rekening van het dienstverlenende bedrijf. Producten die eigendom blijven van een leverancier zullen leiden tot een stimulans om producten aan te schaffen en/of te produceren die langer meegaan, grondstoffen efficiënter te gebruiken en afval zo veel mogelijk te reduceren.

Een ander voorbeeld is het loslaten van een traditioneel ontwerp- en bouwproces. Zo kan transparantie door nieuwe samenwerkingen in de keten, binnen organisaties en met de publieke sector worden vergroot en kan er collectief waarde worden gecreëerd. Ook worden problemen vermeden door de specifieke expertise van betrokkenen in een vroeg stadium op elkaar af te stemmen. Daarnaast kan samenwerking door de integratie van digitale technieken (zoals BIM) te integreren, worden geoptimaliseerd.

Door vanuit een systeemperspectief te ontwerpen voor de toekomst kunnen de juiste materialen worden ontwikkeld en gebruikt, passend bij de levensduur van de materialen en langer gebruik in de toekomst. Ontwerp en product zullen niet meer los van elkaar te zien zijn. Ook zou al tijdens het ontwerp wel moeten worden nagedacht over de 'losmaakbaarheid': Het vastleggen van instructies voor demontage om zo het hergebruik van gebouwonderdelen en -materialen te stimuleren. Daarnaast zou 'nieuw' niet meer de standaard moeten zijn. Een hergebruikt product met

gebruikssporen heeft zo zijn eigen charmes en toont dat er waarde wordt gehecht aan het behoud van dat wat al eerder werd geproduceerd en gebruikt.

6.2 Wet- en regelgeving

Om deze ontwikkeling te kunnen versnellen, is naast een andere *mindset* ook een stimulerend beleid vanuit de overheid noodzakelijk. Enerzijds publiekelijk, nl. als wet- en regelgever en voor financiële regelingen, anderzijds privaat als belangrijkste opdrachtgever in de grond-, weg- en waterbouw.

Er is op grote schaal behoefte aan de totstandkoming van regels die niet remmend werken, maar juist experimenteerruimte bieden. Hierbij valt te denken aan regels, contracten en afspraken over risicodeling om innovatie mogelijk te maken. Verandering in wetten en regels kunnen veranderingen in de markt zoals vernieuwende producten en diensten, innovatieve businessmodellen en marketingstrategieën, en innovaties in manieren van organiseren en managen, aanjagen.

Ook circulair aanbesteden kan worden doorontwikkeld. Zo moeten opdrachtgevers circulariteit zwaarder meewegen in de gunningscriteria en naast prijs-, ook kwaliteitsaspecten meewegen bij de beoordeling van inschrijvingen. Dit nodigt uit tot een hoog niveau van hergebruik of circulariteit.

Daarnaast kunnen contractvormen voor circulair beheer en onderhoud ontwikkeld worden door niet alleen de focus te leggen op de constructiefase van bouwprojecten, maar juist ook op de gebruiksfase. Door de impact hiervan mee te nemen in de aanbesteding worden de totale kosten, evenals de duurzaamheidsprestatie over de levensduur van een bouwwerk, belangrijk en wordt meer gestuurd op het langetermijnbelang van de opdrachtgever. Hierdoor heeft de opdrachtnemer een even groot belang bij het slagen van een project als de opdrachtgever en wordt de kans op een succesvolle samenwerking vergroot. Er is veel onderzoek vereist om de effectiviteit van deze en andere overheidsmaatregelen voor de ontwikkeling binnen circulair bouwen te kunnen realiseren.

6.3 Materiaal- of gebouwspaspoort

Naast het ontwikkelen van een stimulerend beleid kunnen overheidspartijen ook het initiatief nemen in de ontwikkeling en toepassing van een materialenpaspoort. Door vast te leggen hoe en welke grondstoffen en materialen in een bouwwerk zijn gebruikt en verwerkt, worden grondstofstromen in kaart gebracht en wordt er daarnaast een digitaal netwerk van 'warenhuizen' opgezet, bestaande uit op termijn voor hergebruik beschikbare materialen en componenten. Hiervoor zijn al initiatieven, zoals het *Madaster* of *BIM* (De Bouwagenda, 2018, p. 38). Dit paspoort maakt hergebruik en terugwinning van materialen bij sloop of demontage eenvoudiger en biedt dus meer waarde aan bouwwerken.

6.4 Van slopen naar oogsten

De transitie naar een circulaire economie brengt met zich mee dat bouw materiaal dat voorheen bij het afval zou belanden, wordt hergebruikt in een bouwproject. Waar de te slopen gebouwen vroeger tot brokstukken werden geslagen en in de verbrandingsoven belandden, worden tegenwoordig steeds vaker bruikbare en waardevolle onderdelen uit een gebouw 'geoogst'. Deze benadering heeft een nieuw werkveld met zich meegebracht: *urban mining*. Hierbij zien specialisten een te slopen bouwwerk niet als een berg afval, maar juist als bron voor nieuwe gebouwen. De materialenuitstroom wordt hierbij omgevormd naar materialeninstroom.

Om hergebruik op grote schaal toe te kunnen passen, moet de hele bouwkolom worden aangepast naar instroom van gebruikte materialen. DAAD heeft connecties met Bork Groep, een sloopbedrijf dat zich wil ontwikkelen tot *urban miner*. In paragraaf 6.5.4 worden aan de hand van de resultaten van het interview met Koen Rooseboom (Medewerker Circulair bij Bork Groep), de ervaringen en visie van een *urban miner* toegelicht.

6.5 Praktijkvoorbeelden- en ervaringen

Om kennisontwikkeling te versnellen, is er behoefte aan een vrij toegankelijk, transparant platform waar kennis en ervaring kunnen worden gedeeld. Hierbij valt te denken aan handreikingen en tools voor alle fasen van het bouwproces, waaronder ontwerp, beheer, sloop en demontage. Momenteel ligt het delen van daadwerkelijke ervaringen of methoden van en door organisaties nog erg gevoelig. Dit komt omdat koplopers investeringen hebben gedaan zonder zekerheid te hebben over de economische baten. Deze baten zouden bij een veelvuldig gebruik van het platform immers mogelijk ten gunste van een andere partij dan de oorspronkelijke investeerder kunnen komen.

Ondanks dit spanningsveld zijn er toch enkele voorbeeldprojecten te vinden. Op basis van case studies worden allereerst publiekelijke voorbeeldprojecten toegelicht, gevolgd door ervaringen uit het eigen werk van DAAD. Hierbij is getracht om zowel de positieve als de negatieve ervaringen te benoemen. Deze ervaringen hebben mogelijk invloed op de benadering van toekomstige ontwerp-opgaven waar in hoofdstuk 4 nader op wordt ingegaan. Op basis van deze ervaringen en de eerder in dit rapport getoonde bevindingen worden in de paragrafen 6.6 en 6.7 de belemmeringen en kansen van de circulaire economie getoond.

6.5.1 Kantorencomplex Aliander te Duiven

Het in 2015 circulair gerenoveerde kantorencomplex van netbeheerder Aliander is een van de koplopers en een voorbeeldproject in termen van mogelijkheden voor hergebruik¹⁴. Een consortium van VolkerWessels Vastgoed en Rau Architecten slaagde erin om een verzameling kantoorpanden uit de jaren 70 om te toveren tot één volledig energieneutraal kantorencomplex dat is gebouwd met grotendeels hergebruikte materialen.

Circa 80 procent van de aanwezige materialen zou zijn hergebruikt: de kantoorpanden zijn gestript en het casco is blijven staan. Het puin van de oude betongevel is fijngemalen tot granulaat voor de betonvloer. Het hout van het interieur bestaat uit eigen 'afvalhout' en het isolatiemateriaal bestaat uit katoenvezel dat werd gewonnen uit oude werkkleding van Aliander. Ook de oorspronkelijke plafondelementen, armaturen, tafelbladen en toiletputten zijn in het nieuwe ontwerp opnieuw toegepast.

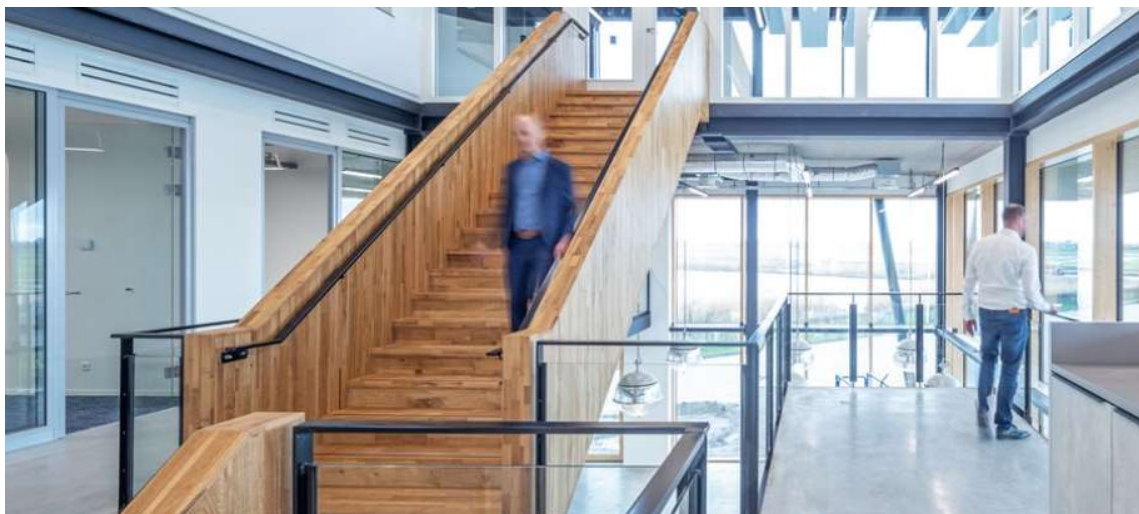


Figuur 12: Interieur kantorencomplex Aliander (bron: deingenieur.nl)

6.5.2 Huisvesting Heembouw Kantoren te Berkel en Rodenrijs

Heembouw is een bouwbedrijf en architectenbureau uit Berkel en Rodenrijs dat sinds kort in een circulair kantoor is gevestigd. De nieuwe huisvesting is in februari 2020 opgeleverd en geheel vanuit een circulaire, duurzame en gezonde gedachte ontworpen. In samenwerking met het *urban mining* collectief New Horizon is voor het ontwerp gezocht naar zo veel mogelijk circulaire bouwmaterialen. Op de site van Heembouw is gedurende het gehele bouwproces een blog bijgehouden. Op basis van hun publicatie *Circulair bouwen, wij doen het gewoon* (Heembouw, 2020)¹⁷ is de onderstaande lijst met ervaringen opgesteld:

- Er is een beperkte markt van hergebruikte producten en leveranciers zijn lastig te vinden.
- Circulaire materialen zijn economisch nog niet rendabel.
- Het inventariseren, veiligstellen, ontwerpen en verwerken van circulaire materialen is erg tijdrovend en kostbaar.
- Schakel een specialist in voor inventarisatie, demontage en transport om beschadiging te voorkomen.
- De lokale gemeente heeft een welwillende houding bij experimenten/circulaire initiatieven.
- Beschadiging, gebruikssporen of kleurverschil zijn bij gebruikte producten onvermijdelijk.
- Hoe korter de verwachte gebruiksduur, hoe meer circulaire oplossingen beschikbaar zijn (de investering voor de toepassing van gebruikte materialen is op korte termijn minder hoog dan de investering in de (nu nog onderontwikkelde) langdurige bouwtechnische ingrepen).
- Bij ontwerp en detaillering dient rekening te worden gehouden met de toepassing van circulaire elementen. Onnauwkeurige maatvoering vereist te werken met marges.
- Per project kunnen meerdere ontwerpstrategieën toegepast worden zoals bijvoorbeeld de combinatie van een biobased gevelconstructie en hergebruikte binnenwandelementen.
- Een circulair en duurzaam ontwerp vergt een andere benadering. Je ontwerpt niet met een schone lei, maar op basis van hetgeen er voorhanden is.



Figuur 13: Interieurbeeld kantoor Heembouw (bron: heembouw.nl)

6.5.3 Circulaire pop-up wijk De Loskade te Groningen

Op het voormalige Suikerunieterrein staat sinds september 2019 een innovatieve pop-up wijk: De Loskade¹⁵ (figuur 13). Deze wijk bestaat uit 14 grondgebonden circulaire en remontabele woningen en 32 studio's van Van Wijnen. Hun concept 'fijn wonen' is remontabel en 70 procent circulair¹⁶. Dit is onderbouwd middels de BCI van Alba Concepts. De woning drijft op vier pijlers:

1. **Betaalbaar** voor corporaties en huurders;
2. **Gasloos** volledig elektrisch en nul op de meter (NOM);
3. **Verplaatsbaar** aansluitend op demografische veranderingen;
4. **Levensduur** functionele levensduur is gelijk aan de technische levensduur.

De wijk dient de komende 11 jaar als *living lab* voor experimenten met duurzame woonoplossingen. Zo wordt er niet alleen geëxperimenteerd met duurzame energieoplossingen, maar ook met nieuwe gevelmaterialen zoals isolerende steenstrips. Op basis van de ervaring van bewoners en partners wordt er de komende jaren geleerd wat werkt en wat niet werkt.

Voor nadere informatie is een interview afgenomen met Noor Wit, projectontwikkelaar bij Van Wijnen. In het gesprek vertelde Noor dat 100% circulair niet haalbaar is door de toevoeging van onderdelen om een gebouw veilig en bewoonbaar te maken. Een voorbeeld hiervan zijn de koppelingen waarmee wanden en vloeren bevestigd zijn. Deze worden afgedekt met een plaatje waarover vervolgens wordt behangen. De huurder vindt het niet fraai als dit niet zou worden afgedekt. Nu de koppeling wel is afgedekt, wordt niet alleen de koppeling aan het zicht onttrokken, maar kan de koppeling ook niet meer zondermeer worden losgedraaid. Ook is de woning niet volledig vrij van natte of toxische verbindingen. Op verschillende plekken is toch kit of pur toegepast om verbindingen lucht- en waterdicht te krijgen. Bepaalde details zijn daarom herzien voor toekomstige toepassing.

Door processen te optimaliseren met digitalisering, prefabricatie en productie op grote schaal is het Van Wijnen gelukt om een circulair product te maken dat niet duurder is dan een reguliere woning. Daarnaast is de kwaliteit minstens net zo goed met daarbij een hogere restwaarde. Op deze manier kon, ondanks de ingewikkelde waardering van dit vastgoed/losgoed object op gehuurde grond, toch een financiering geregeld worden.



Figuur 14: De Loskade te Groningen (bron: architectenweb.nl)

6.5.4 Bork Groep, van slopen naar oogsten

Het incidenteel hergebruik is momenteel nog koplopergedrag dat met veel zorg, precisie en moeite wordt uitgevoerd. Om hergebruik op grote schaal toe te kunnen passen, moet de hele bouwketen worden aangepast op de instroom van gebruikte materialen. De waarde van 'geoogste' materialen is momenteel sterk afhankelijk van de kosten als gevolg van het beperkte aanbod, zorgvuldigheid bij demontage en het vastleggen en transporteren. Door op grote schaal te experimenteren in zorgvuldige demontage, vastlegging van specifieke product- en voorraadgegevens en ontwikkeling van marktplaatsen en materialenpaspoorten zullen deze kosten in de toekomst dalen.

Urban mining is een nieuw werkveld dat is ontstaan als reactie op de circulaire ontwikkelingen. Bruikbare en waardevolle onderdelen worden uit een gebouw geoogst in plaats van gesloopt. Bork Groep is een sloopbedrijf dat zich ontwikkelt tot *urban miner*. Om de ervaringen en visie vanuit een *urban miner* te beschrijven is een interview (bijlage 3) afgenomen met Koen Rooseboom, Medewerker Circulair bij Bork Groep.

De functie Medewerker Circulair is ontstaan vanuit de circulaire ontwikkelingen, de gedachte en behoefte vanuit Bork en de vraag vanuit de markt. Koen wordt binnen Bork betrokken bij alles wat te maken heeft met circulariteit. De ervaring heeft geleerd dat, als men circulair wil slopen, het van belang is om het gehele bouwteam vanaf de start van een project hierbij te betrekken. Circulaire sloop geeft de kans om circulaire materialen aan te bieden voor nieuwbouw. Daarnaast worden handvaten en ideeën meegegeven aan de opdrachtgever omdat Bork aan het einde van de keten wederom aan bod komt. Ook wil Bork zo veel mogelijk uitdragen naar andere partijen wat zij doen en waar ze naartoe willen, ofwel het creëren van ketensamenwerking, draagvlak en bewustwording.

Garantiebepaling

Het uitdragen van de visie en de werkzaamheden resulteren in meer projecten en dus in een grotere instroom van circulaire materialen. Maar hoe wordt de garantie van hergebruikte producten bepaald? Dit is momenteel nog een groot obstakel, waar ook Bork mee experimenteert. Momenteel worden geen garanties gegeven en worden producten op basis van een visuele controle verkocht.

Procesverloop

Het procesverloop van projecten verloopt doorgaans op twee manieren. Bij het eerste proces komt een opdracht binnen waarbij de opdrachtgever zelf aangeeft dat er circulair gesloopt dient te worden. Er wordt dus gehandeld naar de wens van de klant. Daarbij wordt gekeken of er nog materialen of grondstoffen kunnen worden afgezet in de markt. Deze inventarisatie gebeurt zelfstandig en wordt via Snagstream gedaan. Snagstream is een applicatie die op basis van een plattegrond, gevelaanzicht of doorsnede de mogelijkheid biedt om opmerkingen te plaatsen en de kwaliteit van onderdelen te beoordelen. Vervolgens gaan de *urban miners* demonteren.

Het andere (tweede) proces verloopt op initiatief van Bork. Daarbij komt er een slooppopdracht binnen en wordt er geïnventariseerd of er materialen aanwezig zijn die geschikt zijn voor een tweede leven. Deze materialen worden dan geplaatst op een marktplaats van circulaire materialen, zoals Insert of Oogstkaart, of bij een van de vaste partners of afzetkanalen van Bork.

Visie

Volgens Koen is de factor tijd essentieel in het doorstroomproces van producten. Hoe eerder een opdracht tot sloop binnenkomt, hoe meer tijd beschikbaar is voor het vinden van een juiste afnemer van de materialen. In een ideale situatie komt een opdracht binnen, worden de materialen geïnventariseerd, geplaatst op de marktplaats en vervolgens wordt Bork benaderd door een afnemer. Daarnaast heeft Bork onlangs een materialendepot gebouwd in Hoogeveen. Dit depot dient als opslag en logistiek centrum voor circulaire materialen.

6.5.5 DAAD Duurzaam Informatiecentrum te Orvelte

Het al in 1999 door DAAD gerealiseerd informatiecentrum in Orvelte is niet alleen een vooruitstrevend voorbeeld van duurzame architectuur, maar ook een koploper in circulariteit. Eigenlijk heeft het project nooit de waardering gekregen dat het verdient, omdat thema's als duurzaamheid en circulariteit in die tijd geen relevante thema's waren. De opdrachtgever, een biologische landbouwer, wilde een informatiecentrum bouwen met toepassing van enkel lokale materialen. Zo werd door hem ook voor een lokaal architectenbureau gekozen. De opdracht werd gegund aan DAAD en werd hiermee het eerste project van architect/directeur Rob Hendriks. Een interview met hem heeft geleid tot de volgende beschrijving:

De opdrachtgever wilde een ademend gebouw, toepassing van plastic of folies was dus uitgesloten. Door overdimensionering en toepassing van grote overstekken kon de verwerking van de gevel als gevolg van weersinvloeden worden geminimaliseerd. Bovendien bleven de elementen bereikbaar voor latere demontage.



