

# DE ROUTE NAAR CIRCULAIRE VRIJSTAANDE WONINGEN IN 2050

De ambitie van de overheid is dat in 2050 ook de bouwsector circulair is. Studenten van Saxion Hogeschool hebben met een onderzoek de mogelijkheden verkend om circulariteit te integreren in de bedrijfsvoering van een bouwonderneming, gespecialiseerd in vrijstaande woningen. Dit project maakt het mogelijk voor de onderneming om de milieubelasting van haar woningen te verlagen, om voorbereid te zijn op de aankomende regelgeving en om haar klanten een bijzonder product aan te bieden. De aanpak en resultaten van dit onderzoek kunnen mogelijk ook andere woningbouwers in Nederland helpen hun aanbod nog meer circulair te maken.

Tekst: Bram Entrop (associate lector Duurzame Leefomgeving Saxion), Dion Walterbos en Lars ten Hoope (studenten Bouwkunde Saxion).  
Fotografie: Industrie



In de afgelopen decennia is duurzaam bouwen in de bouwsector goed ingeburgerd geraakt, waarbij onder andere aandacht is geschonken aan het beschermen van flora en fauna, de arbeidsomstandigheden op de bouwplaats, het verminderen van het energiegebruik van gebouwen en het scheiden van afvalstromen. De bouwsector is echter nog steeds goed voor circa 50 procent van het grondstoffenverbruik en de afvalproductie [1].

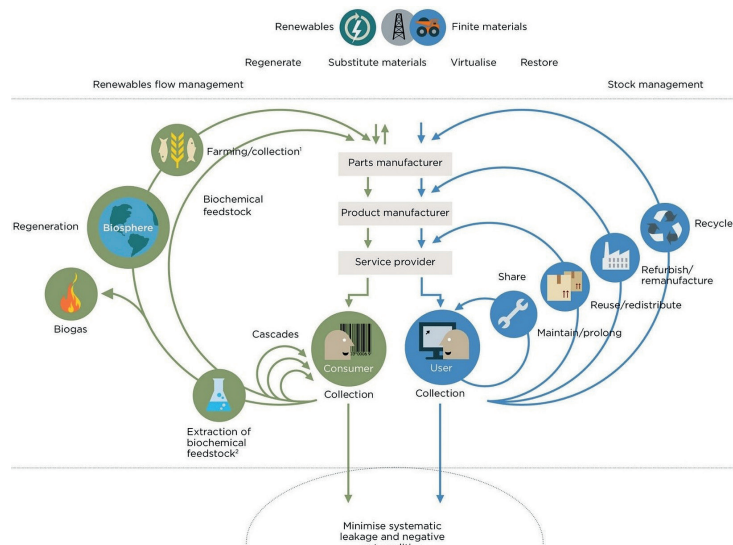
De Nederlandse overheid heeft onlangs bepaald dat in 2030 er 50 procent minder CO<sub>2</sub>-uitstoot dient te zijn en dat er 50 procent minder primaire grondstoffen mogen worden gebruikt. In 2050 moet Nederland CO<sub>2</sub> neutraal zijn en grondstoffen moeten dan 100 procent circulair worden toegepast [2]. Deze transitie vereist nieuwe, innovatieve technieken, verandering van productieprocessen en nieuwe businessmodellen. In de literatuur zijn er maar liefst 114 verschillende definities voor circulaire economie te vinden [3], dus circulariteit is net als duurzaam bouwen een vrij rekbaar begrip. In de nationale transitieagenda wordt echter de volgende definitie aan gehouden: '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' [2].

In Nederland, maar ook in de rest van Europa, heeft het energiegebruik van gebouwen de nodige aandacht gekregen, maar met de circulaire transitie in het vooruitzicht mag nu ook materiaalgebruik zich op meer aandacht verheugen. Op dit moment krijgt materiaalgebruik natuurlijk al wel enige aandacht, bijvoorbeeld in de vorm van het bouwbesluit, artikel 5.9, lid 1, welke stelt dat: 'een gebruiksfunctie heeft een milieuprestatie van ten hoogste 1 bepaald volgens de Bepalingsmethode Milieuprestatie gebouwen en gww-werken' [4]. Vanuit het oogpunt van circulariteit moet bij voorkeur echter niet alleen de milieu-impact van het materiaal bij winning en onderhoud laag zijn, maar ook de mate van losmaakbaarheid hoog om de kans op hergebruik te vergroten (figuur 2).

