



THE CIRCLE

Een adviesrapport naar een
circulaire toekomst

Dodewaard, 06 januari 2020

Gemaakt door:

Willem Rikken
Lois van Schuppen
Joeri Smits



Colofon**AUTEURS**

Naam : Lois van Schuppen
Studentnummer : 580117
Afstudeerrichting : Bouwtechniek
E-mailadres : loisvschuppen@hotmail.com
Telefoon : (06) 31 68 42 50

Naam : Joeri Smits
Studentnummer : 582201
Afstudeerrichting : Bouwtechniek
E-mailadres : joerismits@hotmail.com
Telefoon : (06) 11 75 87 63

Naam : Willem Rikken
Studentnummer : 585120
Afstudeerrichting : Organisatie
E-mailadres : willemrikken@hotmail.com
Telefoon : (06) 52 34 04 45

ONDERWIJSINSTELLING

Naam : Hogeschool van Arnhem en Nijmegen
Opleiding : Bouwkunde
Afstudeerrichtingen : Bouwtechniek & Organisatie

Eerste begeleider : Peter Wienberg
Faculteit : Faculteit Techniek
E-mail : Peter.Wienberg@han.nl
Telefoon : (06) 55 22 78 45

Tweede begeleider : Frits Schultheiss
Faculteit : Techniek
E-mail : Frits.Schultheiss@han.nl
Telefoon : (06) 55 37 14 18

AFSTUDEERBEDRIJF

Bedrijf : Burgland Bouw B.V.
Straat : Dalwagen 63
Postcode : 6669 CB
Plaats : Dodewaard

Eerste bedrijfsbegeleider
Naam : Hubert van Velden
E-mail : hvanvelden@burglandbouw.nl
Telefoon : (06) 30 99 58 21

Tweede bedrijfsbegeleider
Naam : Harm Aantjes
E-mail : haantjes@burglandbouw.nl
Telefoon : (06) 28 90 16 10

Voorwoord

Voor u ligt de afstudeerscriptie "The Circle: een adviesrapport over de aankomende transitie naar een circulaire toekomst voor de gebouwde omgeving". Dit onderzoek is uitgevoerd door Lois van Schuppen, Joeri Smits en Willem Rikken, vierdejaars bouwkundestudenten aan de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen.

Het afstudeeronderzoek is uitgevoerd in opdracht van Burgland Bouw. Het onderzoek is tot stand gekomen in samenspraak met bedrijfsbegeleider Hubert van Velden, projectleider bij Burgland Bouw. Wij hebben met dit onderzoek actuele vraagstukken kunnen onderzoeken en kennis kunnen vergaren over de mogelijkheden betreffende circulair bouwen.

In dit onderzoek is onderzocht hoe verschillende vraagstukken het best opgepakt kunnen worden bij de transitie van een lineaire naar een circulaire economie. In het onderzoek is aandacht besteed aan de veranderingen in het bouwproces, de bouwmaterialen en de bouwmethodieken.

We hebben middels interviews en literatuurstudies een adviesrapport gecreëerd voor Burgland Bouw, in samenwerking met verschillende vooruitstrevende bedrijven op het gebied van circulaire economie. Tijdens ons onderzoek zijn we vanuit het bedrijf begeleid door Hubert van Velden (projectleider) en Harm Aantjes (hoofduitvoerder). We zijn vanuit de Hogeschool Arnhem Nijmegen begeleid door Peter Wienberg en Frits Schultheiss.

Het afstudeeronderzoek is tot stand gekomen door verschillende samenwerkingsverbanden. Graag willen wij deze personen bedanken voor hun tijd, inspanning en kennisdeling. We hebben een valide en betrouwbaar advies kunnen opleveren vanwege de geleverde input.

We bedanken ook de begeleiders van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen, Peter Wienberg en Frits Schultheiss, voor hun begeleiding en feedback op ons afstudeerproces.

We hebben de mogelijkheid gekregen om ons onderzoek uit te voeren binnen Burgland Bouw en daarom zijn we Burgland Bouw als onze opdrachtgever van het afstudeeronderzoek dankbaar. Hierbij bedanken we in het bijzonder Hubert van Velden en Harm Haantjes voor de begeleiding tijdens het afstudeeronderzoek.

Graag willen we alle bedrijven bedanken voor de interviews die we bij ze hebben mogen afnemen. In het bijzonder bedanken we de experts die ons van inhoudelijke kennis hebben voorzien.

Wij hebben dit onderzoek met veel plezier uitgevoerd en we wensen u veel leesplezier toe.