Figuur 15: Tussenruimte Informatiecentrum

Om een aangenaam binnenklimaat te creëren zonder de toepassing van niet-biobased materialen, werd gekozen voor een doos-in-doo-systeem. Hierdoor ontstaat een overgangszone tussen binnen en buiten (figuur 15). Het gevolg hiervan was een groot verschil tussen het bruto vloeroppervlak en netto vloeroppervlak. Omdat dit financieel niet haalbaar zou zijn, is er buiten het traditionele ontwerpproces gekeken. Zo heeft architect Rob Hendriks zelfstandig kozijnen ingekocht en is door Staatsbosbeheer lokaal hout beschikbaar gesteld in ruil voor erkenning. Daarnaast kon door het vroegtijdig betrekken van een aannemer en constructeur, geëxperimenteerd worden met nieuwe constructiemethoden en zijn hiermee veel kosten bespaard.

Het informatiecentrum bestaat uit milieuvriendelijke, biobased materialen uit de directe omgeving. Het larikshout, de hennep en de leem zijn dusdanig bevestigd dat het geschikt is voor demontage en hergebruik en kunnen later zonder milieubelasting kan worden gesloopt. De constructie bestaat uit kolommen en gelamineerde liggers. Deze zijn bevestigd door middel van pennen en geponst als een soort popnagel-verbinding. Daarnaast kon door het gebruikte hout plaatselijk te 'verjongen', de balkhoogte gehalveerd worden, waarmee eveneens een kostenbesparing werd gerealiseerd.

Door meer dan alleen de ontwerpende partij te zijn, anders dan traditioneel te denken en vroegtijdig andere partijen te betrekken, is het ontwerp niet een exclusief domein van de architect. Daarnaast maakte de factor tijd het gaandeweg mogelijk om ontwerpwijzigingen toe te staan en daarmee het ontwerp te verfijnen naar een zo duurzaam mogelijk ontwerp.

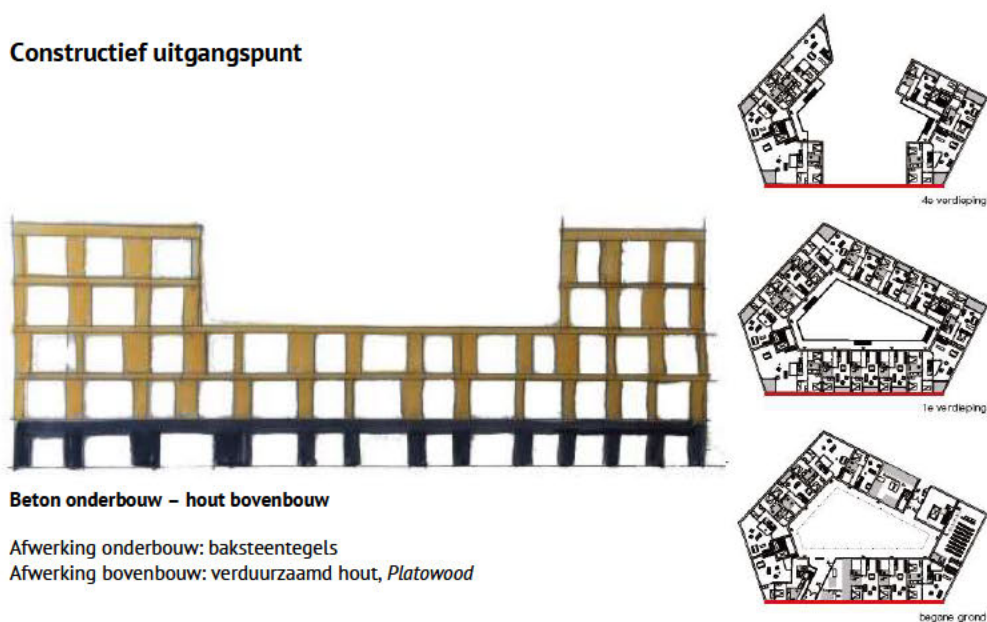
Vooruitstrevend

De ontwerpstrategie van het ruim 20(!) jaar oude project, het loslaten van het traditionele proces door het omdenken, het vroegtijdig betrekken van andere partijen in het ontwerpproces en te kiezen voor duurzame, biobased en lokale materialen, komt bijzonder goed overeen met de actuele speerpunten van de circulaire transitie. Dit maakt het Duurzaam Informatiecentrum te Orvelte tot een van de koplopers van wat tegenwoordig beschouwd wordt als duurzame architectuur en circulair bouwen.

6.5.6 DAAD Toepassing van C T b het Ebbingehof te Groningen

Voor het project aan het Ebbingehof is door moriko kira architect, een architect gevestigd in Amsterdam, een gebouw van vier verdiepingen ontworpen. De bouwkundige en financiële uitwerking van het project is door DAAD uitgevoerd. Het bleek te duur om het gebouw in beton te bouwen en het gebouw bleek te hoog om volledig in houtskeletbouw (HSB) te bouwen. Daarnaast zou er in verband met de werking van het hout op de 4^e verdieping grote krimp kunnen ontstaan, waardoor er werd besloten om er vanaf te zien om het gebouw volledig in HSB te bouwen. Er is gekozen voor een combinatie van HSB en beton (figuur 16). Een betonnen onderbouw zou een goede constructieve basis bieden om daarop een lichte constructie van HSB en CLT randbalken te plaatsen. Deze *cross laminated timber* (kruislaags verlijmd hout) heeft door zijn kruislingse verlijming weinig last van uitzetting of krimp en werkt daarnaast ook brandvertragend. De houtconstructie zorgt voor een aanzienlijk lichtere constructie. Zo zijn de wanden ongeveer 30% lichter en de vloeren zo'n 60% lichter in vergelijking met beton.

Constructief uitgangspunt



Figuur 16: Constructief uitgangspunt: hout en beton (bron: moriko kira architect)

6.5.7 DAAD Schaapskooi te Bargerveen

In opdracht van de provincie Drenthe heeft DAAD het ontwerp gemaakt voor de nieuwe schaapskooi aan de rand van het Bargerveen. Het ontwerp van het in 2018 opgeleverde complex dat bestaat uit o.a. de schaapskooi is tot stand gekomen in samenwerking met Prolander, Staatsbosbeheer, de schapsherder en de gemeente Emmen. Het Bargerveen wordt permanent door een schaapskudde van circa 1000 schapen en 80 runderen onder toezicht van een herder met begraaasd en dit maakt de schaapskooi tot de grootste van Nederland.

De benadering van dit ontwerp vanuit een circulair en biobased karakter is een goed voorbeeld voor de hedendaagse en regionale architectuur. De voorwaarde voor dit complex was dat deze duurzaam, energiearm en onderhoudsarm ontworpen en gebouwd diende te worden. Extra aandacht ging uit naar het toepassen van lokaal geproduceerde producten en materialen.

De bedrijfsgebouwen kenmerken zich door grasdaken met een flauwe helling en dakvlakken met een steile helling (figuur 17a). In de gebouwen is maximaal gebruik gemaakt van biobased

materialen. De schuur heeft een houten constructie met gelamineerde spanten. De bouwdelen zijn bevestigd door middel van schroeven en bouten, waardoor het eenvoudig te demonteren valt wat hergebruik mogelijk maakt. De gevels bestaan uit een gelamineerde houtconstructie op een betonnen plint met daaraan bevestigd half open gevelbekleding van larikshout (figuur 17b). Onder de overstekken zijn op diverse plaatsen nestkasten voor dieren opgenomen. In de verspringende nok is een strook gemaakt voor ventilatie en daglichttoetreding.

Het larikshout is afkomstig uit bossen uit de directe omgeving en werd ter beschikking gesteld door Staatsbosbeheer. Ook de bestrating en de gevels van veldkeien komen uit de gebieden van Staatsbosbeheer. Daarnaast is er gekozen om het werk te laten uitvoeren door een lokale aannemer die ook lokale materialen heeft toepast. Verder is er gelet op het beperken van het aantal transportbewegingen. De materialisering en detaillering zijn onderhoudsarm uitgevoerd. Daarnaast wordt het onderhoud van de grasdaken natuurlijk uitgevoerd door de schapen zelf.



Figuur 17a & b: Aanzicht schaapskooi en geveldetail (bron: Walter Frisart FOTOwerk)

Ervaring

Door zo veel mogelijk in te zetten op ontwerpen en bouwen met hout brengt naast de opslag van CO₂ ook de ervaring in detaillering en toepassingsmogelijkheden van het hout. Hoewel DAAD altijd inzet op het enthousiasmeren tot duurzame en circulaire architectuur, blijkt dit in de praktijk toch erg lastig. Momenteel brengt het vaak extra kosten met zich mee wat de keuze voor daadwerkelijke toepassing van een duurzaamheidsambitie beïnvloedt.

DAAD probeert het belang van duurzaamheid en circulariteit te benadrukken en zich te profileren als een bureau met welgemeende intenties betreffende het verduurzamen van de gebouwde omgeving door duurzame en volhoudbare architectuur te realiseren en het aanjagen van een circulaire economie. Toch is het daadwerkelijk realiseren van een duurzame of circulaire ambitie in de praktijk vaak afhankelijk van de samenwerking met een opdrachtgever die dezelfde overtuiging heeft.

6.6 Conclusie belemmeringen

De experimenten met circulair bouwen hebben tot nu toe een aantal belemmeringen aan het licht gebracht. Deze belemmeringen vertragen de ontwikkeling naar een volledig circulaire bouweconomie en vormen dus speerpunten voor innovatie en vergroting van het draagvlak.

Hoewel nog niet alles is onderzocht, blijkt tot u toe uit de projecten dat er nog onvoldoende vraag en aanbod van circulaire producten is. Hiervoor moet ook kennis worden ontwikkeld om producten te inventariseren, demonteren en vastleggen in een soort databank. Er is gebrek aan marktprocessen die ingesteld zijn op circulair bouwen en gebrek aan stimulerende wet- en regelgeving. Er zijn nog tal van barrières bij variërende aspecten die weggenomen moeten worden om innovaties te stimuleren. Op basis van de resultaten uit de verschillende pilotprojecten is de volgende lijst met belemmeringen vastgesteld:

1. **Belemmeringen op basis van bewustzijn**
 - Het huidige imago van 'afvalmateriaal'.
 - Gebrek aan motivatie of bewustzijn van circulaire ontwikkelingen.
2. **Belemmeringen op basis van processen en beleid**
 - Huidige marktprocessen zijn niet ingesteld op circulair bouwen.
 - Huidige wet- en regelgeving stimuleren circulariteit niet.
 - Onduidelijkheid over regelgeving, bewijs en garantiebepaling.
3. **Belemmeringen op economische basis**
 - Circulaire materialen zijn economisch nog niet rendabel.
 - Investering zonder zekerheid van economische baten (mogelijk niet ten gunste van de oorspronkelijke investeerder).
 - Opdrachtgever bepaalt/beperkt financieel de uitwerking van circulaire ambitie.
 - Geen financiële impuls beschikbaar om innovaties te versnellen.
 - Financiers zijn huiverig voor de risico's van vereiste innovaties.
4. **Belemmeringen op productbasis**
 - Onzekerheid van tijd, levering en kosten van materialen.
 - Onvoldoende kennis over inventarisatie, demontage, vastlegging en verwerking.
 - Beschadiging, gebruikssporen of kleurverschil bij gebruikte producten zijn onvermijdelijk.
5. **Belemmeringen voor het ontwerpproces**
 - Onvoldoende vraag en aanbod van circulaire producten.
 - Onnauwkeurige/onvoldoende maatvoering of specificaties van circulaire producten om correct te integreren binnen een ontwerp.

6.7 Conclusie kansen

Ondanks het complexe vraagstuk biedt de transitie naar een circulaire bouwconomie ook grote kansen in zowel vraag als aanbod. Slim hergebruik en een lagere energiebehoefte in het productieproces bieden kostenvoordelen. Er ontstaat vraag naar nieuwe producten, diensten en daarbij ontstaan economische reacties. Door slim te slopen of te demonteren kunnen slopers bijvoorbeeld hele bouwdelen uit een slooppand halen om deze vervolgens te kunnen hergebruiken. Ook groothandels kunnen inspringen op de behoefte aan distributie van gebruikte bouwmaterialen van de markt.

Nederland heeft de potentie om een aantrekkelijk exportproduct op te zetten. Van de ervaring die Nederlandse koplopers reeds hebben opgedaan in circulaire bouwprojecten kan veel geleerd worden. Door de samenwerking met de EU en landen daarbuiten op te pakken, kan deze kennis breed in de markt worden verspreid.

Volgens de SER⁵ brengt circulariteit, naast het behoud van werkgelegenheid, tevens het ontstaan van banen in nieuwe circulaire activiteiten met zich mee, zoals onderhoud, reparatie, revisie en hergebruik: “Er komt een nieuwe kennisontwikkeling op gang bij architecten, ontwerpers, ingenieurs, dienstverleners, kennisinstelling, opdrachtgevers, uitvoerders, producenten en talloze andere betrokkenen” (De Bouwagenda, 2018, p. 16). Het is dan ook van belang om werknemers in de sector hierbij te betrekken, bij te scholen en kennis te delen. In de *transitieagenda* wordt geschreven:

Om een succesvolle transitie mogelijk te maken richting een andere economie, is het van belang om werknemers in de sector volop te betrekken. Er is aandacht nodig voor opleiding en bijscholing, de ontwikkeling van werkgelegenheid en kwalitatief hoogwaardige arbeid. En daarnaast voor het creëren van een eerlijk speelveld en sociale innovatie in een gelijkwaardige rol naast technologische innovatie. (De Bouwagenda, 2018, p. 16)

Op basis van de *Transitieagenda Circulair Bouwen*⁵, het *Framework Circulair Bouwen*¹⁸ en gevoerde gesprekken met interne architecten en ontwerpers, maar ook met externen van bouwbedrijven, projectontwikkelaars en sloopbedrijven, is de volgende lijst met kansen opgesteld, die zich als reactie op de circulaire ontwikkeling voor zullen doen:

1. **Er ontstaat grootschalige ontwikkeling van onderwijs, opleiding, producten en diensten**
 - Ervaring uit koploperprojecten benutten om op door te ontwikkelen ten gunste van het onderwijs, opleidingen, producten en diensten.
2. **Specifieke kennisontwikkeling van specialisten binnen de sector**
 - Op grote schaal ontwikkelen van specifieke kennis bij verschillende betrokkenen binnen de sector. Denk hierbij aan architecten, ontwerpers, ingenieurs, dienstverleners, kennisinstellingen, opdrachtgevers, uitvoerders, producenten etc.
3. **Het behoud en de ontwikkeling van werkgelegenheid, mogelijk ook voor mensen met een afstand tot de arbeidsmarkt**
 - Als reactie op de behoefte aan ontwikkelingen binnen wet- en regelgeving, businessmodellen en de toenemende vraag naar hergebruikte materialen en producten zullen vermoedelijk nieuwe banen ontstaan. Ook kan er onderzocht worden of mensen met een afstand tot de arbeidsmarkt hier een bijdrage aan kunnen leveren. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan het opleiden van mensen tot specialist in de inventarisatie van en/of demontage van bestaande elementen en materialen.

4. **De ontwikkeling van een (netwerk van) circulaire marktplaats(en)**
 - De toenemende vraag naar gebruikte materialen en elementen in combinatie met de kennisontwikkeling op gebied van inventarisatie en demontage nodigt uit tot innovaties voor de ontwikkeling van een circulaire marktplaats (of netwerk van circulaire marktplaatsen). Hierop worden lokale, beschikbare materialen en elementen getoond die bij een ander project kunnen worden toegepast. Deze zijn bij voorkeur als 3D BIM-model beschikbaar.
5. **De ontwikkeling van productieprocessen en slim hergebruik creëren een lagere energiebehoefte en bieden financieel voordeel**
 - Door het ontwikkelen van productieprocessen kan een lagere energiebehoefte ontstaan. Dit resulteert, zeker in combinatie met slim hergebruik, in lagere kosten en is daarmee financieel aantrekkelijk.
6. **Voorsprong in kennis heeft de potentie tot het breed verspreiden van een aantrekkelijk exportproduct**
 - Met de ervaringen van koplopers uit pilotprojecten kan de Nederlandse kenniseconomie internationaal gepresenteerd worden als circulaire koploper. Dit kan worden ingezet om circulaire oplossingen over de grens te verkopen. Daarbij kan de Nederlandse kenniseconomie internationaal gepresenteerd worden als circulaire koploper.
7. **Circulaire gebouwen krijgen in de toekomst een hogere marktwaarde**
 - Duurzame beleggers hebben veel interesse om circulaire gebouwen op te nemen in hun portefeuille. Dit maakt dan ook dat het investeren in de aankoop van circulaire gebouwen tot aantrekkelijke en toekomstbestendige beleggingen kunnen worden beschouwd.
8. **Het op grote schaal toepassen van DBFM-contracten (*design, build, finance & maintain*) nodigt uit tot een integrale benadering voor de ontwikkeling en het behoud van circulaire gebouwen, biedt inzicht in materiaalstromen en roept doorontwikkeling van efficiënte binnen lange termijn verbintenissen op**
 - Een circulair gebouw wordt niet alleen gedefinieerd door het ontwerp en de bouw. Het gebouw maakt deel uit van een groter, stedelijk systeem waarin materiaalstromen worden uitgewisseld, omgezet en vastgehouden. Hierbij is het cruciaal om na te denken over het met de hoogste mogelijke kwaliteit hergebruik van componenten en onderdelen van een gebouw mogelijk te maken of het uiteindelijk laten terugvloeien van materialen in de natuur.

7. Wat zijn de actuele ontwerpstrategieën en vertrekpunten voor een circulair ontwerpproces?

Met het doel om in 2050 een circulaire economie te hebben, is een transitie van de bouwsector vereist. Om de toekomstige gebouwen circulair te bouwen, zijn een stappenplan en vertrekpunten voor een circulair ontwerpproces vereist. Op basis van actuele strategieën worden in dit hoofdstuk de ontwerpstrategieën en vertrekpunten voor een circulair ontwerpproces geboden.

7. Algemene circulaire strategieën

In afstemming met de *Transitieagenda Circulair Bouwen*⁵ en *The Seven Pillars of the Circular Economy*⁴ is door Circle Economy in de publicatie *A Framework for Circular Buildings*¹⁹ een lijst met algemene strategieën voor circulariteit opgesteld. Deze zijn enerzijds gericht op het optimaliseren van materiaalgebruik en materiaalcirculatie en anderzijds op samenwerking of ondersteunende strategieën. De algemene, circulaire strategieën zijn als volgt:

1. **Kies** voor herstelbare bronnen.
2. **Wees zuinig** en gebruik zo lang als mogelijk.
3. **Gebruik** afval als grondstof.
4. **Ontwikkel** het businessmodel.
5. **Ontwerp** voor de toekomst.
6. **Integreer** digitale technieken.
7. **Werk samen** om collectieve waarde te creëren.