### Onderzoekopzet

Het doel van het onderzoek van een groep derdejaars studenten van de opleiding Bouwkunde van Saxion, was de mogelijkheden te verkennen om circulariteit te integreren in de bedrijfsvoering van een bouwonderneming, gespecialiseerd in vrijstaande woningen. Het project duurde een half studiejaar en werd uitgevoerd in kader van de minor Industrieel en Duurzaam Bouwen in opdracht van de onderneming SelektHuis en het lectoraat Duurzame Leefomgeving. Dit project maakt het mogelijk voor de onderneming om de milieubelasting van haar woningen te verlagen, om voorbereid te zijn op de aankomende regelgeving en om haar klanten een bijzonder product aan te bieden.

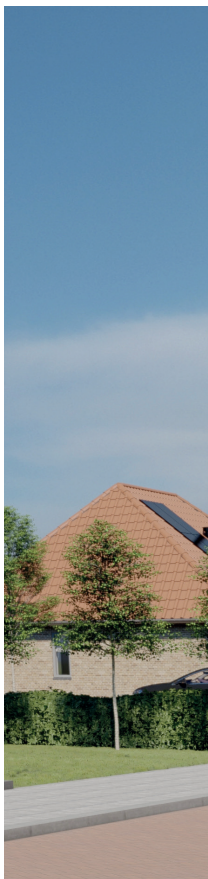
Ten eerste zijn de bedrijfsvoering en productieprocessen bij



2. De materiaalstromen in een circulaire economie [8].

de onderneming bestudeerd om een goed beeld te krijgen van op welke afdelingen keuzes voor materialen worden gemaakt, hoe ze fysiek worden toegepast en welke afvalstromen hierbij ontstaan. Ten tweede is aan de hand van een internetstudie, beursbezoek en overleg met inkopers en toeleverende bedrijven een inventarisatie gemaakt van bouwcomponenten, -producten en -materialen, die als duurzaam en in het bijzonder circulair worden bestempeld. Vervolgens hebben de studenten zich toegelegd op het bestuderen en doorrekenen van de mate van circulariteit van 4 van de 26 basismodellen [5] die door de onderneming worden aangeboden. Vanwege het grote aantal keuzemogelijkheden dat klanten hebben om het woningbasismodel te individualiseren en gezien de beperkte tijd van de studenten voor het onderzoeksproject, is ervoor gekozen de circulariteit van de woningen te bepalen tot aan de afbouw. Dit casco<sup>+</sup>-niveau houdt in dat relatief klantspecifieke zaken, zoals aftimmerwerk, stucwerk, tegelwerk, sanitair, schilderwerk en

ER IS NOG NIET ÉÉN  
SPECIFIEKE METHODE  
DOOR DE OVERHEID  
VOORGESCHREVEN OM DE  
MATE VAN CIRCULARITEIT  
VAN EEN WONING TE  
BEPALLEN





3. Vier basismodellen woningen die als casus dienen voor dit onderzoek [5].

installatiewerk niet zijn meegenomen in de berekening. Tot slot is met de inzichten vanuit de doorlopen stappen een routekaart opgesteld om de aanbevolen stappen inzichtelijk te maken.

**Cases**

De vrijstaande woningen die als cases dienen in het onderzoeksproject (figuur 3), moeten uiteraard voldoen aan het bouwbesluit en zijn dientengevolge in bepaalde mate al duurzaam. In Bouwbesluit 2012, hoofdstuk 5, staan de technische bouwvoorschriften uit het oogpunt van energiezuinigheid en milieu beschreven [4]. Voor de nieuwbouw-woningen zijn drie aspecten belicht op het gebied van energiezuinigheid, namelijk:

- De Energieprestatie-coëfficiënt (EPC)
- De thermische isolatie en lucht volumestroom
- De milieuprestatie gebouwen (MPG)

Per 1 juli 2020 hoeft een gebouw niet meer te voldoen aan een EPC-eis, maar aan nieuwe eisen die aansturen op een Bijna energie neutraal gebouw (BENG). Dit moet de CO<sub>2</sub>-uitstoot van gebouwen in Nederland verder reduceren. BENG wordt vastgelegd aan de hand van drie criteria: de maximale energiebehoefte [kWh/m<sup>2</sup> gebruiksoppervlak per jaar];

- het maximale primair fossiel energiegebruik [kWh/m<sup>2</sup> gebruiksoppervlak per jaar];
- het minimale aandeel hernieuwbare energie [%].