Joeri Smits, Lois van Schuppen en Willem Rikken

Dodewaard, 6 januari 2020

Samenvatting

Wij zijn voor Burgland Bouw een onderzoek gestart naar de mogelijkheden in een circulaire economie. Burgland Bouw is nauwelijks bekend met circulariteit, maar wil door de toenemende vraag graag veranderen. Het orderportefeuille van Burgland Bouw is voor circa 30% gevuld met overheidswerken. Deze overheidsaanvragen worden in 2023 zo ver mogelijk circulair aanbesteed. We willen Burgland Bouw met dit onderzoek informeren over de aankomende transitie naar een *circulaire bouw* met als einddoel het behouden van de overheidswerken. We hebben de volgende onderzoeksvraag opgesteld om dit doel te bereiken:

Met welke bouwtechnische en procesmatige veranderingen betreffende circulair bouwen krijgt Burgland Bouw te maken, door de implementatie van de transitieagenda bouw op de utiliteitsbouw in 2023?

We hebben ons onderzoek in drie onderwerpen gesplitst om deze vraag te beantwoorden, namelijk: het bouwproces, de bouwmaterialen en de bouwmethodiek. Er is een kwalitatief onderzoek uitgevoerd om tot een valide, betrouwbaar en reproduceerbaar onderzoek te komen. In dit kwalitatieve onderzoek is ervoor gekozen om deskresearch te verrichten en interviews af te nemen bij specialisten met betrekking tot circulariteit in de bouw.

Procesmatig

Ons onderzoek is gestart bij het circulaire bouwproces. Er moet in het proces meer worden samengewerkt met alle betrokkenen. Materialen moeten worden gekozen op beschikbaarheid, en daarom moet in een vroeg stadium rekening worden gehouden met het ontwerp 'form follows material'. De overheid kan op de volgende punten inspelen om circulair bouwen te stimuleren: gunningscriteria aanpassen op circulariteit, de *milieuprestatie* gebouwen aanscherpen op circulariteit en het gebruik van een percentage *secundaire grondstoffen* verplichten.

Er wordt gebruikgemaakt van een meetmethode om te kunnen meten hoe circulair een gebouw is. BREEAM-NL benadert naar onze mening het beste een *uniforme meetmethode*, maar Platform CB'23 is in onze optiek de toekomstige *uniforme meetmethode*. Het sterke punt van Platform CB'23 is volgens ons de betrokkenheid van verschillende specialisten uit de bouwsector. Hierdoor wordt de meetmethode ontworpen door mensen die zelf met de meetmethode aan de slag gaan. Er ligt nog niets vast en aanpassingen kunnen eenvoudig worden doorgevoerd, omdat de methode nog in ontwikkeling is. Wij adviseren Burgland Bouw op procesmatig gebied de ontwikkelingen van CB'23 te volgen. In juli 2020 presenteert platform CB'23 haar bevindingen waarmee meer duidelijkheid ontstaat over de meetmethode waaraan gewerkt wordt. In het gehele bouwproces is het van belang dat tijdens het ontwerpen rekening wordt gehouden met hergebruik. Burgland Bouw zou ervoor kunnen kiezen om bij een aanbesteding een extra offerte uit te brengen waarbij circulariteit de hoofdrol speelt.

Bouwmaterialen

Circulair bouwen vraagt om ander materiaalgebruik. De productie van *circulaire bouwmaterialen* moet worden opgeschaald om de uitputting van primaire grondstoffen te minimaliseren. Deze materialen moeten in hoofdzaak beschikken over de kenmerkende data, een lange levensduur en het is van belang dat ze *hoogwaardig hergebruikt* kunnen worden. Met de productie van *circulaire bouwmaterialen* wordt geprobeerd snel de markt te voorzien, zodat deze materialen in de toekomst hergebruikt kunnen worden. Het tekort dat ontstaat bij bouwen met gebruikte materialen moet worden opgevuld met *biobased* en *cradle to cradle* bouwmaterialen. Burgland Bouw moet vanaf heden gebruikmaken van zo veel mogelijk hergebruikt materiaal dat wordt aangevuld met nieuw circulair materiaal dat

geproduceerd is voor *hoogwaardig hergebruik*. Over circa 20 jaar zal er meer gebruikt materiaal beschikbaar zijn en zal dit hoofdzakelijk worden toegepast.

In een *materiaalpaspoort* worden alle materialen die in een gebouw aanwezig zijn opgenomen. De belangrijkste data die in een paspoort worden opgenomen, zijn:

- NAW-gegevens van het bouwwerk;
- Eigenschappen van het materiaal;
- Montage- en demontagehandleidingen;
- Certificeringen, garantiebewijzen en keurmerken van het materiaal;
- Recyclemethode voor het terugbrengen van grondstoffen in het juiste circuit.