7.2 Ontwerpstrategie voor circulaire gebouwen

Op basis van de algemene strategieën voor circulariteit zijn door Circle Economy vier toepasbare ontwerpstrategieën voor circulaire gebouwen afgeleid. Deze strategieën hebben een logische hiërarchie, waarbij de eerste strategie als eerste wordt overwogen enz. De hiërarchie van deze ontwerpstrategieën is als volgt:

1. **Reductie – optimaliseer materiaalgebruik**
Volgens het 10R-model is de meest circulaire methode om impact te minimaliseren door het simpelweg niet te produceren. Door de vraag te heroverwegen, wordt de behoefte geminimaliseerd en onnodig gebruik voorkomen. Hierdoor wordt de impact van materiaal- en grondstofproductie tot een minimum teruggebracht.
2. **Synergie – hergebruik**
Wanneer de grondstofbehoefte en de daaraan gerelateerde effecten tot een minimum zijn verlaagd, kan de lokale uitwisseling van reststromen worden onderzocht. Het inzetten van de in een gebouw geproduceerde restwarmte, opgevangen regenwater of het gebruik van grondstoffen waarvan duidelijk is dat ze tijdens de demontage van nabije gebouwen vrijkomen, zijn belangrijk om mee te nemen in deze ontwerpstep.
3. **Productie & inkoop – circulaire materialen**
Wanneer synergiën zijn uitgeput, kan de resterende vraag worden geleverd door gebruik te maken van schone, hernieuwbare of andere ecologische bronnen. Hierbij ligt de voorkeur bij lokaal geproduceerde middelen omdat de impact hiervan op het milieu lager is en een hogere efficiëntie wordt behaald door minimaal transport of infrastructurele investeringen. Bij de keuze voor lokaal dienen de impact en efficiëntie leidend zijn.
4. **Management – kennisontwikkeling en kennisdeling**
In een experimenteel proces m.b.t. het streven naar efficiënte en goed functionerende systemen is het van belang om feedback te krijgen over hoe de systemen werken. Hierbij moet een transparant data- en informatienetwerk beschikbaar zijn waar ervaringen kunnen worden gedeeld. Op basis van deze feedback kunnen gedragsveranderingen tot stand komen en technologische ontwikkelingen worden ingericht.

7.3 Deelstrategieën per thema

Met de zeven algemene, circulaire strategieën en onder medeneming van de definitie van een circulair gebouw zijn door Circle Economy per algemene strategie verschillende deelstrategieën vastgesteld. Deze zijn gevisualiseerd en toegelicht in het rapport: *A Framework for Circular Buildings*¹⁹. Dit *framework* biedt ontwikkelaars en architecten de mogelijkheid om richting te geven aan het ontwerpen en bouwen van een circulair gebouw door vanuit iedere algemene, circulaire strategie de deelstrategieën te benoemen. Deze worden in de volgende tabellen getoond:

7.3.1 Materiaal

1. Optimaliseer materiaalgebruik	2. Hergebruik	3. Circulaire materialen	4. Kennisontwikkeling en -deling
1. Optimaliseer materiaalgebruik	1. Maximaliseer aandeel hergebruikte materialen	1. Maximaliseer hergebruik hernieuwbare materialen	1. Maak informatie (element, component, materiaal) beschikbaar
2. Ontwerp voor flexibiliteit	2. Maximaliseer hergebruikte componenten	2. Minimaliseer gebruik schaarse en kritieke materialen	
3. Ontwerp voor veerkracht	3. Maximaliseer hergebruikte elementen	3. Optimaliseer milieu- en sociale impact van materialen	
4. Ontwerp voor remontabiliteit	4. Toekomstig gebruik		
5. Monitor de effecten op het milieu			

7.3.2 Energie

1. Minimaliseer energiegebruik	2. Energiebalans	3. Duurzame en lokale energie	4. Kennisontwikkeling en -deling
1. Gebouwwontwerp bevat en gebruikt minimale hoeveelheid energie	1. Vind de juiste energie-match (ruimte en tijd)	1. Minimaal milieu-impact van energiebron	1. Maak informatie (energie) beschikbaar voor gebouwgebruikers
			2. Creëer ruimte voor optimalisatie gedurende gebruiksfase

7.3.3 Water

1. Minimaliseer watergebruik	2. Water hergebruiken	3. Kennisontwikkeling en -deling
1. Gebouwwontwerp bevat en gebruikt minimale hoeveelheid water	1. Zorg voor grijswatersysteem	1. Maak informatie (over water) beschikbaar
	2. Zorg voor regenwateropvang	
	3. Win grondstoffen/nutriënten terug	

7.3.4 Bodvers tet en ecosystemen

1. Vermijd verlies van biodiversiteit	2. Integratie van ecologische diensten	3. Stimuleer lokale biodiversiteit	4. Kennisontwikkeling en -deling
1. Gebouwwontwerp bevat minimaal verlies van - en gebruikt minimale biodiversiteit door te kiezen voor - materialen met de minimale impact over de gehele keten en levensduur	1. Gebruik biologische elementen voor biodiversiteit en functionaliteit	1. Versterk in gebouwwontwerp de lokale biodiversiteit, in het bijzonder voor zeldzame soorten	1. Bescherm biodiversiteit en ecologie voor de lange termijn
			2. Maak informatie (over biodiversiteit) beschikbaar

7.3.5 Cultuur en maatschapp

1. Vermijd het verlies van unieke culturen en sociale samenhang	2. Faciliteer gedeelde voorzieningen en diensten	3. Kennisontwikkeling en -deling
1. Houd in het gebouwwontwerp rekening met cultuurbewoud door te kiezen voor materialen met de kleinste impact over de gehele keten en levensduur	1. Creëer functioneel gedeelde ruimten en voorzieningen die samenhang bieden en een negatieve sociale impact minimaliseren	1. Maak informatie (sociaal) beschikbaar

7.3.6 Gezond en welzijn

1. Vermijd toxische materialen en vervuiling	2. Garandeer voldoende kwaliteit van leven met een optimaal intern klimaat	3. Kennisontwikkeling en -deling
1. Gebouwwontwerp bevat en gebruikt geen of minimale toxische materialen	1. Garandeer luchtkwaliteit en een comfortabele gevoelstemperatuur	1. Maak informatie (over toxiciteit en binnenklimaat) beschikbaar
2. Voorkom vervuiling tijdens de bouw-, gebruiks- en sloopfase	2. Garandeer esthetisch comfort	
	3. Garandeer akoestisch comfort	

7.3.7 Meervoudige waardevormen

1. Garandeer behoud van esthetische waarde op de lange termijn	2. Kennisontwikkeling en -deling
1. Geef ruimte aan esthetiek voor waarde op lange termijn	1. Maak informatie over (meervoudige waardevormen) beschikbaar

7.4 Conclusie ontwerpstrategieën en vertrekpunten voor een circulair ontwerpproces

In de *Transitieagenda Circulair Bouwen*⁵ wordt een stappenplan voor circulair bouwen getoond. Dit stappenplan is gebaseerd op het rijksbrede programma *Nederland Circulair in 2050* en richt zich op de volgende drie stappen:

1. Het minimaliseren van materiaalgebruik.
2. Kiezen voor materialen met een lage milieubelasting.
3. Denk na over materiaalhergebruik na de gebruiksfase.

Hoewel de bovengenoemde stappen zeer algemeen zijn, is de daadwerkelijke ontwerpstrategie afhankelijk van de ambitie per bouwlaag en de omstandigheden waaronder een project wordt gerealiseerd. Zo wordt een bouwwerk in een landelijk gebied misschien al na twintig jaar afgebroken en kunnen na die periode de materialen worden hergebruikt en kan de locatie worden 'teruggegeven' aan de natuur, terwijl een gebouw in een binnenstad in de loop der jaren vaak andere functies krijgt en het in deze situatie dus de voorkeur heeft om in te zetten op een zeer lange levensduur met hoogwaardige materialen.

Ter verduidelijking van wat beschreven is in voorgaande hoofdstukken en samen met eerder getoonde ontwerpstrategieën en het bovengenoemde stappenplan, zijn de bevindingen samengevat tot zes vertrekpunten voor een circulair ontwerpproces. Deze vertrekpunten zijn het denkraam dat vooraf gaat aan een circulair ontwerpproces, deze vertrekpunten helpen bij het maken van gepaste ontwerpbeslissingen. Deze vertrekpunten hoeven overigens niet allemaal tegelijk te worden toegepast. Het is vooral van belang om de juiste afwegingen te maken tussen de verschillende mogelijkheden die het beste aansluiten bij het specifieke project. De vertrekpunten worden op de volgende pagina getoond:

1. **Minimaliseren van de hoeveelheid gebruikte materialen (reductie)**
 - Heroverweeg de vraag. Bepaal voorafgaand aan het ontwerpproces de ambitie, de behoefte en de circulaire doelstelling om vervolgens hierop gepaste ontwerpbeslissingen te nemen.
 - Ontwerp materiaalarm en licht. Minimaliseer het te bouwen/renoveren project. Renovatie is in veel gevallen daarom beter dan nieuwbouw.
2. **Remontabel ontwerpen (synergie)**
 - Herbruikbaarheid van elementen wordt bepaald door factoren binnen het ontwerp, zoals losmaakbaarheid, materiaalkwaliteit en toxiciteit. Beschadiging en besmetting van elementen heeft invloed op de herbruikbaarheid.
 - Om adaptief, flexibel, modulair en remontabel te ontwerpen is overdimensionering vereist om verbindingen toegankelijk te houden. Leg hierbij de methode van montage en demontage vast.
3. **Maximaliseren van de hoeveelheid hergebruikte materialen (synergie)**
 - Analyseer voorafgaande aan de toepassing van nieuwe elementen allereerst lokaal beschikbare, herbruikbare materialen. Deze kunnen bepalend zijn voor het ontwerp. Neem hierbij in het ontwerp marges mee voor mogelijke afwijkingen van de maatvoering.
4. **Maximaliseren van de hoeveelheid hernieuwbare (biobased) materialen (productie & inkoop)**
 - Materiaalkeuze en ontwerp optimaliseren op de laagste milieubelasting.
 - Het materiaal heeft een technologische oorsprong en kan in de toekomst hergebruikt worden in een technologische kringloop op ten minste gelijkwaardig niveau.
 - Het materiaal heeft een biobased oorsprong en kan in de toekomst hergebruikt en/of gecomposteerd en/of als brandstof gebruikt worden.
5. **Beschikbaarheid van informatie over het materiaal, element en product (management)**
 - Er wordt een materialenpaspoort van het gebouw opgesteld en bijgehouden. Bij de oplevering wordt een sloopbestek of demontagerichtlijn meegeleverd.
 - Het ontwerp is gericht op optimaal beheer en onderhoud.
6. **Geen of minimale toxiciteit bij het ontwerp (reductie)**
 - Er zijn geen materialen toegepast die op de *C2C banned list of chemical materials* staan.

8. Wat is de invloed van circulaire ontwerpprincipes op de vertaalslag van de biobased woning van DAAD naar circulair en remontabel?

Met behulp van de resultaten uit de deelonderzoeken wordt in dit hoofdstuk antwoord gegeven op de gestelde onderzoeksvraag. Aan de hand van de circulaire ontwerpprincipes wordt allereerst het ontwerp van de biobased woning beschreven. Vervolgens wordt met deze ontwerpprincipes de vertaalslag van de biobased woning naar circulair en remontabel beschreven. Daarnaast wordt een praktische toepassing weergegeven in het principedetail van de dakgoot. Hierbij wordt in de fasen van bevestiging, vaste toestand en demontage de remontabiliteit van het ontwerp aangetoond.

8. De biobased woning vanuit circulaire ontwerpprincipes

Deze woning is ontworpen als antwoord op de vraag van woningcorporaties die een levensloopbestendige woning willen ontwikkelen die duurzaam is en een laag energieverbruik heeft. Met de eerste circulaire ontwerpstrategie, **het minimaliseren van de hoeveelheid gebruikte materialen**, is de woning met een slimme indeling zo compact mogelijk gehouden. In de woning bevinden zich op de begane grond een slaapkamer, een badkamer en wasmachine-aansluiting. Dit is een woning om oud in te kunnen worden. Op de eerste verdieping bevindt zich een vrij-indeelbare ruimte. Naast een ruimte voor installaties kunnen hier één of twee slaapkamers gerealiseerd worden. De woning is uitgerust met de techniek om de woning duurzaam te verwarmen en van warm water te voorzien met behulp van een warmtepomp. Er wordt geventileerd met een WTW-unit. De woning heeft een gezond binnenklimaat zonder onnodig energieverlies. De constructie is damp-open voor een goede vochtbalans in de woning. Ook geeft het gebruik van isolatie op basis van cellulose een vertraging in het opwarmen van de woning zodat de woning in de zomer koeler blijft.

De woning wordt volgens de vierde ontwerpstrategie opgebouwd met **maximalisatie van de hoeveelheid hernieuwbare (biobased) materialen**. In paragraaf 4.1 werd beschreven dat materialen die afkomstig zijn uit de natuur binnen de biologische kringloop na gebruik kunnen terugvloeien in de natuur. Behalve hergebruik van deze materialen is het dus ook mogelijk de materialen zonder milieubelasting te laten terugvloeien in de natuur. Houten buiten- en binnenwanden met houtwolisolatie zorgen voor de gewenste Rc-waardes. De buitenkant geeft een warme uitstraling door de toepassing van lariks geveldelen. Deze zijn in verschillende richtingen toegepast (figuur 18) gebaseerd op de prefabelementen waaruit de woning is opgebouwd. Daarnaast wordt door de toepassing van veel hout(producten) CO₂ opgeslagen en kan het een CO₂ neutrale woning worden.



*Figuur 18: Model biobased woning
(bron: DAAD Architecten)*

Door de toepassing van biobased materialen en waar nodig 'gezonde' verf ontstaat er **minimale toxiciteit** (volgens de zesde ontwerpstrategie) en wordt een zo gezond mogelijk binnenklimaat bereikt. Ook de kozijnen zijn gemaakt van hout en uitgerust met driedubbele beglazing. De kap van de woning loopt aan de voorzijde een stuk door en geeft een overdekte entree. Op het dak van de woning zullen geïntegreerde PV-panelen worden toegepast om er voor te zorgen dat de woning over een heel jaar alle energie zelf opwekt. De woning is hiermee een zogenoemde NOMwoning (nul op de meter) en energieneutraal. Het resterende dakvlak wordt volgens de derde ontwerpstrategie afgewerkt met **hergebruikte pannen**. De detaillering is eigentijds strak en eenvoudig vormgegeven waarbij rekening is gehouden met goede, toekomstige onderhoudsmogelijkheden, passend bij de vijfde ontwerpstrategie, om de **bereikbaarheid (en informatie) van producten en elementen** te behouden.

8.2 Praktische toepassing van de ontwerpstrategieën

Het ontwerpproces en de totstandkoming van de biobased woning heeft veel raakvlakken met de algemene ontwerpstrategieën van een circulair ontwerpproces. De doorontwikkeling van de biobased woning naar circulair en remontabel wordt beschreven vanuit de zes ontwerpstrategieën:

1. Minimaliseren van de hoeveelheid gebruikte materialen

Door het hanteren van de slimme plattegrondindeling van de biobased woning wordt de woning zo compact mogelijk gehouden. Door het compacte ontwerp en het vermijden van complexe aansluitingen wordt de hoeveelheid gebruikte materialen tot een minimum teruggebracht.

2. Remontabel ontwerpen

Vanuit het principe om remontabel te ontwerpen wordt de woning modulair gebouwd met in de fabriek samengestelde elementen. Zo kunnen de elementen niet alleen veilig en onder ideale omstandigheden worden samengesteld, maar worden ook de daadwerkelijke bouwtijd, de grootte van de bouwplaats en eventueel zaag- of snijverlies geminimaliseerd.

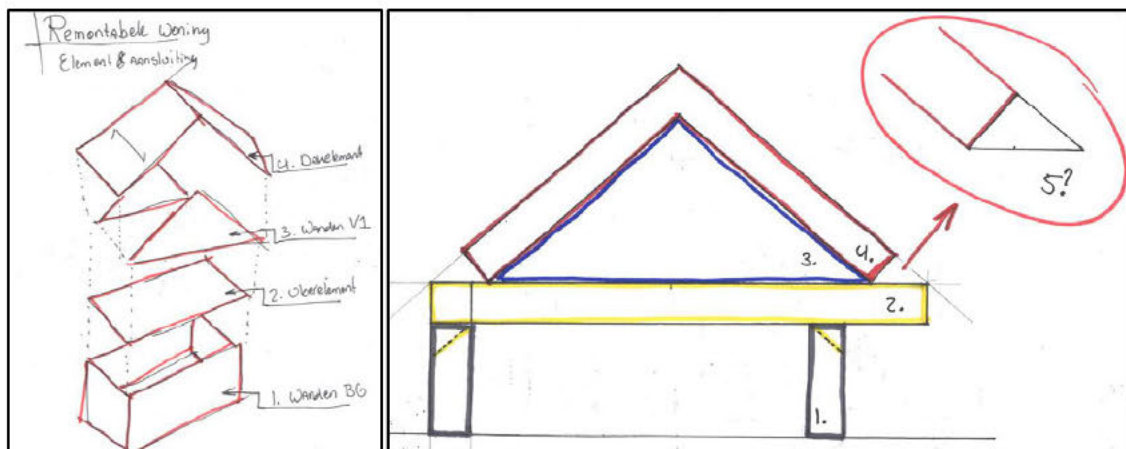
Adaptief, modulair en remontabel

De verbindingen binnen deze modulaire bouwmethode kunnen met behulp van de rekenmethode voor losmaakbaarheid (onderzoeksrapport, paragraaf 5.5) worden ontworpen op eenvoudige demontage. Dit maakt het verplaatsen of hergebruik van de woning (of elementen) in de toekomst veel waarschijnlijker. Daarnaast wordt door na te denken over de montage en demontage van deze modules een modulaire opschaalbaarheid tot gezinswoningen of zelfs appartementen mogelijk gemaakt (figuur 19).



Figuur 19: Mogelijkheden van modulaire opschaalbaarheid (bron: DAAD Architecten)

Op de volgende pagina wordt de bevestigingsvolgorde van de elementen getoond (figuur 20a en b). Voor de assemblage worden allereerst de wandelementen van de begane grond geplaatst en bevestigd. Dit creëert een module van wandelementen (stap 1). Hierop wordt vervolgens het vloerelement geplaatst (stap 2). Deze kan middels een pen/gat-verbinding op de onderliggende module worden gelegd waarbij verticale verplaatsing door zwaartekracht wordt voorkomen. Hierop worden vervolgens de wandelementen van de verdieping geplaatst (stap 3). Op deze wandelementen wordt het dakelement gelegd (stap 4). De positie hiervan wordt gefixeerd door de op het vloerelement bevestigde klossen. Met deze draagmethode, waarbij de gordingkap op de wandelementen rust, hoeven de horizontale en verticale reactiekrachten niet te worden afgedragen op het vloerelement. Door overdimensionering ontstaat een overstek en ruimte op het vloerelement voor de toepassing van een dakgoot (stap 5).