Onder de thermische isolatie staan de warmteweerstand-

	bouwbesluit	matterhorn	jungfrau	monte titano	gran paradiso
EPC	0,40	0,36	0,39	0,38	0,40
Rc-vloer	3,5 m <sup>2</sup> K/W	3,5 m <sup>2</sup> K/W	3,5 m <sup>2</sup> K/W	3,5 m <sup>2</sup> K/W	3,5 m <sup>2</sup> K/W
Rc-gevel	4,5 m <sup>2</sup> K/W	4,5 m <sup>2</sup> K/W	4,5 m <sup>2</sup> K/W	4,5 m <sup>2</sup> K/W	4,5 m <sup>2</sup> K/W
Rc-dak	6,0 m <sup>2</sup> K/W	6,0 m <sup>2</sup> K/W	6,0 m <sup>2</sup> K/W	6,0 m <sup>2</sup> K/W	6,0 m <sup>2</sup> K/W
U-kozijnen	1,65 W/m <sup>2</sup> •K	1,1 W/m <sup>2</sup> •K	1,1 W/m <sup>2</sup> •K	1,1 W/m <sup>2</sup> •K	1,1 W/m <sup>2</sup> •K
lucht volumestroom	1 dm <sup>3</sup> /s•m <sup>2</sup>	0,625 dm <sup>3</sup> /s•m <sup>2</sup>	0,625 dm <sup>3</sup> /s•m <sup>2</sup>	0,625 dm <sup>3</sup> /s•m <sup>2</sup>	0,625 dm <sup>3</sup> /s•m <sup>2</sup>
MPG (excl. installatie)	n.v.t.	0,282 €/m <sup>2</sup> BVO•a	0,367 €/m <sup>2</sup> BVO•a	0,303 €/m <sup>2</sup> BVO•a	0,34 €/m <sup>2</sup> BVO•a
MPG (incl. installatie)	1,0 €/m <sup>2</sup> BVO•a	0,39 €/m <sup>2</sup> BVO•a	0,48 €/m <sup>2</sup> BVO•a	0,46 €/m <sup>2</sup> BVO•a	0,40 €/m <sup>2</sup> BVO•a

Tabel 1. Overzicht van de resultaten toetsen qua Bouwbesluit-prestaties van de gekozen modellen.

bci	matterhorn		jungfrau		monte titano		gran paradiso	
Huidig	7 %	162.568 kg	7 %	222.536 kg	6 %	234.092 kg	7 %	225.170 kg
verbeterd	30 %	156.273 kg	31 %	215.617 kg	34 %	226.924 kg	35 %	218.088 kg
extra verbeterd	48 %	96.262 kg	49 %	110.311 kg	53 %	96.696 kg	52 %	97.117 kg

Tabel 2. De meetresultaten van de verschillende circulariteitsberekeningen per woningtype. Deze percentages zijn het resultaat voor woningen op casco+-niveau.

seisen van een scheidingsconstructie beschreven en onder luchtvolumestroom wordt een eis gesteld aan het luchtdicht maken van de woning.

De milieuprestatiegebouw (MPG) is een maatstaf voor de milieu-impact van de materialen in een gebouw. Hoe lager de MPG, hoe duurzamer het materiaalgebruik. Per 1 januari 2018 geldt voor de MPG een maximum van 1,0. De overheid wil de eis uiterlijk in 2030 aanscherpen tot een grenswaarde van 0,5 [6].

### Resultaten

Er is nog niet één specifieke methode door de overheid voorgeschreven om de mate van circulariteit van een woning te bepalen. Er is daarom gekeken naar de uitgangspunten en werking van vier methoden, te weten:

- **Circularity check:** op basis van circa zestig vragen bepaalt dit de circulariteitscore voor producten en diensten [7].
- **Material circularity indicator (MCI):** deze indicator berekent een circulariteitscore met een waarde tussen de 0 en 1. Hierbij wordt gekeken naar de impact van de grondstoffen en hun bestemming na gebruik, waaraan scores worden aangekoppeld wat betreft hergebruik, recycling, recyclingefficiëntie, levensduur en functionele eenheden [8].
- **Circulariteit prestatie gebouw (CPG):** op basis van de antwoorden op 19 vragen gekoppeld aan de GPR Gebouw berekening wordt een rapportcijfer van 1 tot 10 voor de circulariteitscore bepaald [9].
- **Building circularity indicator (BCI):** een methode op basis van materiaalgebruik en losmaakbaarheid om de circulariteit van een gebouw vast te stellen [10].