Momenteel zijn de *materiaalpaspoorten* volop in ontwikkeling. De mogelijkheden die vandaag de dag bestaan worden nog weinig toegepast. De overheid kan de sector hierin stimuleren door de oplevering van een *materiaalpaspoort* te verplichten bij nieuwbouw. De overheid neemt hierover uiterlijk 2020 een besluit. Wij adviseren Burgland Bouw bij circulaire aanvragen al een *materiaalpaspoort* te gebruiken. Bij de aanbesteding levert dit ook extra punten op, waardoor de kans groter is dat Burgland Bouw het project mag realiseren. Wij hebben een format van een materialenpaspoort opgesteld om Burgland Bouw hierbij te helpen.

Bouwmethodiek

In dit onderzoek is ook gekeken naar modulair bouwen als mogelijke bouwmethodiek. In een circulaire economie kan modulair bouwen een uitkomst bieden. Dit houdt in dat op een verantwoordelijke manier gebruik wordt gemaakt van materialen die hoogwaardig hergebruikt kunnen worden. Dit wil zeggen dat de modules op productniveau losmaakbaar zijn. Groter is dus niet per definitie beter. Door modulair te bouwen in de lagen van Steward Brand kan er voor ieder toegepast product een optimale levensduur behaald worden. Als een van de lagen niet meer de wenselijke functionele en technische prestaties levert, dan kan enkel die laag worden vervangen. Ons advies aan Burgland Bouw is om in ieder toekomstig project de mogelijkheden met betrekking tot de losmaakbaarheid op productniveau te bestuderen. Er kan worden besloten of dit geïmplementeerd wordt in het project door de nut en noodzaak te bespreken met de opdrachtgever.

Er wordt voldaan aan de wet- en regelgeving bij de toepassing van gebruikte materialen. Als bij nieuwbouw gebruikte materialen worden aangekocht, dan zijn deze materialen als het ware opnieuw in de handel gezet. Als een product opnieuw in de handel is gezet en onder de geharmoniseerde norm valt, dan moet deze voorzien zijn door de marktdeelnemer van een CE-markering met prestatieverklaring. Middels de European Organization for Technical Assessment (EOTA) is het mogelijk een CE-markering aan te vragen. Een gebruikt materiaal kan herkeurd worden door een *Technical Assessment Body* (TAB) die is goedgekeurd is door de European Technical Assessment (ETA). Voorbeelden van TAB's in Nederland zijn de KIWA, SKH of TUV. Bij het aankopen van gebruikte materialen is het voor Burgland Bouw raadzaam dat deze producten al zijn herkeurd en voorzien van CE-markering met prestatieverklaringen. Als dat niet het geval is, dan moeten deze producten alsnog gekeurd worden door een TAB alvorens deze bouwkundig toegepast kunnen worden.

Op basis van de resultaten uit het onderzoek blijkt dat Burgland Bouw de overheidswerken in de nabije toekomst kan behouden, mits er in ieder geval op onze aanbevelingen wordt ingespeeld en de ontwikkelingen nauwlettend in de gaten worden gehouden.

Summary

For Burgland Bouw, we began researching possibilities in a circular economy. Burgland Bouw is not quite familiar with building using the concept of circularity, and due to increased demand, she wishes to change that. Currently, approximately 30% of the order portfolio from Burgland Bouw consists of contracts from public authorities. In 2023, it is expected that these contracts will mostly be tendered with the condition of circularity. Through this research, we seek to inform Burgland Bouw about the upcoming transition to a circular construction economy with the ultimate goal of maintaining contracts from public authorities. To achieve this goal, we have formulated the following research question:

"With which structural and process-related changes regarding circular construction will Burgland Bouw be confronted, as a result of implementing the Transition Agenda Construction for utility construction in 2023?"

To answer this question, we have divided our research into three topics: the building process, building materials and building methodology. A qualitative study was conducted to perform a valid, reliable and reproducible study. For this qualitative study, we conducted desk research and interviews with several people who specialize in circular construction.

Building process

Our research began with the circular construction process. For this process, there must be more cooperation with everyone involved. Materials must be selected based on availability, and thus, the design *"form follows material"* must be considered at an early stage. The government can stimulate circular construction with the following points: adapt public procurement criteria to circularity, sharpen the environmental performance of buildings to circularity and oblige to use a percentage of secondary raw materials.