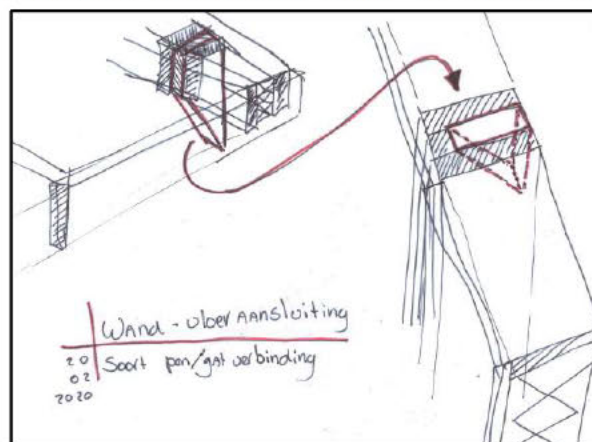


Figuur 20a en b: Moduleopbouw van de remontabele woning

Losmaakbaarheid

Om tot een zo eenvoudig en bereikbaar mogelijke verbinding te komen die tevens zonder chemische verbindingen kan worden bevestigd, is gekozen voor een droge verbinding door middel van vrij toegankelijke en modulaire zonering van objecten. Op deze manier wordt een zo hoog mogelijke losmaakbaarheidsfactor van de verbinding behaald. Daarnaast is het van belang om bij vorminsluiting marges in het ontwerp mee te nemen. Dit verhoogt de bereikbaarheid, maakt assemblage van elementen eenvoudiger en voorkomt beschadiging. Figuur 21 schetst een losmaakbare verbinding tussen wand- en vloerelement door middel van een soort pen-en-gatverbinding.

Om de losmaakbaarheid van het remontabele ontwerp verder aan te tonen worden in de principedetails (bijlage 4) de aansluitingen tussen de wand-, vloer- en dak-elementen van de dakgoot getoond. Het principedetail wordt getoond in drie fasen van gebruik: tijdens de bevestiging, in vaste toestand en tijdens demontage.



Figuur 21: Verbinding vloer- en wandelement

3. Maximaliseren van de hoeveelheid hergebruikte materialen

Door een (nu nog) beperkte instroom van circulaire materialen is het in dit stadium van het project niet mogelijk om een concreet voorstel te doen voor daadwerkelijk geschikte, herbruikbare materialen. De toepassing van hergebruikte materialen is afhankelijk van de actuele beschikbaarheid, deze informatie dient dus voorafgaand aan het ontwerpproces te worden verzameld. Materialen of elementen die zich lenen voor circulair hergebruik kunnen variëren. Hierbij valt te denken aan o.a. kozijnen, ramen, deuren, tegels, metselwerk, gevelbekleding (hout/panelen) en dakpannen.

Het advies is om te ontwerpen met enige flexibiliteit en voorafgaand aan de uitwerking of realisatie van het project een digitale marktplaats zoals Insert te raadplegen en daarbij een selectie te maken van mogelijk geschikte lokale en circulaire materialen of producten. Op basis van de specificaties

hiervan kan het ontwerp worden bijgestuurd en kunnen de elementen in de fabriek zo worden gebouwd dat de circulaire onderdelen eenvoudig kunnen worden toegepast.

4. Maximaliseren van de hoeveelheid hernieuwbare (biobased) materialen

Naast de toepassing van circulaire elementen en materialen wordt in de resterende materiaalbehoefte voorzien door de toepassing van biobased materialen. Hierbij ligt de voorkeur bij lokaal geproduceerde middelen omdat de impact op het milieu hiervan lager is en er een hogere efficiëntie kan worden behaald door het minimaliseren van transportbewegingen. De woning wordt dan zo veel mogelijk uitgevoerd met hernieuwbare (biobased) materialen. De houten buiten- en binnenwanden worden opgetrokken uit larikshout en voorzien van houtwolisolatie. De toepassing van veel hout(producten) zorgt voor de opslag van CO₂.

5. Beschikbaarheid van informatie over materiaal, element en product

Door het beschikbaar stellen van de principedetails (bijlage 4) of instructies voor demontage kan informatie over het materiaal, element en product worden benut om hergebruik later zo eenvoudig mogelijk te maken. Door dit toe te voegen aan een op te stellen materialenpaspoort wordt vastgelegd hoe en welke grondstoffen voor de woning zijn gebruikt, ondersteund door (de-)montage-instructies of principedetails. Dit maakt toekomstig hergebruik of terugwinning van materialen, elementen en producten eenvoudiger.

6. Geen of minimale toxiciteit bij het ontwerp

Om gezondheidsrisico's te minimaliseren, moet het gebruik van toxische en vervuilende materialen zoals bijvoorbeeld pur of kit, worden voorkomen of geminimaliseerd. Het *Cradle To Cradle Products Innovation Institute* heeft een lijst samengesteld van chemische materialen om te mijden binnen het ontwerp. Dit is de *C2C banned list of chemical materials*.

8.3 Conclusie

De toepassing van de algemene ontwerpstrategieën op de doorontwikkeling van een biobased woning naar circulair en remontabel komt in essentie neer op het volgende: het minimaliseren van materiaalgebruik, het kiezen voor materialen met een lage milieubelasting en het nadenken over hergebruik na de gebruiksfase. De mate van circulariteit wordt bepaald door de beschikbaarheid en toepassing van hergebruikte materialen, elementen en producten. Dit vereist meer tijd en een flexibele houding binnen het ontwerpproces. Materialen dienen voorafgaand of tijdens het ontwerpproces te worden verzameld. Op basis van de specificaties van de circulaire onderdelen dient het ontwerp te worden bijgesteld.

Met een compacte en slimme plattegrondindeling wordt de hoeveelheid gebruikte materialen in ieder geval tot een minimum gebracht. Om remontabel te bouwen en hergebruik mogelijk te maken, wordt de verbinding van elementen bepaald door losmaakbaarheid. In bijlage 4 wordt met het principedetail van de dakgoot een gedeelte van de (de)montage-instructies van de woning getoond. Naast de toepassing van hergebruikte onderdelen bestaan de resterende gebouwonderdelen zo veel mogelijk uit hernieuwbare (biobased) materialen. De toepassing van veel hout zorgt voor veel CO₂ opslag, het voorkomen van gebruik van toxische en vervuilende materialen binnen het ontwerp dragen bij aan een gezond binnenklimaat.

9. Conclusie

Om vanuit het circulaire gedachtegoed een algemene, strategische benaderingsmethode voor ontwerpogaven te bieden en daarmee de transitie naar een circulair gebouwde omgeving te versnellen, zijn deelonderzoeken opgezet en uitgevoerd middels deskresearch en fieldresearch. De resultaten zijn samengevat tot zes algemene ontwerpstrategieën en door deze aan de hand van een casus toe te passen, kon de invloed op het ontwerp en de bruikbaarheid van deze methode worden bepaald. Dit heeft geleid tot het beantwoorden van de hoofdvraag:

Wat is de invloed van circulaire ontwerpprincipes op de vertaalslag van de biobased woning van DAAD naar circulair en remontabel?

Uit de resultaten van het literatuuronderzoek is gebleken dat circulair bouwen en ontwerpen gebaseerd is op het minimaliseren van grondstofgebruik, het maximale hergebruik van producten en onderdelen en het hoogwaardig hergebruik van grondstoffen. Door niet onnodig natuurlijke hulpbronnen uit te putten, leefomgevingen te vervuilen of ecosystemen aan te tasten, en demontebaar, herbruikbaar en met biologische elementen te ontwerpen, kan gebouwd worden op een economisch verantwoorde wijze die bijdraagt aan het welzijn van mens en dier.

Hoewel er wordt gewerkt aan een uniforme meetmethode, kan de circulaire waarde van een gebouw middels verschillende methoden worden bepaald. Alle methoden zijn echter gebaseerd op:

1. Het 10R-model van Cramer waar op basis van tien niveaus de hoogwaardigheid van hergebruik van producten kan worden bepaald.
2. Het 6S-model van Brand waar op basis van zes niveaus de gewenste levensduur en circulaire ontwerpstrategie kan worden bepaald.

Uit de resultaten van het veldonderzoek en afgenomen interviews zijn de volgende ervaringen in kaart gebracht die het ontwerpproces beïnvloeden:

- Variabele stroom van beschikbare materialen beïnvloedt de keuzevrijheid binnen ontwerpen.
- Beperkte beschikbaarheid van materialen maakt toepassing momenteel niet economisch rendabel.
- Gebruikssporen belemmeren het imago van circulaire gebouwen.

De circulaire ontwikkelingen bieden ook tal van kansen:

- Ontstaan van specifieke kennisontwikkeling.
- Ontstaan van nieuwe vormen van werkgelegenheid.
- Groeiend netwerk van circulaire marktplaatsen waardoor op grotere schaal hergebruikte elementen voor nieuwe ontwerpen kunnen worden ingezet.
- Financieel voordeel dankzij de (door)ontwikkeling van productieprocessen en slim hergebruik van materialen.

De bevindingen uit de deelonderzoeken hebben geresulteerd in de totstandkoming van de volgende algemene ontwerpstrategieën voor een circulair ontwerpproces:

1. Minimaliseren van de hoeveelheid gebruikte materialen.
2. Remontabel ontwerpen.
3. Maximaliseren van de hoeveelheid hergebruikte materialen.
4. Maximaliseren van de hoeveelheid hernieuwbare (biobased) materialen.
5. Beschikbaarheid van informatie over materiaal, element en product.
6. Geen of minimale toxiciteit bij het ontwerp.

Om de kans op demontage en hergebruik te vergroten dient in aanvulling op de tweede ontwerpstrategie tijdens het ontwerpproces rekening te worden gehouden met 'losmaakbaarheid'. Door onnodig complexe aansluitingen te voorkomen en demontage-instructies te betrekken bij het ontwerp wordt het proces van hergebruik vereenvoudigd en uiteindelijke sloop voorkomen.

Met de toepassing van de ontwerpstrategieën op de vertaalslag van de biobased woning van DAAD naar circulair en remontabel is gebleken dat de ontwerpstrategieën in beginsel een duidelijk stappenplan biedt voor de totstandkoming van een circulair ontwerp. De toepassing hiervan sluit echter niet naadloos aan op de doorontwikkeling van een bestaand ontwerp.

Hoewel het ontwerp van de biobased woning gebaseerd is op de strategie om materiaalgebruik te minimaliseren door het toepassen van een slimme plattegrondindeling en daarbij maximale toepassing van hernieuwbare (biobased) materialen of materialen met een lage milieubelasting, blijft de ontwerpstrategie maximalisatie van de hoeveelheid hergebruikte materialen echter onderbelicht. De mate van circulariteit wordt namelijk grotendeels beïnvloed door de beschikbaarheid van herbruikbare, circulaire materialen. Deze dienen voorafgaand of tijdens het ontwerp te worden verzameld en op basis hiervan dient het ontwerp te worden bijgesteld.

Middels het principedetail van de dakgoot wordt een praktische toepassing getoond van de ontwerpstrategieën losmaakbaarheid van remontabele elementen en de beschikbaarheid van informatie over toxiciteit en de toegepaste materialen, elementen en producten. Met het overdimensioneren van elementen ontstaat ruimte voor een bereikbare bevestigingsmethode. Hiermee wordt onnodige complexiteit binnen het detail voorkomen. Het betrekken van de (de)montage-instructies bepaalt daarbij in welke mate het gebouw na de gebruikslevensduur hergebruik van elementen mogelijk maakt of uiteindelijk kan laten terugvloeien in de natuur.

10. Discussie en aanbeveling

De transitie naar een volledig nieuw economisch systeem jaagt een stroom van nieuwe ontwikkelingen aan. Hiervoor is het van belang om anders te kijken naar dat wat voorheen als vanzelfsprekend werd beschouwd. Het loslaten van het traditionele ontwerpproces. Dus niet kiezen voor de bekende weg maar juist het leren door te experimenteren, te durven en te doen: ontwikkel een andere *mindset*, ofwel leer omdenken. Circulaire ontwikkelingen kunnen worden versneld door een stimulerend beleid vanuit de overheid. Door experimenteerruimte te bieden in de vorm van subsidies, wet- en regelgeving, contracten of afspraken over risicodeling, kunnen innovaties in producten en diensten, businessmodellen en marketingstrategieën worden ontwikkeld.

Door vanuit het circulaire perspectief te ontwerpen voor de toekomst kunnen de juiste materialen worden ontwikkeld en gebruikt, passend bij de gewenste levensduur van een object en het optimaal behoud van grondstofstromen in de toekomst. Hierbij zou 'nieuw' niet meer de standaard moeten zijn. Een hergebruikt product met gebruikssporen heeft zo zijn eigen charmes en toont dat waarde wordt gehecht aan het behoud van dat wat al eerder werd geproduceerd. Daarbij moet tijdens het ontwerp worden nagedacht over de 'losmaakbaarheid': het vastleggen van instructies voor demontage om zo het hergebruik van gebouwonderdelen en –materialen te stimuleren.

Voor dit onderzoek zijn de circulaire ontwerpstrategieën toegepast op het ontwerp van de biobased woning om daarmee inzicht te verkrijgen in de vertaalslag van biobased naar circulair en remontabel. Hieruit is gebleken dat de ontwerpstrategieën in beginsel een goede benaderingsmethode zijn geweest voor de totstandkoming van het biobased ontwerp. Echter, deze sluiten niet naadloos aan bij de doorontwikkeling van een bestaand ontwerp.

Om de toepassing van de geboden ontwerpstrategieën gedegen te kunnen beoordelen zonder daarbij beïnvloed te worden door de restricties van bestaande bouw, wordt dan ook aanbevolen om deze strategieën toe te passen bij een nieuw(bouw) ontwerpvragestuk en de bruikbaarheid van de ontwerpstrategieën op dat moment nogmaals te beoordelen.

Ter aanvulling wordt aanbevolen om voorafgaand aan een circulair ontwerpproces samen met de opdrachtgever de gewenste circulaire ambitie en ontwerplevensduur te bepalen. Aan de hand van deze ambitie kunnen de geboden ontwerpstrategieën en vertrekpunten worden benut om per bouwlaag gepaste ontwerpbeslissingen te nemen.

Hoewel het advies in dit rapport gebaseerd is op de actuele kennis en ervaring op het moment van schrijven, staan de ontwikkelingen echter niet stil. Het wordt dan ook aanbevolen om bij de benadering van een circulair ontwerpvragestuk de ontwerpstrategieën en vertrekpunten uit dit onderzoeksrapport te vergelijken met de meest actuele kennis en richtlijnen en waar nodig toe te passen.

11. Geraadpleegde bronnen en literatuur

- ¹²Alba Concepts. (2019, 4 september). *Building Circularity Index*. Geraadpleegd op 6 maart 2020, van <https://albaconcepts.nl/building-circularity-index/#slide-1-wat-is-bci>
- ¹⁶Bouwwereld. (2017, 19 april). *Fijn Wonen: 70 procent circulair*. Geraadpleegd op 6 maart 2020, van <https://www.bouwwereld.nl/duurzaamheid/fijn-wonen-70-procent-circulair/>
- ⁹Brand, S. (1995). *How Buildings Learn: What Happens After They're Built* (Reprint druk). Amsterdam, Nederland: Adfo Books.
- ²Circle Economy. (2016, 22 september). *Master Circular Business with the Value Hill - Circle Economy*. Geraadpleegd op 22 januari 2020, van <https://www.circle-economy.com/news/master-circular-business-with-the-value-hill>
- ⁵De Bouwagenda. (2018). *Transitieagenda Circulaire Bouweconomie*. Geraadpleegd van <https://debouwagenda.com/actueel/downloads+en+brochures/HandlerDownloadFiles.ashx?idnv=955001>
- ¹³DGBC. (2019). *Circular Buildings – meetmethodiek losmaakbaarheid*. Geraadpleegd van https://www.dgbc.nl/upload/files/Circulariteit/Rapport%20Circular%20Buildings%20-%20meetmethodiek%20losmaakbaarheid_v1.1.pdf
- ¹⁹DGBC, Circle Economy, Metabolic en SGS Search. (2018). *A FRAMEWORK FOR CIRCULAR BUILDINGS - SAMENVATTING*. Geraadpleegd van <https://www.dgbc.nl/publicaties/nederlandse-samenvatting-a-framework-for-circular-buildings-13>
- ¹Economisch Instituut voor de Bouw. (2018). *Circulariteit in de bouwketen*. Geraadpleegd van [https://www.eib.nl/pdf/Circulariteit in de bouwketen.pdf](https://www.eib.nl/pdf/Circulariteit%20in%20de%20bouwketen.pdf)
- ¹¹Ellen MacArthur Foundation. (z.d.). *Circulytics - measuring circularity*. Geraadpleegd op 12 maart 2020, van <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/resources/apply/circulytics-measuring-circularity>
- ³Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the Circular Economy* (1). Geraadpleegd van <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>
- ¹⁷Heembouw. (2020, 5 februari). *Circulair bouwen, wij doen het gewoon*. Geraadpleegd op 6 maart 2020, van <https://www.heembouw.nl/nieuws-blog/blogs/duurzaam-bouwen/circulair-bouwen-wij-doen-het-gewoon/>
- ⁴Metabolic. (2019, 15 november). *The Seven Pillars of the Circular Economy*. Geraadpleegd op 2 maart 2020, van <https://www.metabolic.nl/news/the-seven-pillars-of-the-circular-economy/>
- ⁷Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, & Ollongren, K. H. (2019, 8 oktober). *Kamerbrief over maatregelen voor bevorderen circulair bouwen*. Geraadpleegd van <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2019/10/08/kamerbrief-over-maatregelen-voor-bevorderen-circulair-bouwen/>
- ¹⁵Muis, R. (2019, 9 oktober). *Tijdelijke en remontabele wijk De Loskade geopend*. Geraadpleegd op 6 maart 2020, van <https://architectenweb.nl/nieuws/artikel.aspx?ID=46633>

¹⁴Nieuw kantorencomplex met 80% hergebruik. (2015, 12 november). Geraadpleegd op 11 februari 2020, van <https://www.deingenieur.nl/artikel/nieuw-kantorencomplex-met-80-hergebruik>

¹⁸Platform CB'23. (2019). *Framework Circulair Bouwen*. Geraadpleegd van https://platformcb23.nl/images/downloads/20190704_PlatformCB23_Framework_Circulair_Bouwen_Versie_1.0.pdf

⁶Platform CB'23. (2019). *Leidraad Meten van Circulariteit*. Geraadpleegd van https://platformcb23.nl/images/downloads/20190704_PlatformCB23_Leidraad_Meten_van_circulariteit_Versie_1.0.pdf

¹⁰RVO, MVO Nederland en Het Groene Brein. (2018). *In 4 stappen circulair (ver)bouwen*. Geraadpleegd van <https://www.circulairondernemen.nl/uploads/a29eb74fdb2b227db4ea4d9d7917c6a7.pdf>

⁸Versnellingshuis Nederland Circulair. (2019, 14 november). *11 tools waarmee je de circulariteit van producten en organisaties kan meten*. Geraadpleegd op 4 maart 2020, van <https://www.circulairondernemen.nl/bibliotheek/11-tools-waarmee-je-de-circulariteit-van-producten-en-organisaties-kan-meten>

Literatuur

Sociaaleconomische Raad. (2016). *Werken aan een circulaire economie: geen tijd te verliezen*. Geraadpleegd van <https://www.ser.nl/-/media/ser/downloads/adviezen/2016/circulaire-economie.pdf>

Rijksoverheid. (2016). *Rijksbreed programma Circulaire Economie "Nederland circulair in 2050"*. Geraadpleegd van <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2016/09/14/bijlage-1-nederland-circulair-in-2050/bijlage-1-nederland-circulair-in-2050.pdf>