De meetmethode die vanwege zijn opbouw en data-input is toegepast, is de BCI. Bij deze methode wordt de circulariteit eerst per materiaal (PCI), dan per element (ECI) en tenslotte voor het hele gebouw (BCI) bepaald. Met deze meetmethode zijn drie verschillende berekeningen voor de vier woningtypes gemaakt, waarbij de huidige, een verbeterde en een extra verbeterde circulariteitscore zijn bepaald. In de eerste berekening is de huidige door SelektHuis toegepaste bouwmethode gehanteerd. Hierbij zijn de materialenlijsten van de inkoopafdeling gebruikt. In de verbeterde BCI-berekening is de huidige bouwmethode gehandhaafd, maar zijn circulaire materialen uit de door de onderzoekers zelf samengestelde lijst van materialen, producten en componenten in de ontwerpen toegepast. Deze lijst omvatte uiteindelijk 43 verschillende materialen, producten en componenten, die geschikt kunnen zijn voor woningbouw. In de laatste serie berekeningen is de bouwmethode van de onderneming losgelaten met als doel een optimale BCI-score te halen met de op dit moment beschikbare bouwmaterialen, producten en componenten.

### Analyse

Wanneer vanuit de opgestelde lijst van circulaire producten, een fundering en draagconstructie van 30 procent gere-

cycled kalkzandsteen, een zwevende cementdekvloer, aluminium buitenkozijnen, gevels bestaande uit Fixbrick, Knauf Hybride scheidingswanden en een kapconstructie van Kingspan worden gekozen, dan is een circulariteitscore van 30 – 35 procent mogelijk. Wanneer de fundering uit zogenaamde Concryt bestaat, een Leebo en Rockzero staalframe met scheidingswanden van Faay worden toegepast, dan is zelf een score tussen de 48 en 53 procent mogelijk. De BCI wordt dan beter, omdat de woning een kleinere massa heeft en de verbindingen beter losmaakbaar zijn.

### Discussie

Momenteel wordt door de overheid niet een eenduidige bepaling- of rekenmethode voor circulariteit voorgeschreven. Er zijn wel verschillende meetmethodes ontwikkeld in het bedrijfsleven. Deze meetmethodes hebben allemaal een ander raakvlak op het gebied van circulariteit. De in- en output van de beschikbare methoden verschillen en laten zich moeilijk met elkaar vergelijken.

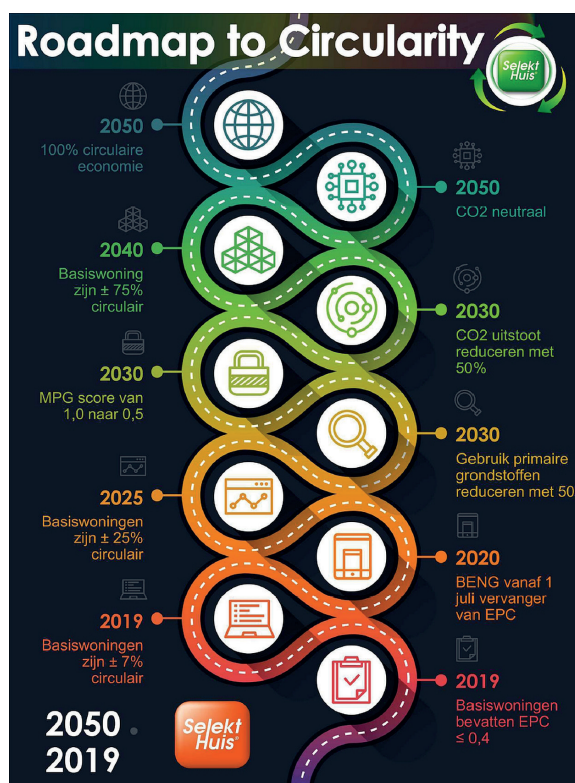
## DE RESULTATEN VAN DE BCI-BEREKENINGEN LATEN ZIEN DAT EEN LAGERE MASSA VAN DE WONING EN EEN HOGER PERCENTAGE CIRCULARITEIT HAND IN HAND SAMENGAAN

Aangezien niet elke leverancier van materialen, producten en componenten even duidelijk is wat betreft de onderbouwing van de gestelde circulariteitsbewering, bestaat er wel enige onzekerheid in hoe circulaire het materiaal, product of component in werkelijk is.