Rijksoverheid. (2017). *Grondstoffenakkoord*. Geraadpleegd van <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2017/01/24/grondstoffenakkoord-intentievereenkomst-om-te-komen-tot-transitieagenda-s-voor-de-circulaire-economie/grondstoffenakkoord-intentievereenkomst-om-te-komen-tot-transitieagenda-s-voor-de-circulaire-economie.pdf>

12. Bijlagen

Bijlage 1 – Lexicon Circulair Bouwen door Platform CB'23

Bijlage 2 – Interview [REDACTED]

Bijlage 3 – Interview [REDACTED]

Bijlage 4 – VO circulair en remontabele woning

Platform CB'23

Lexicon Circulair Bouwen

Versie 1.0 - juli 2019

Platform CB'23 - Actieteam Framework





Term	Definitie
Aandeel hergebruikt materiaal	Aandeel hergebruikt materiaal is het massapercentage van het materiaal in een product dat is hergebruikt. Alleen pre-consument en post-consumentmateriaal worden gezien als hergebruikt materiaal: - Pre-consumentmateriaal is restmateriaal dat geen afval wordt in een productieproces. Uitgesloten is hergebruik zoals nabewerking en schroot, dat gegenereerd wordt in een proces en kan worden teruggewonnen binnen hetzelfde proces; - Post-consumentmateriaal is restmateriaal dat door huishoudens of door commerciële, industriële en institutionele voorzieningen wordt geproduceerd in hun rol als eindgebruikers van het product en dat niet langer voor het beoogde doel kan worden gebruikt. Dit omvat retouren van materiaal uit de distributieketen. (Engels: <i>recycled content</i>) The recycled content is the proportion, by mass, of recycled material in a product. Only pre-consumer and postconsumer materials shall be considered as recycled content: - Pre-consumer material: Material diverted from the waste stream during a manufacturing process. Excluded is reutilization of materials such as rework, regrind or scrap generated in a process and capable of being reclaimed within the same process that generated it; - Post-consumer material: Material generated by households or by commercial, industrial and institutional facilities in their role as end-users of the product which can no longer be used for its intended purpose. This includes returns of material from the distribution chain.
Abiotische grondstoffen	Abiotische grondstoffen zijn grondstoffen die worden gewonnen uit niet-levende bronnen.
Adaptief vermogen	Het adaptief vermogen van een bouwwerk omvat alle eigenschappen die het mogelijk maken dat een bouwwerk op een duurzame en economisch rendabele wijze zijn functionaliteit behoudt gedurende zijn technische levensduur, bij veranderende behoeften en omstandigheden.
Afbreekbaar	Een product of verpakking is afbreekbaar wanneer het - onder bepaalde condities - af kan breken binnen een bepaalde tijd. (Engels: <i>degradable</i>) A characteristic of a product or packaging that, with respect to specific conditions, allows it to break down to a specific extent within a given time.
Afval(stoffen)	Afval(stoffen) zijn alle stoffen, preparaten of voorwerpen, waarvan de houder zich ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of zich moet ontdoen. (Engels: <i>waste</i>) Anything for which the generator or holder has no further use and which is discarded or is released to the environment.



Bill of Materials	Een overzicht van de onderdelen en materialen die gemaakt zijn om een product te maken, waarin de volgende details zijn opgenomen: - Productomschrijving; - Unieke onderdelen en materialen, inclusief hun aantallen; - Materiaalsamenstellingen voor ieder onderdeel, inclusief namen, gewichten en concentraties; - Gewicht van ieder uniek onderdeel; - Totale gewicht van het product. (Engels: <i>Bill of Materials</i>) Record of the component parts and materials used to make the product, in which the following details are included: - product description; - unique parts and components including quantity; - materials and substances (including substance names, weight and concentrations thereof) for each unique part and component; - weight of each unique part and component; and - total weight of product.
Biobased bouwen	Biobased bouwen is bouwen met biobased bouwmaterialen en/of toepassing van biobased producten.
Biobased materialen (producten)	Biobased materialen (producten) zijn materialen (producten) die zijn gemaakt van hernieuwbare, organische grondstoffen in plaats van fossiele grondstoffen.
Biodegradable	⇒ Zie 'Biologisch afbreekbaar'
Biodiversiteit	Biodiversiteit is de soortenrijkdom van de natuur, zowel in diversiteit (aantal) als functionaliteit (functie). Het gaat daarbij om dieren, planten, habitats en genen.
Biologisch afbreekbaar	Een materiaal, product of verpakking is biologisch afbreekbaar wanneer het - onder bepaalde condities - binnen een bepaalde tijd volledig af kan breken om weer opgenomen te kunnen worden in de biologische cyclus.
Biologische kringloop	De biologische kringloop is de cyclus waarin biologische voedingsstoffen worden teruggebracht in de biosfeer, op zo'n manier dat natuurlijk kapitaal wordt hersteld en het regenereren van hernieuwbare grondstoffen mogelijk wordt. (Engels: <i>biological cycle</i>) Cycle through which biological nutrients are restored into the biosphere in a way that rebuilds natural capital and enables the regeneration of renewable resources.
Biomassa	Biomassa is materiaal van biologische oorsprong, dat niet is gewonnen uit geologische formaties of is getransformeerd tot fossiel materiaal. Turf is geen biomassa. (Engels: <i>biomass</i>) Material of biological origin excluding material embedded in geological formations or transformed to fossilized material and excluding peat.
Biotische grondstoffen	Biotische grondstoffen zijn grondstoffen die gewonnen worden uit levende bronnen, oftewel van plantaardige of dierlijke



	origine (inclusief algen en bacteriën), en die daarmee (mogelijk) hernieuwbare grondstoffen zijn.
Businessmodel	⇒ Zie 'Circulair Bedrijfsmodel'
Cascadering	Cascadering vindt plaats in de technische kringloop en betekent het gebruiken van (een deel van) een product voor een andere toepassing, wanneer een product niet langer in staat is om de initiële functie te vervullen. Tijdens het cascaderen vermindert de kwaliteit van het materiaal en wordt er energie verbruikt.
Circulair aanbesteden	Circulair aanbesteden is circulair inkopen voor aanbesteding plichtige organisaties. ⇒ Zie ook 'Circulair inkopen'
Circulair bedrijfsmodel	Een circulair bedrijfsmodel is de wijze waarop de organisatie (meervoudige) waarde toevoegt in de circulaire economie. ⇒ Zie ook 'Circulair verdienmodel'
Circulair bouwen	Circulair bouwen is 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 door gebruik te maken van zoveel mogelijk hernieuwbare grondstoffen. Bouwen op een wijze die economisch, sociaal cultureel en ecologisch verantwoord is. Hier en daar, nu en later.
Circulair inkopen	Het proces waarbij een levering, dienst of een werk wordt ingekocht, waarbij is gestuurd op circulaire technisch-inhoudelijke aspecten, rekening wordt gehouden met onderhoud en retourname aan einde levensduur en financiële prikkels zijn ingebouwd om circulair gebruik te borgen.
Circulair verdienmodel	Een circulair verdienmodel is de wijze waarop een organisatie geld verdient aan een model waarin circulaire ambities financieel zijn geborgd. ⇒ Zie ook 'Circulair bedrijfsmodel'
Circulaire economie	De circulaire economie is een economisch systeem waarbij we de waarde van grondstofstromen maximaliseren, zonder daarbij het functioneren van de biosfeer en de integriteit van de maatschappij te belemmeren. Dit betekent o.a. dat herbruikbaarheid van producten en materialen ontstaat, dat toekomstig hergebruik wordt geborgd en dat daarmee waarde vernietiging wordt voorkomen.
Circulaire risico's	Circulaire risico's zijn de technische risico's dat circulaire materialen zich ongewenst gedragen, bijvoorbeeld in de constructieve eigenschappen, of het risico dat een materiaal aan het einde van de levensduur een ongewenst materiaal is.
Circulaire strategieën	Circulaire strategieën om grondstoffengebruik, en daarmee milieudruk van grondstofwinning en materiaalproductie, te verminderen. ⇒ Zie ook R-principes
Circulariteitsprestatie Gebouwen	De Circulariteitsprestatie Gebouwen (CPG) is een methodiek, ontwikkeld door WE Adviseurs, die de mate van circulariteit van een gebouw of plan voor nieuwbouw of renovatie kan bepalen.
Circulariteit (mate van)	De mate van circulariteit is de mate van hoogwaardigheid waarmee producten, onderdelen of materialen zijn of kunnen worden hergebruikt.



CO ₂ -neutraal bouwen	CO ₂ -neutraal bouwen is bouwen op zo'n manier dat de CO ₂ -voetafdruk van het bouwwerk gedurende de gehele levensduur netto CO ₂ -neutraal is. Compensatie kan daar onderdeel van uitmaken.
Cradle-to-Cradle (ontwerpfilosofie)	Cradle-to-Cradle (C2C) is een ontwerpfilosofie, waarin alle afval voedsel is voor iets nieuws, waarin gebruik wordt gemaakt van schone energie, en waarin geen giftige materialen worden gebruikt. Een belangrijk onderliggend principe is dat C2C niet alleen de negatieve voetafdruk wil beperken, maar een positieve voetafdruk wil realiseren.
Cradle-to-Cradle (label)	Cradle-to-Cradle (C2C) is een labelsystematiek die beoordeelt in hoeverre producten voldoen aan de ontwerpprincipes van Cradle-to-Cradle.
Cradle-to-Cradle Banned List	De Cradle-to-cradle Banned List is een lijst waarop stoffen staan genoemd die - vanwege hun toxische eigenschappen - niet voor mogen komen in producten met een C2C-label.
Critical Raw Material	⇒ Zie 'kritieke materialen'
Degradable	⇒ Zie 'afbreekbaar'
Demontabel	Demontage betreft het niet-destructief uit elkaar halen van een samengesteld bouwproduct of element. Waarbij het de voorkeur geniet dat dit eenvoudig mogelijk is. ⇒ Zie ook: 'Losmaakbaarheid'
Design for deconstruction	⇒ Zie 'ontwerp voor demontage'
Design for disassembly	⇒ Zie 'ontwerp voor demontage'
Downcyclen	⇒ Zie 'laagwaardig hergebruik'
Duurzaam (1) (Engels: <i>durable</i>)	Duurzaam betreft de eigenschap van een materiaal, bouwdeel of constructie om de in specifieke toepassingen optredende chemische, fysische en mechanische belastingen gedurende de technische levensduur in die mate te weerstaan dat geen achteruitgang optreedt in functionele eigenschappen.
Duurzaam (2) (Engels: <i>sustainable</i>)	Een duurzaam product is gemaakt in lijn met de principes achter duurzame ontwikkeling.
Duurzame ontwikkeling	Duurzame ontwikkeling is ontwikkeling die aansluit op de behoeften van het heden zonder het vermogen van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen.
Eco-design richtlijn	De Eco-design richtlijn is Europese wetgeving die eisen stelt aan milieuaspecten in een productontwerp en productontwikkeling, met als doel om de milieudruk van een product in de gehele levenscyclus te verlagen.
Eco-efficiëntie	Eco-efficiëntie betekent dat er meer goederen worden geproduceerd of meer diensten worden geleverd met minder gebruik van bronnen, minder afval en minder verontreiniging.
Ecologische voetafdruk	De ecologische voetafdruk is de milieubelasting van een persoon gemeten in mondiale hectare. Dit is een hypothetisch getal dat aangeeft hoeveel hectare een persoon per jaar aan biologisch productief grond- en wateroppervlak gebruikt voor zijn consumptie en om zijn afvalproductie te verwerken.
Economische levensduur	De economische levensduur van een bouwwerk is de levensduur waarover een bouwwerk bij realisatie wordt afgeschreven.



Effectcategorie	Een (milieu)effectcategorie is een klasse die een milieuaspect representeert, waaraan resultaten van een levenscyclusindicator (LCI) kunnen worden toegewezen. Voorbeelden: uitputting van grondstoffen, versterkt broeikas effect, humane toxiciteit.
Einde levenscyclus behandeling	Handeling met een product dat aan het einde van zijn levensduur is gekomen en afval is geworden, zodat het ofwel weer hergebruikt kan worden als product of materiaal, ofwel verwerkt wordt als afval.
Eindgebruiker	Een eindgebruiker is de persoon of organisatie die een product gebruikt, voordat (het restant van) dit product (in het lineaire model) afval wordt.
End-of-Life behandeling	⇒ Zie 'einde levenscyclus behandeling'
Environmental Product Declaration (EPD)	Een Environmental Product Declaration (EPD) is een onafhankelijk geverifieerde en geregistreerde verklaring die vergelijkbare informatie biedt over de milieu-impact van producten over de gehele levenscyclus.
Externe kosten	⇒ Zie 'milieukosten'
Functionele levensduur	De functionele levensduur van een bouwwerk is de levensduur waarbinnen het bouwwerk geschikt blijft voor zijn functie.
Gebouwpaspoort	⇒ Zie 'Paspoort voor de bouw'
Gesloten kringloop	Een gesloten kringloop is een systeem waarin producten, onderdelen of materialen door een organisatie of samenwerkingsverband worden hergebruikt in vergelijkbare producten, onderdelen of materialen met minimaal verlies van kwantiteit, kwaliteit of functie. (Engels: <i>closed loop system</i>) System in which products, components or materials are reused or recycled by an organization or a co-operating group of organizations into the same or similar products, components or materials with minimal loss of quantity, quality or function.
Grondstof(fen)	Een grondstof is een ruwe, onbewerkte stof, die kan worden omgezet in een materiaal. Er wordt onderscheid gemaakt tussen hernieuwbare, organische grondstoffen (voorbeeld: hout) en technische grondstoffen (voorbeeld: ijzererts).
Herbestemmen (Engels: <i>repurpose</i>)	Herbestemmen is het opnieuw gebruiken van productonderdelen uit een afgedankt product voor het maken van een 'nieuw' producten met andere functie.
Herconditioneren	Herconditioneren is het terugbrengen van een product naar een acceptabele staat door dit opnieuw op te bouwen of grote onderdelen die aan vervanging toe zijn, te vervangen, zelfs als er nog geen storingen in die onderdelen zijn. (Engels: <i>recondition</i>) Return of a used product to a satisfactory working condition by rebuilding or repairing major components that are close to failure, even where there are no reported or apparent faults in those components.
Herfabriceren (Engels: <i>refurbish</i>)	Herfabriceren is het opnieuw gebruiken van productonderdelen uit een afgedankt product voor het maken van een 'nieuw' product met eenzelfde functie.



Hergebruik	Hergebruik is constructies, bouwproducten of gebouw- of GWW-werkonderdelen/elementen opnieuw gebruiken in dezelfde functie, al dan niet na bewerking. Voorbeelden zijn het opnieuw gebruiken van een isolatiemateriaal als isolatiemateriaal, van een deur als een deur, van een dak als een dak.
Hernieuwbare grondstof	Een hernieuwbare grondstof is van biologische oorsprong, wordt beheerd en/of geteeld en groeit na winning binnen een mensenleven terug zonder het betreffende ecosysteem uit te putten.
Hernieuwbare materialen	Hernieuwbare materialen zijn materialen die zijn geproduceerd uit hernieuwbare grondstoffen.
Herontwerpen	Herontwerpen is het opnieuw ontwerpen van een product, op basis van circulaire ontwerpprincipes. (Engels: <i>redesign</i>)
Heroverwegen	Heroverwegen is productgebruik intensiveren door bijvoorbeeld gedeeld gebruik van producten (zoals autodelen, appartementen met gedeelde voorzieningen), of door producten multifunctioneel te maken (zoals smartphones, of multifunctionele printers). Hierdoor kan hetzelfde product meer 'hoeveelheden functie' leveren.
Hoogwaardig hergebruik	Bij hoogwaardig hergebruik heeft het secundaire materiaal in beginsel dezelfde kwaliteit als het oorspronkelijke (nieuwe of primaire) materiaal.
Klimaatneutraal	Een bedrijf, bedrijfsproces of product is klimaatneutraal wanneer het niet bijdraagt aan klimaatverandering. Eventuele vrijgekomen broeikasgassen worden gecompenseerd.
Kritiek materiaal	Kritieke of kritische materialen zijn schaarse materialen, die essentieel zijn voor bepaalde industrietakken en waarvan de leveringszekerheid laag is. (Engels: <i>critical raw material</i>)
Kritische materialen	⇒ Zie 'Kritiek materiaal'
Laagwaardig hergebruik	Laagwaardig hergebruik is het proces van het omzetten van secundaire materialen, onderdelen of producten naar nieuwe materialen, onderdelen of producten met een mindere kwaliteit, verminderde functionaliteit of lagere waarde dan hun oorspronkelijke toepassing. (Engels: <i>downcycling</i>) Process of converting secondary raw materials/by-products into new materials, components or products, typically of lesser quality, reduced functionality and/or lower value compared to their original intended purpose.
Levenscyclus	De opeenvolgende en samenhangende stadia van een product of dienststelsel: ontwerp, materiaalwinning, productie, distributie, gebruik en einde levensduur. (Engels: <i>life cycle</i>) Consecutive and interlinked stages of a product or service system, from design, acquisition of raw materials, production, distribution, use and end-of-life management.



Levenscyclusanalyse (LCA)	Een Levenscyclusanalyse (LCA) is een methode voor de vaststelling en evaluatie van de ingaande en uitgaande stromen, en potentiële milieueffecten van een productsysteem gedurende zijn levenscyclus.
Levenscycluskosten (LCC)	De levenscycluskosten (LCC) omvatten de volgende kosten gedurende de levenscyclus van een product, dienst of werk: - kosten gedragen door de aanbestedende dienst of andere gebruikers, zoals kosten in verband met de verwerving, gebruikskosten, onderhoudskosten en kosten volgend uit het einde van de levenscyclus; - kosten toegerekend aan externe milieueffecten, die verband houden met het product, de dienst of het werk gedurende de levenscyclus, mits hun geldwaarde kan worden bepaald en gecontroleerd.
Levenscyclus impact analyse (LCIA)	De levenscyclus impactanalyse is een fase van levenscyclusanalyse die tot doel heeft om de omvang en impact van de potentiële milieu-impact van een product te bepalen over de gehele levenscyclus. (Engels: <i>life cycle impact assessment</i>) Phase of life cycle assessment aimed at understanding and evaluating the magnitude and significance of the potential environmental impacts for a product system throughout the life cycle of the product.
Levenseinde (End-of-life) behandeling	Handeling met een product dat aan het einde van zijn levensduur is gekomen en reststroom is geworden, zodat het ofwel weer hergebruikt kan worden als product of materiaal, ofwel verwerkt wordt als afval.
Losmaakbaarheid	⇒ Zie 'Demontage'
Materialenpaspoort	⇒ Zie 'Paspoorten voor de bouw'
Material Circularity Indicator (MCI)	De Material Circularity Indicator (MCI) is een meetmethodiek om de circulariteit van een keten te kunnen bepalen, opgesteld door de Ellen MacArthur Foundation.
Milieu-impact (Engels: <i>environmental impact</i>)	Verandering in het milieu, ongunstig of gunstig, geheel of gedeeltelijk het gevolg van de activiteiten of producten van een organisatie. Deze milieu-impact is gebaseerd op levenscyclusanalyse en uitgewerkt in de Bepalingsmethode Milieuprestatie van Stichting Bouwkwiteit (SBK).
Milieukosten	Milieukosten is de financiële vertaling van alle negatieve impact op het milieu die optreedt als gevolg van het ontwerpen, realiseren en gebruiken van een bouwwerk.
Milieukostenindicator (MKI)	Een milieukostenindicator (MKI) is de eenheid waarin de milieukosten worden uitgedrukt.
Milieuprestatie gebouwen (MPG)	De Milieuprestatie Gebouwen (MPG) is een maatstaf voor de duurzaamheid van een gebouw qua (netto) energieverbruik en de milieubelasting als gevolg van het materiaalgebruik. Deze wordt berekend volgens de door Stichting Bouwkwiteit (SBK) beheerde bepalingmethode en samengevat in de milieukostenindicator (MKI)-score. Een MPG is voor nieuwbouwwoningen en kantoorgebouwen van 100+ m ² verplicht bij de aanvraag van een Omgevingsvergunning.
Milieuprestaties	Milieuprestaties zijn prestaties met betrekking tot milieueffecten en milieuaspecten, bijvoorbeeld Milieuprestatie Gebouwen (MPG) of milieukostenindicator (MKI).