Omdat bij dit onderzoek sprake is van een kort tijdsbestek, zijn er afwegingen gemaakt qua afbakening. Hierdoor wordt de circulariteit van de uiteindelijk op te leveren woningen niet volledig berekend. Dit heeft als gevolg dat de circulariteitscore niet precies overeen zal komen met de score van de uiteindelijke 'sleutelklare' woning. Het leverde echter wel inzicht op in de mate van circulariteit van de bouwkundige basis die ten grondslag ligt aan de meest verkochte woningmodellen van de betreffende onderneming.

### Conclusies en aanbevelingen

De resultaten van de BCI-berekeningen laten zien dat, naast de mate van losmaakbaarheid, een lagere massa



4. De ontworpen routekaart voor circulariteit [11].

van de woning en een hoger percentage circulariteit hand in hand samengaan. Een behoorlijk aantal van de oorspronkelijke materialen, producten en componenten in de casco\*-woningen kan worden vervangen door duurzamere, circulaire varianten. De huidige bouwmethode scoort met 6 – 7 procent slecht, omdat materialen nog laagwaardig worden hergebruikt en natte verbindingen zijn toegepast. Zelfs door materialen en verbindingen aan te passen, kan met resultaten van 30 – 35 procent nog niet de doelstelling voor 2030 van een 50 procent circulaire woning worden behaald. Uit de berekening waarbij de huidige bouwmethode wordt losgelaten, kan die doelstelling wel worden behaald. Dit heeft echter wel gevolgen voor alle afdelingen binnen de onderneming.

Op basis van het onderzoek wordt aanbevolen alle afde-

lingen bekend te maken met wat circulariteit inhoudt en hoe dit doorwerkt in de werkzaamheden. Hiervoor is een roadmap met concretere stappen opgesteld (figuur 4). Daar de lijst van beschikbare circulaire materialen, producten en componenten nog relatief kort is, wordt tevens aanbevolen dat ook aan de leverancierskant meer initiatieven worden ontplooid om gegarandeerde circulaire producten te leveren. De sector is tot slot gebaat bij een eenduidige definitie en beoordelingsmethode voor circulariteit, waar de overheid mogelijk de richting zou kunnen wijzen.

#### Referenties en verwijzingen

- Bruijn T. de, Bults J., Engelsman L., Entrop B., Smit M., Straatman J., Vrielink R., 'Circulaire bouwen; een transitieagenda voor Overijssel', provincie Overijssel, Zwolle, 2019
- Nelissen E., Griendt B. van de, Oppen C. van, 'Transitieagenda Circulaire Bouweconomie', Rvo.nl, Den Haag, 2018.
- Kirchherr J., Reike D., Hekkert M., 'Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions', Resources, Conservation & Recycling 127, ScienceDirect, London, Verenigd Koninkrijk, 2017.
- Rijksoverheid, 'Bouwbesluit 2012', rvo.nl, Den Haag, 2019.
- SelektHuis, 'Basismodellen', www.selekthuis.nl/basismodellen/, Rijssen, 2019.
- Visser H., Anink D., Bouwens C., 'Aan de slag met circulaire woningbouw; vuistregels voor ontwerp en uitvoering', Lente Akkoord, Voorburg, 2019.
- Ecopreneur.eu, 'Circularity check', www.ecopreneur.eu, Brussel, België, 2018.
- Ellen MacArthur Foundation, 'Material circularity indicator', www.ellenmacarthurfoundation.org, Cowes, Verenigd Koninkrijk, 2019.
- Stichting W/E Adviseurs, 'Circulair meetbaar voor GPR-gebruikers', www.w-e.nl/circulair-meetbaar-gpr-gebruikers/, Utrecht, 2017.
- Alba Concepts, 'Building circularity index', Den Bosch, 2019.
- Hoop L. ten, Morsink Y., Papenborg D., Vregelaar N. ten, Walterbos D., 'A roadmap to circularity; circulair maken van vrijstaande woningen', Saxion, Enschede, 2019. <<



5. Een behoorlijk aantal van de oorspronkelijke materialen, producten en componenten in de casco\*-woningen kan worden vervangen door duurzamere, circulaire varianten.