Milieuvriendelijk inkopen	Bij milieuvriendelijk inkopen gaat het om het voorkomen of minimaliseren van een negatieve impact op het milieu, of het leveren van een positieve bijdrage aan het milieu, bijvoorbeeld door het creëren van natuurlijke waarden. Er worden verschillende onderwerpen/aandachtsgebieden onderscheiden zoals: energie en klimaat, materialen en grondstoffen, water en bodem, leefomgeving, natuur, biodiversiteit en ruimte, gezondheid en welzijn.
Modulair bouwen	Modulair bouwen betekent dat op de bouwplaats gebruik gemaakt wordt van in een fabriek samengestelde elementen. Deze elementen bestaan vaak uit meerdere modules. En deze modules bevatten diverse industrieel vervaardigde componenten.
Natuurlijk kapitaal	Natuurlijk kapitaal is de voorraad van alle hernieuwbare en niet-hernieuwbare natuurlijke hulpbronnen (zoals lucht, mineralen en plant- en diersoorten) die samen in een toevoer van diensten voorzien die de welvaart en het welzijn van mensen ondersteunen. (Engels: <i>natural capital</i>) Natural capital is the stock of renewable and non-renewable natural resources (e.g. plants, animals, air, water, soils, minerals) that combine to yield a flow of benefits to people.
Niet-hernieuwbare grondstof	Een niet-hernieuwbare grondstof is een grondstof die niet van biologische oorsprong is, ofwel van biologische oorsprong is, maar niet wordt gewonnen, beheerd en/of geteeld zonder het betreffende ecosysteem uit te putten.
Onderhoud	Onderhoud is een actie tijdens de gebruiksfase van een product of bouwwerk om ervoor te zorgen dat het in een conditie blijft waarbij het in staat is zijn functie uit te blijven voeren zoals vereist.
Ontwerp voor demontage	Ontwerp voor demontage is gericht op het zodanig ontwerpen van een samengesteld bouwproduct of element dat het niet destructief uit elkaar gehaald kan worden. Waarbij het de voorkeur geniet dat dit eenvoudig mogelijk is.
Open kringloop	Een open kringloop is een systeem waarin producten, componenten of materialen worden hergebruikt of gerecycled (hetgeen kan via cascadering), door willekeurige bedrijven of organisaties in alternatieve producten, componenten of materialen. (Engels: <i>open loop system</i>) System in which products, components or materials are reused or recycled (which can be cascaded) generally amongst unspecified organizations into alternative products, components or materials.
Opknappen	Het opknappen van bestaande gebouwen is het moderniseren van op zichzelf nog goed functionerende gebouwen, waarmee veroudering en waardeverlies wordt voorkomen en de functionaliteit toeneemt.



Opwaardeerbaar	Opwaardeerbaar is een productkarakteristiek die aangeeft of het mogelijk is om fysieke of virtuele onderdelen van een product separaat te verbeteren of vervangen zonder het gehele product te hoeven vervangen (en daarmee de functionaliteit van het product te verbeteren). (Engels: <i>upgradable</i>) Characteristic of a product that allows its physical or virtual components or parts to be separately enhanced or replaced without having to replace the entire product (enhancing the functionality or capacity of a product).
Paspoort voor de bouw	Een paspoort voor de bouw documenteert digitaal een object in de B&U- of GWW-sector, waar een object uit bestaat -zowel kwalitatief als kwantitatief-, hoe het is gebouwd en waar het zich bevindt. Het documenteert het eigenaarschap van het geheel en/of de delen.
Pay-per-use	Pay-per-use is een verdienmodel waarbij een gebruiker betaalt voor het gebruik van een product.
Primair materiaal	Een primair materiaal is een (bouw)materiaal geproduceerd uit primaire grondstoffen.
Primaire grondstof	Een primaire grondstof is een grondstof die uit de aarde opgediept wordt en die gebruikt wordt in die hoedanigheid voor de productie van andere goederen.
Product-als-dienst	Een product-als-dienst is een verdienmodel waarbij het kunnen gebruiken van een product als dienst wordt aangeboden. Het eigenaarschap over het product blijft daarmee in handen van de dienstverlener.
Re-use	⇒ Zie 'hergebruik'
Reclamation	⇒ Zie 'terugwinnen' (1)
Recondition	⇒ Zie 'herconditioneren'
Recover	⇒ Zie 'terugwinnen' (2)
Recycled content	⇒ Zie 'aandeel hergebruikt materiaal'
Recycling	Recycling is het terugwinnen van materialen en grondstoffen uit afgedankte producten (secundaire materialen), en opnieuw inzetten hiervan voor het maken van producten.
Redesign	⇒ zie 'herontwerpen'
Reduceren	Het verminderen van het toepassen van nieuwe grondstoffen, waarbij dezelfde functionaliteit en kwaliteit gewaarborgd blijft.
Referentie levensduur	De referentie levensduur is de levensduur van een bouwproduct die bekend is onder bepaalde omstandigheden, dat wil zeggen een referentie van condities voor gebruik en die als basis kan dienen voor de schatting van de levensduur onder andere gebruikscondities.
Refurbish	⇒ Zie 'renoveren'
Refuse	Refuse is het voorkomen van het gebruik van producten, elementen of materialen.
Remanufacture	⇒ Zie 'herfabriceren'
Renew	⇒ Zie 'herontwerpen'
Renoveren	Renoveren is het een op zichzelf nog goed functionerend product weer bij de tijd brengen door het grootschalig opknappen ervan (zoals gebouwen) of moderniseren (bijvoorbeeld de fairphone), waardoor de basisfunctie vaak groter wordt.
Repair	⇒ Zie 'repareren'



Repareren (Engels: <i>repair</i>)	Repareren is langer gebruik maken van producten bouwwerken door preventief of correctief onderhoud toe te passen tijdens de gebruiksfase van een product of bouwwerk.
Repurpose	⇒ Zie 'herbestemmen'
Restwaarde	Restwaarde is de marktwaarde van producten en grondstoffen aan het einde van de gebruiksduur respectievelijk technische levensduur.
Rethink	⇒ Zie 'herontwerpen'
Retourwaarde	De retourwaarde is een financiële waarde die is afgesproken als prikkel om circulair gebruik van een product te borgen: een soort statiegeld.
Secundair Materiaal	Secundair materiaal is materiaal afkomstig uit eerder gebruik of uit reststromen dat primaire materialen vervangt.
Technische kringloop	De technische cyclus is de cyclus waarin producten, onderdelen en materialen worden hersteld (door menselijk handelen) om in de economie weer als nieuwe producten, onderdelen en materialen te kunnen worden gebruikt. (Engels: <i>technical cycle</i>) Cycle through which products, components and materials are restored [through human actions] to the economy as parts of new products, components and materials or used more intensively.
Technische levensduur	De technische levensduur is de vooraf bepaalde periode waarin een object voldoende betrouwbaar de gewenste functies kan blijven vervullen.
Terugwinnen	1. Terugwinnen is het verzamelen van producten, componenten of materialen met de bedoeling om afval te voorkomen en hergebruik of recycling mogelijk te maken. (Engels: <i>reclamation</i>) The collection of products, components or materials with the intention of avoiding waste and with the purpose of reuse or recycling. 2. Terugwinnen betreft elke handeling waarvan het voornaamste gevolg is dat afval een nuttig doel dient door andere materialen te vervangen die anders zouden zijn gebruikt om een bepaalde functie te vervullen, of afval dat wordt voorbereid om die functie te vervullen. (Engels: <i>recover</i>) 'Recovery' means any operation the principal result of which is waste serving a useful purpose by replacing other materials which would otherwise have been used to fulfil a particular function, or waste being prepared to fulfil that function.
Toekomstwaarde	De toekomstwaarde van een gebouw of bouwwerk is de mate waarin dit bouwwerk op de lange termijn een positieve gebruikswaarde heeft en daarmee gedurende de hele levensduur in staat is aan de behoefte van de dan relevante gebruikers en maatschappelijke ontwikkelingen te voldoen.
Totale kosten van eigenaarschap (TCO) (Engels: <i>Total Cost of Ownership</i>)	De totale kosten van eigenaarschap (Total Cost of Ownership, TCO) of totale kosten van gebruik (Total Cost of Use, TCU)



	beschouwen de kosten over de gehele levens- of gebruiksduur van een product.
Upcycling	Upcycling is het proces om secundaire grondstoffen om te zetten in nieuwe materialen, componenten of producten van betere kwaliteit, verbeterde functionaliteit en/of hogere waarde. (Engels: <i>upcycling</i>) Process of converting secondary raw materials (by-products) into new materials, components or products of better quality, improved functionality and/or a higher value.
Upgradeable	⇒ Zie 'opwaardeerbaar'
Verdienmodel	⇒ Zie 'Circulair verdienmodel'
Waardebehoud	Waardebehoud betreft het hoogwaardig hergebruiken van objecten en/of haar grondstoffen. Dit wordt gemaximaliseerd door een vergelijkbare of hoogwaardigere functionaliteit na te streven bij hergebruik.

Interview met [REDACTED] (Van Wijnen): ervaringen m.b.t. circulaire pop-up wijk De Loskade 18.03.2020

1. Jullie hebben voor De Loskade een circulaire en remontabele woningen ontwikkeld, moet ik hier bij circulair denken aan alleen de toepassing van materialen uit sloop projecten of restmaterialen? Of is hiervoor hoofdzakelijk gestuurd op nieuwe innovatieve materialen met dusdanige toepassing, dat het geschikt is voor later hergebruik?
 - **Het laatste. Wij benaderen circulariteit vanuit het 'rethink' principe. We maken nieuwe producten die lang mee gaan, bestaan uit modulaire onderdelen en die eenvoudig te hergebruiken zijn.**
2. Indien er voor circulaire/hergebruikte materialen is gekozen, zijn jullie tijdens het verzamelproces of verwerkproces tegen problemen gelopen? Evt. ook voor biobased?
 - **hergebruik: niet van toepassing**
 - **biobased: we hebben wel gebruik gemaakt van een paar biobased onderdelen, maar niet veel. De reden is dat wij een product hebben ontwikkeld dat betaalbaar is en op grote schaal geproduceerd moet worden. Je ziet dat veel innovatieve biobased producten of onderdelen nu nog heel duur zijn en niet op grote schaal verkrijgbaar.**
3. Ik heb gelezen dat voor de Loskade 14 gasloze installatieconcepten zijn toegepast, waar moet ik dan zoal aan denken?
 - **We hebben verschillende soorten warmtepompen toegepast, zoals een 'standaard' lucht-water-warmtepomp, een innovatieve CO2 warmtepomp en een ventilatiewarmtepomp. Daarnaast verschillen in ventilatie: met een WTW of MV (of een combinatie daarvan). We hebben ook PVT panelen toegepast met een boiler van Vaillant en de thermische accu van Flamco.**
4. In mijn onderzoek richt ik mij o.a. op producten afkomstig van 'urban mining'. Hebben jullie hier ook ervaring mee? En op wat voor manier verloopt dit proces, in een ideale situatie, in jullie geval? (Denk aan de inventarisatie, reserveren, opslag, garantiebepaling of verzekeringen)
 - **Binnen dit project niet, maar bij andere projecten van Van Wijnen wel.**
5. Ik heb gelezen dat met behulp van de BCI (Building Circularity Index) van Alba Concepts is vastgesteld dat jullie woning 70% circulair is. Zou je iets kunnen vertellen over hoe dit resultaat tot stand is gekomen? En op wat voor manier je die laatste 30% behaald kan worden?
 - **Hier weet ik zelf niet alles van. Wat wel heel erg meespeelt in deze manier van het meten van circulariteit is dat 100% eigenlijk niet haalbaar is. Je hebt namelijk te maken met dingen die je aan het gebouw toevoegt om het veilig en bewoonbaar te maken. Een voorbeeld is dat we de koppelingen, waarmee wanden en vloeren aan elkaar zitten, afdekken met een plaatje en daar vervolgens glasvliesbehang overheen plakken. Zouden we de koppeling in zicht laten (meest circulair), dan zou iedereen zomaar de koppeling los kunnen draaien. En daarnaast vindt onze huurder het geen gezicht als de afdekplaatjes niet worden afgewerkt met behang. Voor meer info mbt de BCI verwijs ik je door naar Alba**
6. De noodgedwongen tijdelijkheid van de wijk motiveert om te experimenteren met remontabel bouwen. Kan je hier voorbeelden van geven of iets zeggen over de mate van remontabiliteit?
 - **We hebben een blokje woningen dat op de Loskade staat al eerder in elkaar gezet bij ons op het fabrieksterrein. Daarom weten we dat de gebouwen in 2030 ook daadwerkelijk uit elkaar gehaald kunnen worden én daarna weer opnieuw in elkaar kunnen worden gezet.**

7. Losmaakbaarheid gaat uit van geen of zo min mogelijk 'natte' verbindingen als kit, pur of in het werk gestort beton. Zijn de woningen ook daadwerkelijk ook volledig vrij van natte verbindingen?
 - **Het product is zo ontwikkeld dat het inderdaad zonder cement, pur of kit gemonteerd kan worden. De Loskade is een prototype en de eerlijkheid gebiedt te zeggen dat we op sommige plekken wel een pur- of kitspuit nodig hebben gehad om de verbindingen lucht- en waterdicht te krijgen. Dit heeft ertoe geleid dat we daarna bepaalde details hebben herzien. Er zullen dus verschillen zijn tussen wat nu op de Loskade is gebouwd en dat wat later uit de fabriek zal komen.**
 - **In de badkamer en het toilet kitten we de naden ook wel af; anders functioneert het niet.**
8. Een veelvoorkomend probleem is wanneer een klant de kosten voor zijn/haar duurzame ambitie hoort, het enthousiasme terug druppelt. Hoe motiveer je toch een klant om deze ambitie door te zetten of het financieel aantrekkelijk te houden?
 - **Een belangrijke eigenschap van Fijn Wonen is de betaalbaarheid. Bij de ontwikkeling van de circulaire variant is daar ook goed op gestuurd en door de processen te optimaliseren en zoveel mogelijk te digitaliseren en prefabriceren, lukt het ons om een circulair product te maken dat niet duurder is dan een reguliere nieuwbouwwoning. Daarnaast is de kwaliteit minstens zo goed als van een niet-circulaire woning en de restwaarde van dit product veel hoger. Het is dus eerder goedkoper dan duurder.**
9. Circulair en remontabel blijkt vooralsnog duurder dan traditionele bouw. Hoe kan dit toch financieel haalbaar worden gemaakt voor corporaties of particulieren?
 - **Zie hierboven. Financiering is ook nog wel een ding. We zijn meer dan een jaar bezig geweest om een financiering te regelen voor de tijdelijke, remontabele woonwijk die op gehuurde grond staat. Taxateurs hadden veel moeite met de waardering van dit vastgoed/losgoed, maar het is wel gelukt. Wij kijken nu met onze bank of we een vergelijkbare financiering aan onze klanten kunnen aanbieden.**
10. Hoe beïnvloedt, de ervaring die jullie tot nu toe hebben opgedaan, de benadering van andere projecten?
 - **Voor ons is circulair, daar waar het gaat om gestandaardiseerde woningbouw, de nieuwe werkelijkheid. Vanaf ca 2021/2022 zal er geen 'traditioneel' Fijn Wonen meer worden verkocht en vervangt de circulaire lijn de huidige lijn. Vanaf dan is ook het circulaire appartementengebouw de standaard.**
 - **Daar waar de opdrachtgever eisen heeft die niet in het gestandaardiseerde proces passen of we te maken hebben met een complexe binnenstedelijke opgave, maken we nog wel maatwerk.**
11. Zijn er ook al ervaringen van bewoners waar jullie iets mee gaan doen/op kunnen doorontwikkelen?
 - **Jazeker. Het afgelopen halfjaar is een afstudeerder facility management bezig geweest met het uitvoeren van een klanttevredenheidsonderzoek. Daar kwamen al hele nuttige uitkomsten uit die we direct hebben opgepakt. Vanaf volgend schooljaar zullen we ook studenten gaan inzetten die onderzoek zullen doen naar specifieke onderdelen van het project.**

Speerpunten gesprek:

1. Functieomschrijving
2. Visie op/omgaan met circulariteit en garantiebepaling van circulaire producten
3. Ervaring op het proces van in kaart brengen van materialen
4. Visie op een ideaal proces

Abstract

1. Functie

Mijn functie is inderdaad ontstaan vanuit die nieuwe gedachten en behoefte vanuit Bork maar ook vanuit de markt. Bork ziet dat er een verandering bezig is en speelt daar voortijdig op in. Omdat het een nieuwe functie is, is het nog lastig om dit goed te omschrijven. Eigenlijk alles wat maar wat met circulair slopen te maken heeft, word ik bij betrokken. Het circulaire slopen of demonteren of oogsten of hoe je het wil noemen vereist dat het gehele bouwteam aan tafel zit bij de start van een project. Dit geeft ons de kans, als slopers/oogstbedrijf, om 1) circulaire materialen aan te bieden voor de nieuwbouw en 2) handvaten en ideeën mee te geven omdat we aan het einde van de keten wederom aan bod komen. Daarnaast wil ik Bork zoveel mogelijk laten zien aan andere partijen; wat wij doen en waar we naartoe willen. Door dit naar buiten te brengen hopen we steeds meer betrokken te worden in circulaire opdrachten. Dit heeft als gevolg dat we ook meer circulaire materialen binnenkrijgen en deze opnieuw kunnen inzetten. Dit alles proberen we in de aankomende jaren steeds meer uit te breiden.

2. Garanties

Kwaliteit en garantie is een pittig obstakel. Vanuit mijn thesis die ik heb geschreven kwam dit ook naar voren als één van de grootste obstakels voor de bouwondernemers om circulaire materiaal te gebruiken. Op dit moment geven we geen garantie en worden materialen verkocht nadat het visueel is gecontroleerd. Hoe we dit in de toekomst willen doen zijn we nog over aan het nadenken.

3. Proces

Dit is volgens mij op te delen in twee stukken. 1) We krijgen een opdracht van waar de opdrachtgever al aangeeft dat er circulair gesloopt dient te worden. Vanuit daar handelen we dan naar wens van de klant. Daarnaast kijken we zelf of we nog bepaalde materialen/grondstoffen af kunnen zetten in de markt. De inventarisatie doen we zelf en daarvoor gebruiken we Snagstream. Vervolgens gaan de mannen deze materialen, mits verkocht of van waarde, demonteren. 2) We krijgen een opdracht en inventariseren of er nog materialen in het gebouw zitten die een tweede leven kunnen krijgen. Dan gaan we een inventarisatie doen om te kijken wat die materialen dan zijn. Vervolgens zetten we die op het Insert platform en af bij vaste partners/afzetkanalen.

4. Visie

Tijd is hierin essentieel. Hoe eerder we een opdracht tot sloop/demontage krijgen, hoe meer tijd we hebben om de juiste afnemer te vinden voor de materialen. Het ideale plaatje is dat wanneer een opdracht binnen is we de materialen gaan inventariseren. Vervolgens worden die op Insert gedeeld en vanaf daar kan er contact met ons worden gezocht. We hebben een materialenhub gebouwd in Hoogeveen die we momenteel gebruiken voor opslag van circulaire materialen, zie het als een logistieke hub waar we materialen kunnen opslaan om vervolgens uit te geven aan klanten. In de toekomst willen we deze hub nog breder inzetten.

**DA
AD**

**Doorontwikkeling
Circulair en remontabele woning**





Doorontwikkeling

Circulair en remontabele woning

Inleiding

De circulair en remontabele woning is een doorontwikkeling van de biobased woning van DAAD. Het is ontworpen om een antwoord te geven op verschillende behoeften die momenteel in de markt leven: circulair/biobased bouwen, levensloopbestendigheid, beperking van energieverbruik, flexibiliteit en het remontabel bouwen.

In dit boekwerk wordt het voorlopig ontwerp getoond, aan de hand van de plattegronden, gevels, doorsnede en principeaansluiting van modules gevolgd door het principedetail van de dakgoot in de fasen van montage, vaste toestand en demontage.

Contactpersoon:

Marijn Wals

marijn@daad.nl

Projectnummer:



DAAD Architecten B.V.

Paltz 21

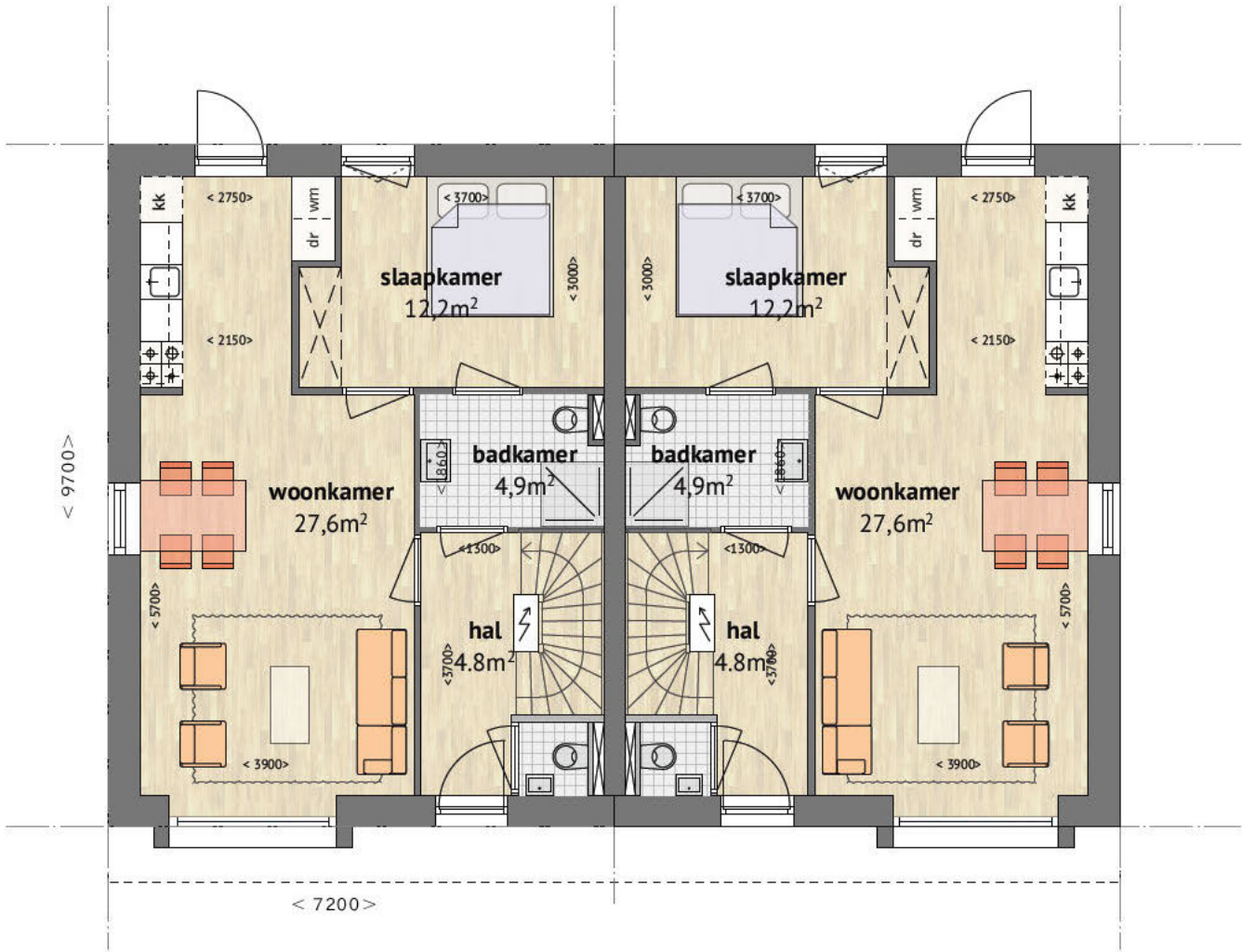
9411 PM Beilen

+31 (0)593 582 450

info@daad.nl

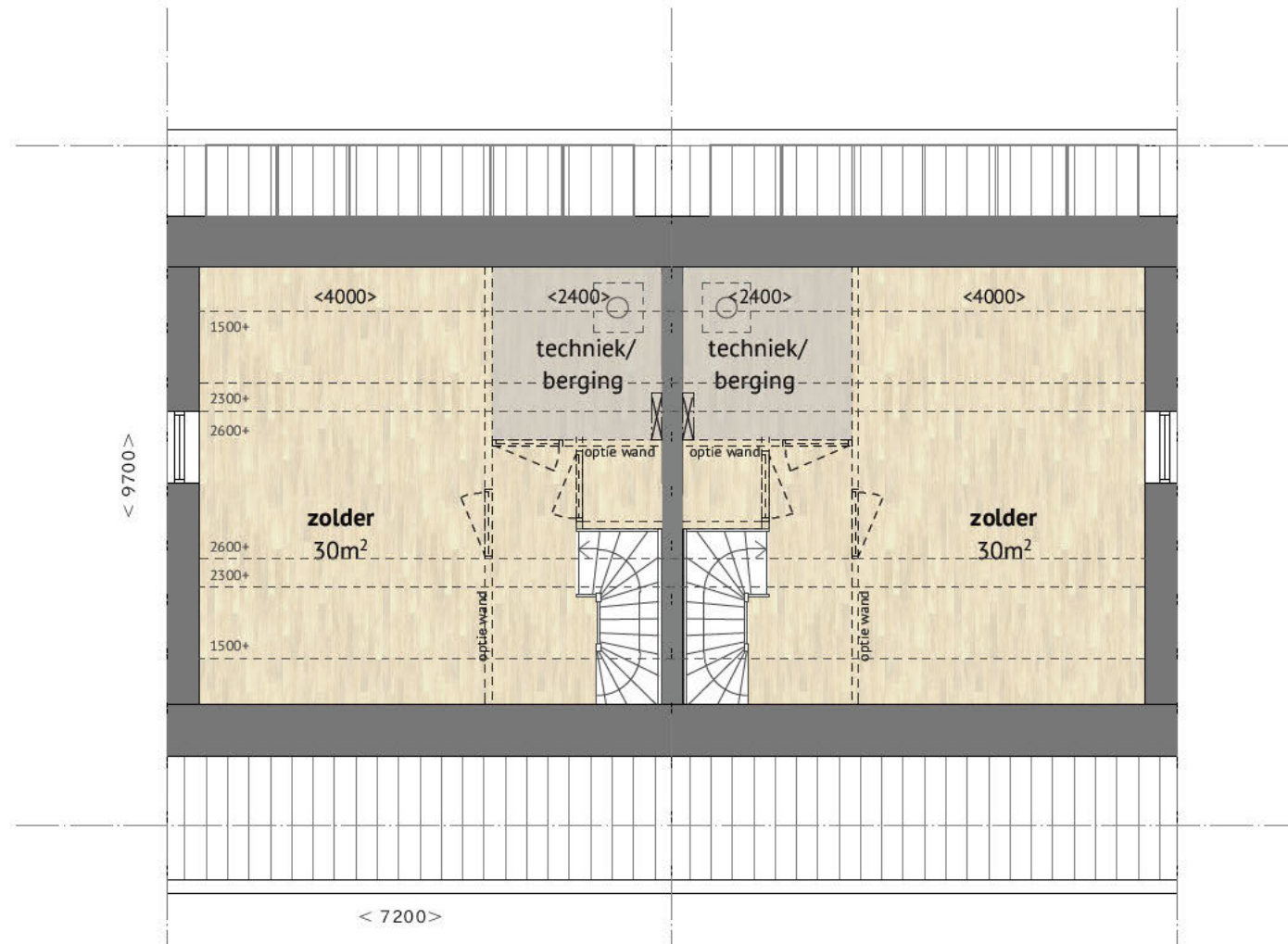
www.daad.nl

DA AD



Schaal 1:100

Plattegrond 1e verdieping



Schaal 1:100



Schaal 1:100

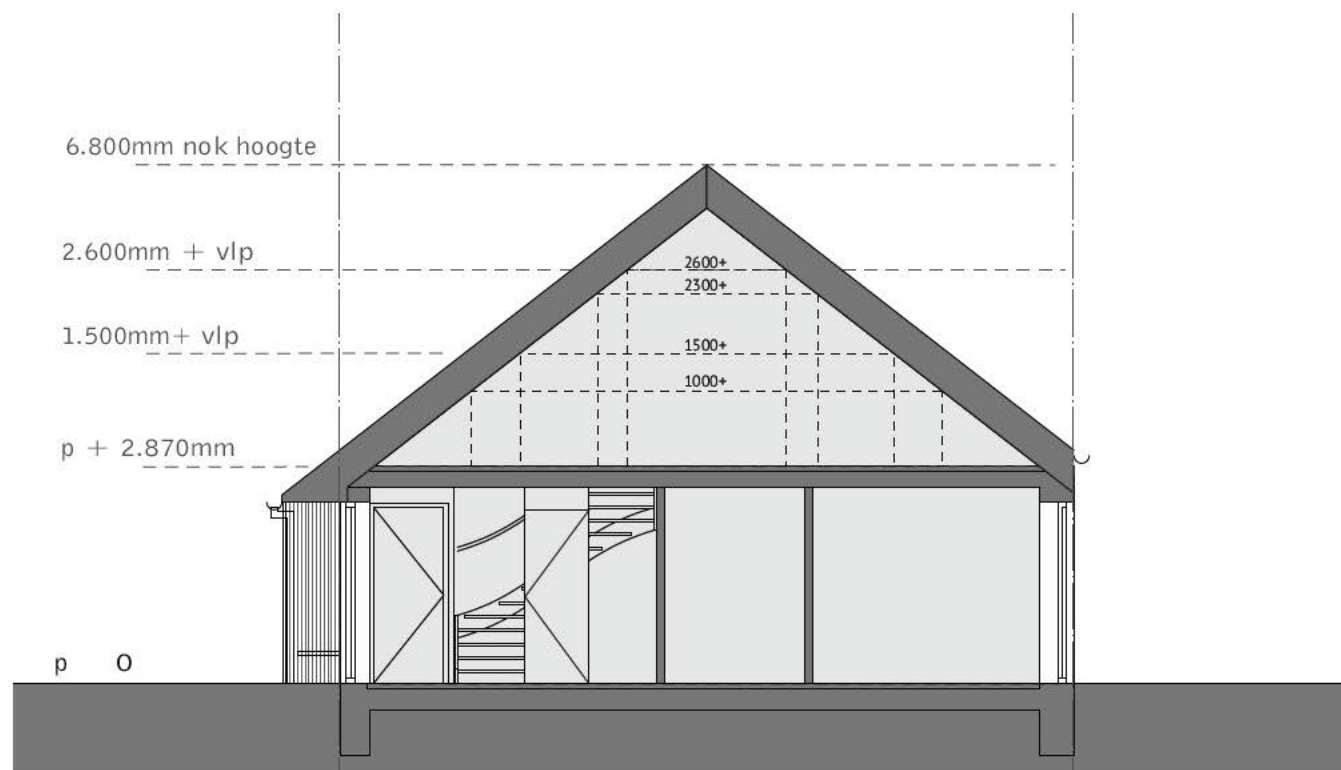


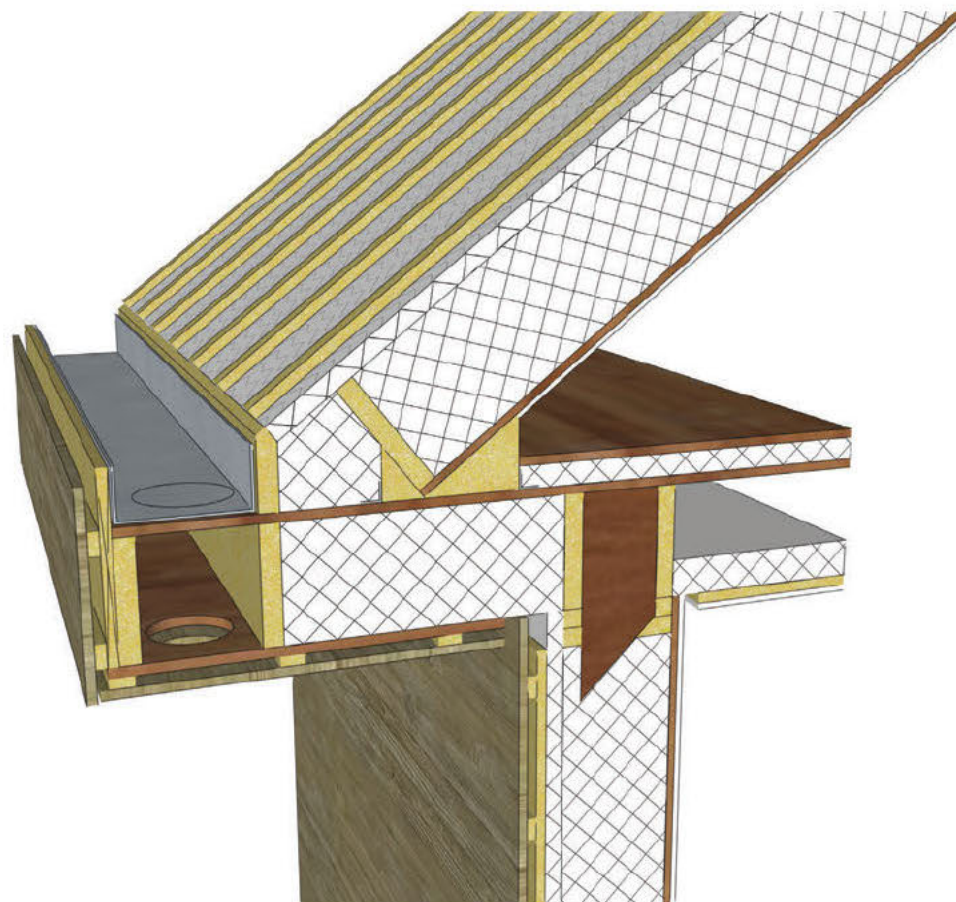
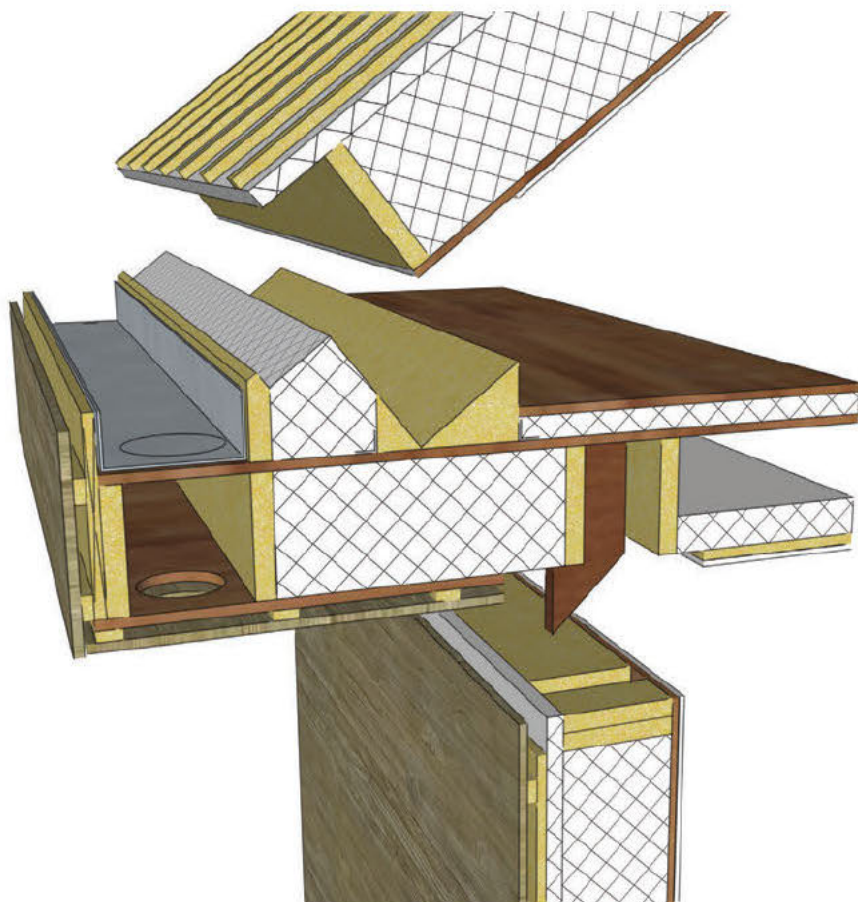
Schaal 1:100



Schaal 1:100

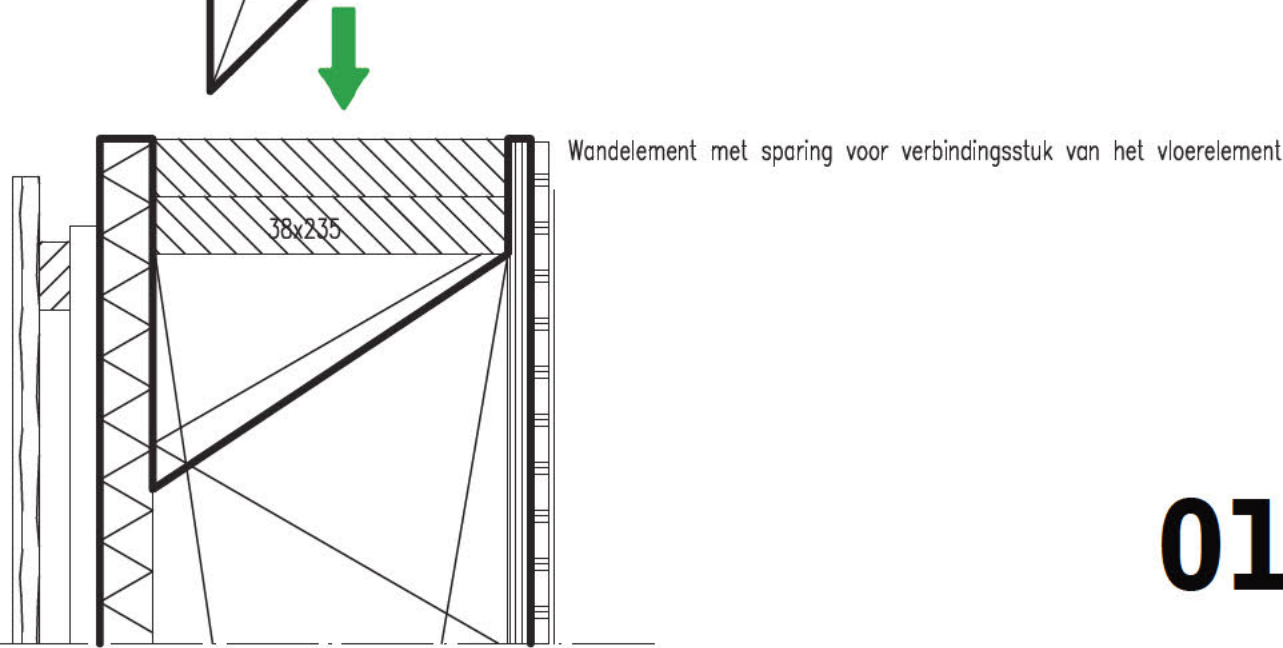
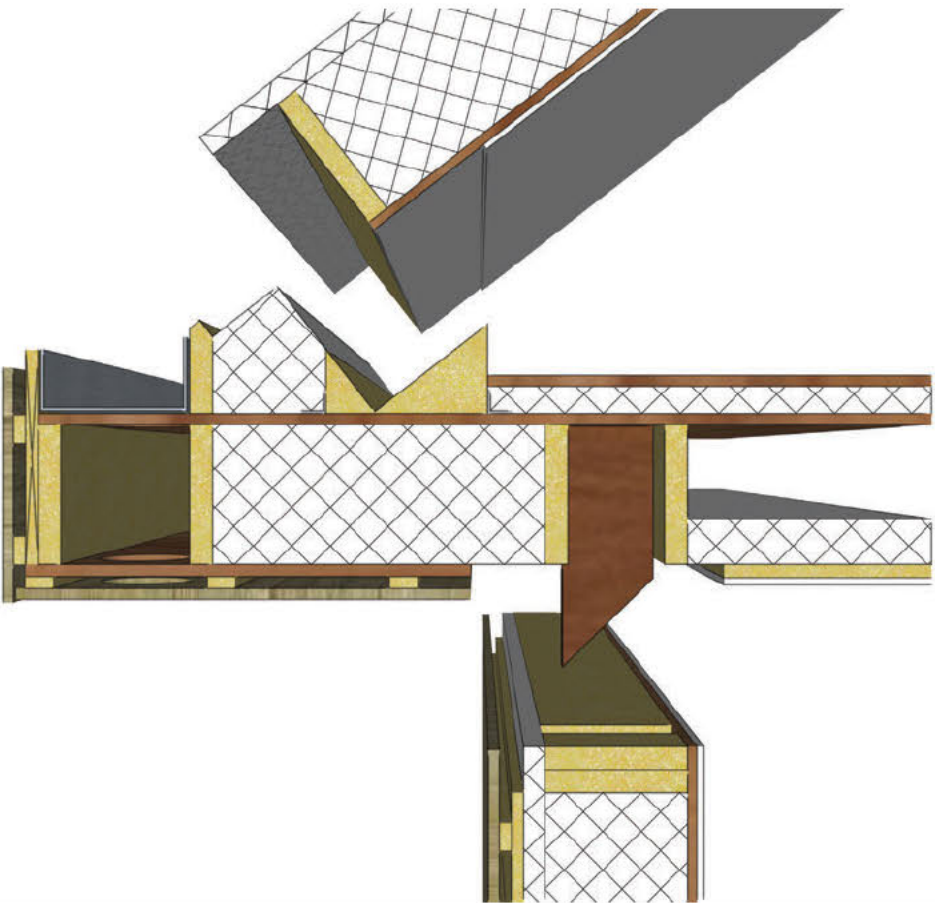
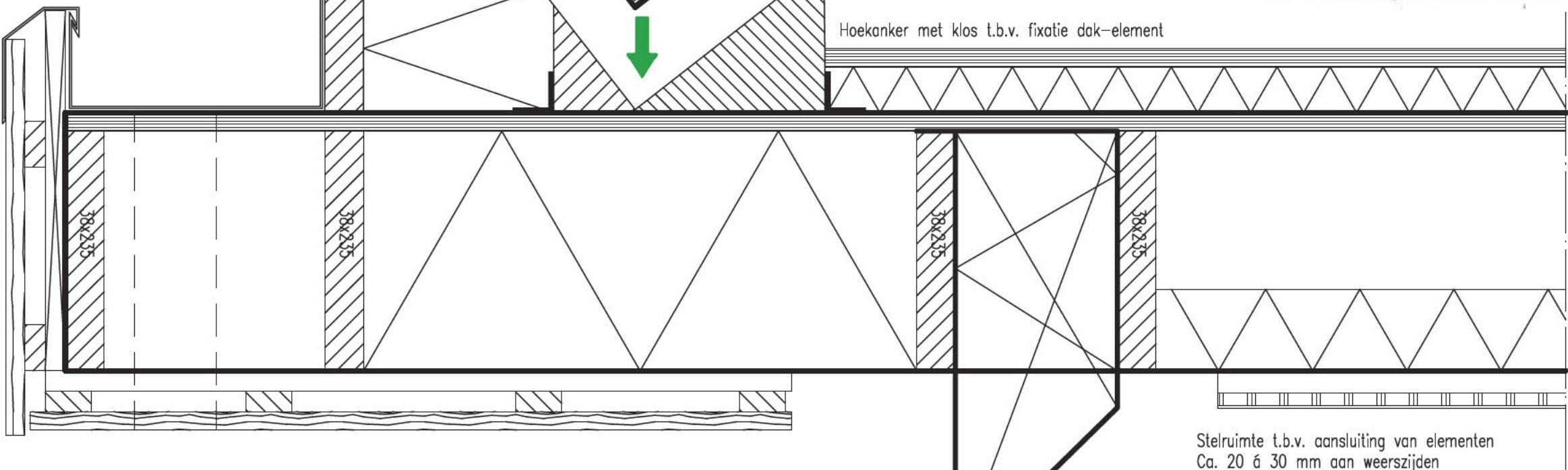
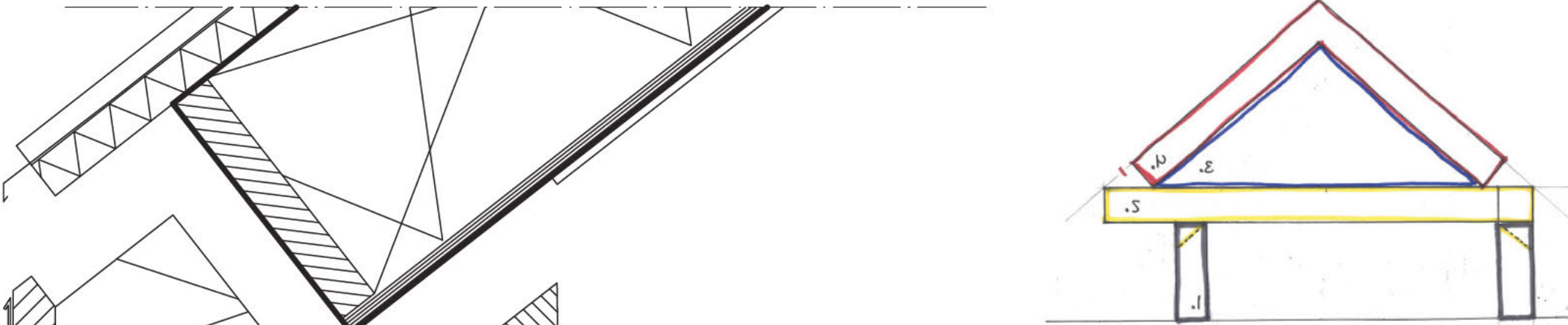
Doorsnede





Montage

- 1. Vloerelement met verbindingstuk plaatsen in de sparing van de wandelement
- 2. Wandelement op de verdiepingvloer plaatsen
- 3. Dakelement plaatsen op het wandelement, gefixeerd door de houten klossen
- 4. HWA aanbrengen
- 5. Dakpannen leggen



01



DAAD Architecten B.V.
Paltz 21
9411 PM Beilen
+31(0)593 582 450
info@daad.nl

opdrachtgever
werk
onderwerp

Doortvertaling biobased woning
Circulair en remontabele woning
Principedetail dakgoot

datum concept
schaal 1 : 5
wijz:

werknr.
20006
bladnr.
BA.800

hergebruikte pannen
panlatten 22x44
tengels 22x44
Isolatie Gutex UD protect 35mm
Prefab systeemkap: regelwerk 36x246
isolatie Gutex tussen regelwerk
constructieplaat ESB 15mm
binnenafwerking?

OSB 18mm
Gutex zwevende vloer 45mm
18mm underlayment
balklaag 38x235
isolatie 80mm Isovlas tussen balklaag
regelwerk 22x50
gipsplaat 12,5mm

2870+
b.k. afgewerkte vloer

houten gevel delen lariks
regelwerk 20x45 hoh 600
regelwerk 20x45 hoh 600
Isolatie Gutex UD protect 35mm
stijl en regelwerk 38x235 hoh 400
isolatie Gutex tussen regelwerk
constructieplaat ESB 15mm
12 mm femacell
affilmen

02

800

18 20 20 35 235 15 12
355

DA
AD

DAAD Architecten B.V.
Paltz 21
9411 PM Beilen
+31(0)593 582 450
info@daad.nl

opdrachtgever

Doortvertaling biobased woning

werk

Circulair en remontabele woning

onderwerp

Principedetail dakgoot

datum concept

schaal 1 : 5

wijz:

werknr.

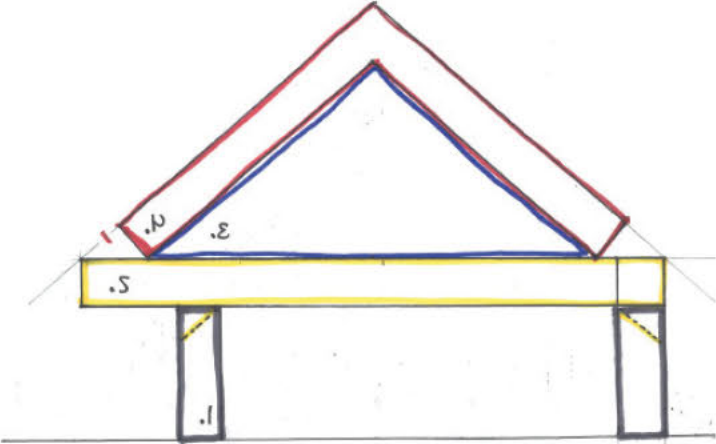
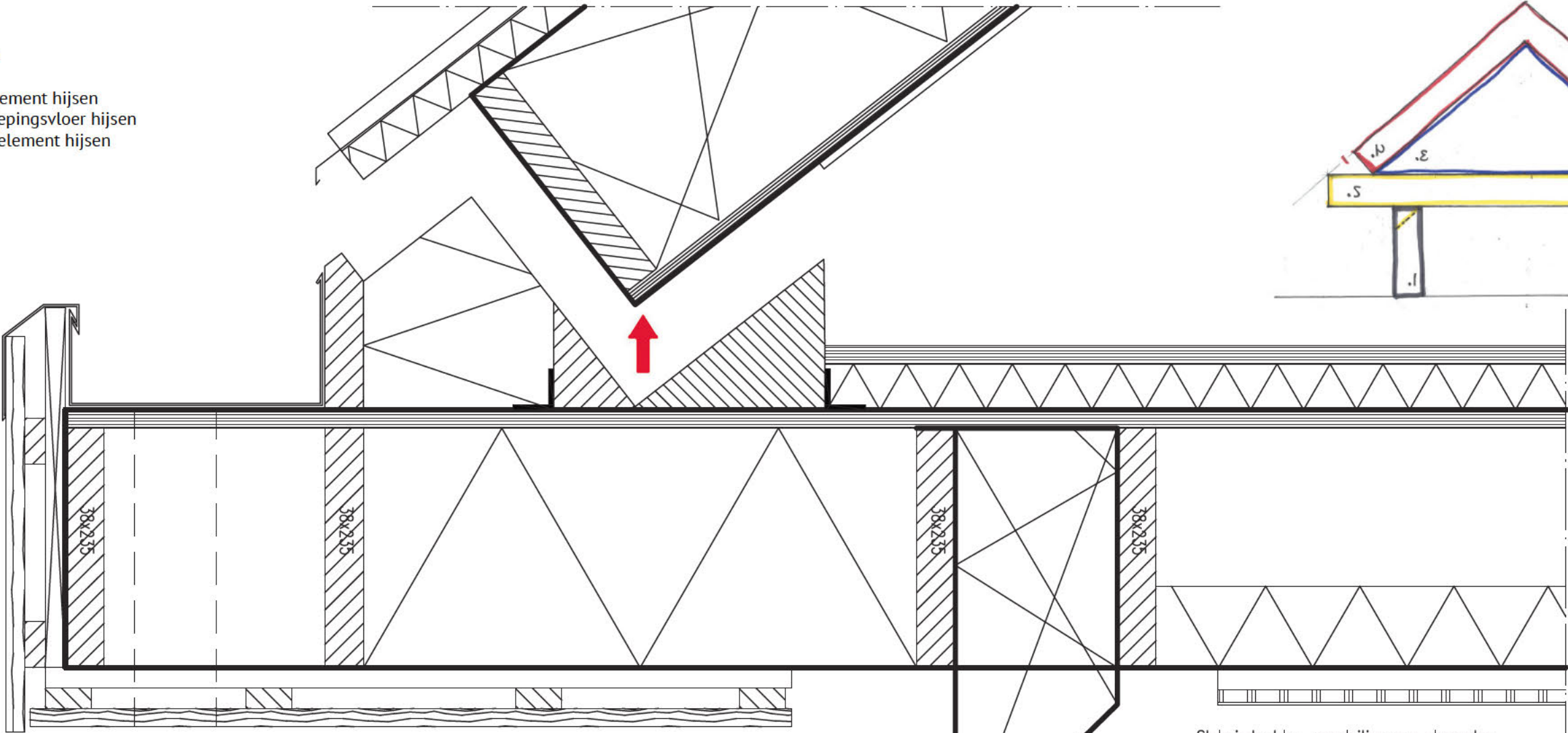
20006

bladnr.

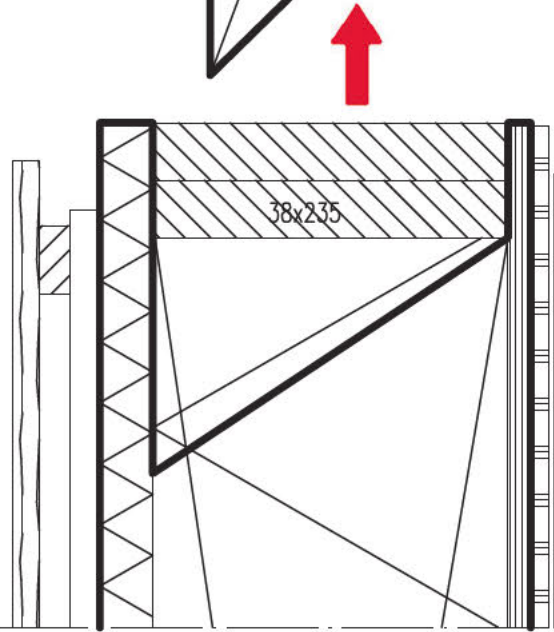
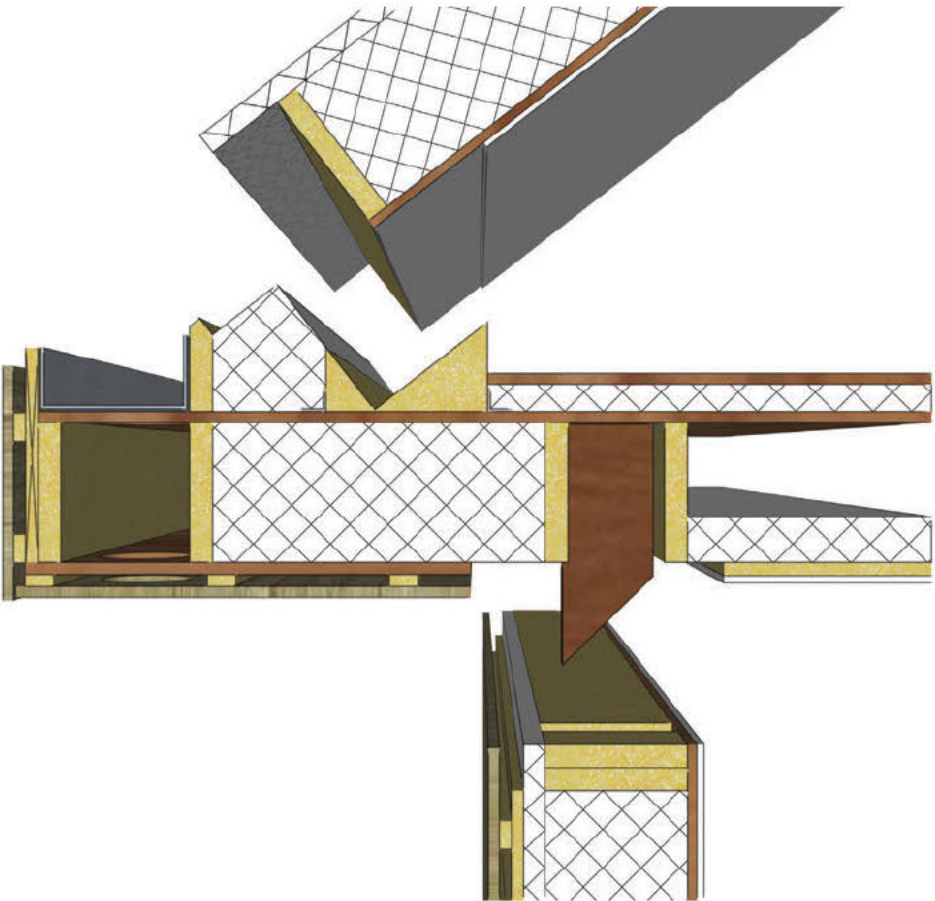
BA.800

Demontage

- 1. Dakpannen verwijderen
- 2. HWA demonteren
- 3. Dakelement van wandelement hijsen
- 4. Wandelement van verdiepingsvloer hijsen
- 5. Vloerelement van wandelement hijsen



Stelruimte t.b.v. aansluiting van elementen
Ca. 20 á 30 mm aan weerszijden



Wandelement met sparing voor verbindingsstuk van het vloerelement

03

DA
AD

DAAD Architecten B.V.
Paltz 21
9411 PM Beilen
+31(0)593 582 450
info@daad.nl

opdrachtgever
werk
onderwerp

Doortvertaling biobased woning
Circulair en remontabele woning
Principedetail dakgoot

datum concept
schaal 1 : 5
wijz:

werknr.
20006
bladnr.
BA.800