The BREAA-NL measurement method is used to determine the circularity of a building. In our opinion, this method is most similar to a uniform measurement method, but we consider Platform CB'23 to be the most future-proof measurement method. We believe that the strength of Platform CB'23 is the involvement of various specialists from the construction sector, indicating that the measurement method is made by people who work with the measurement method themselves. As it is still under development, adjustments to Platform CB'23 are easily made. In terms of process, we advise Burgland Bouw to closely follow the developments of CB'23. The CB'23 platform will present its findings in July 2020, providing greater clarity regarding the measurement method on which they are working. In the entire building process, it is important that circularity be taken into account during the design of a building. Burgland Bouw could opt to submit an additional offer for a tender in which circularity plays the leading role.

Building materials

Circular construction requires the use of different materials. To minimize the depletion of primary raw materials, we must scale up the production of circular building materials. These materials must at least possess the characteristic data and have a long lifespan, and it is important that they can be reused while maintaining high quality. With the production of circular building materials, an attempt is made to quickly supply the market. By doing so, these materials can be reused in the future. In our opinion, much will be built in 20 years using recycled material. The shortage that arises due to building with used materials will need to be filled with bio-based and cradle-to-cradle building materials.

With a material passport, all materials present in a building are described. The most important data included in a passport is as follows:

- Name and address details of the structure;
- Material properties;
- Assembly and disassembly manuals;
- Material certifications, warranty certificates and quality marks;
- Recycling method for returning raw materials to the proper process.

The materials passports are currently in full development; however, those that exist today are rarely applied. The government can stimulate the use of a materials passport by requiring the delivery of a materials passport with the construction of new buildings. It is expected that the government will decide on this by 2020 at the latest. We advise Burgland Bouw to begin using a materials passport for the request of circular construction. This will also result in extra points for the tender, increasing the likelihood that the project can be realized by Burgland Bouw. To help Burgland Bouw follow the proper direction, we have prepared a format for a materials passport.

Building methodology

This study considered modular construction as a possible building methodology. Modular construction can offer a solution in a circular economy. Modular construction in a circular economy means that materials are used that can be reused in a responsible manner. Thus, the materials are easily detachable and replaceable at the production level. Bigger is therefore not necessarily better. By building modularly in the layers of Steward Brand, an optimum lifespan can be achieved for every product used. If a layer no longer delivers the desired functional or technical performance, only that layer must be replaced. Our advice to Burgland Bouw is to study the possibilities for detachable and replaceable materials at the product level in every future project. By discussing the usefulness and necessity of this with the client, it can be determined whether this is implemented in the project.

When applying used materials, it is necessary to comply with applicable law and regulations. If used materials are purchased for the construction of new buildings, these materials are put on the market again. If a used product is placed on the market and is classified under the harmonized standard, it will need to be provided by the economic operator using a CE marking with a declaration of performance. The European Organization for Technical Assessment (EOTA) makes it possible to request a CE marking. A used material can be re-inspected by a *technical assessment body* (TAB) that has been approved by the European Technical Assessment (ETA). Examples of TABs in the Netherlands are the KIWA, SKH or TUV. When purchasing used materials, it would be most practical for Burgland Bouw that these products have already been re-inspected and provided with CE marking with performance declarations. If that is not the case, these products will still need to be inspected by a TAB before Burgland Bouw can use these materials.

Based on the results of our research, it appears that Burgland Bouw can preserve contracts from public authorities in the near future, provided that Burgland Bouw adopts our recommendations and closely monitors the coming developments.

Leeswijzer

Deze leeswijzer geeft een overzicht van de 16 hoofdstukken die behandeld worden in deze chronologisch opgebouwde scriptie.

In hoofdstuk 1 wordt in de inleiding uitgelegd waarom we voor dit onderwerp hebben gekozen en wat het uiteindelijke doel van dit onderzoek is. De begrippenlijst in hoofdstuk 2 vormt een toelichting op de begrippen die in deze scriptie genoemd zijn.

In hoofdstuk 3 geven we onze definitie van circulair bouwen. Deze definitie hebben we opgesteld aan de hand van relevante literatuur. Hoofdstuk 4 beschrijft de onderzoeksmethode. Hierbij zijn de hoofd- en deelvragen, afbakeningen en een introductie van de geïnterviewde meegenomen.

In hoofdstuk 5 wordt deelvraag 1 beantwoord. Deelvraag 1 beschrijft de verandering van het traditionele bouwproces naar het circulaire bouwproces.

In hoofdstuk 6 wordt deelvraag 2 beantwoord. Deelvraag 2 presenteert de mogelijkheden met betrekking tot de meetbaarheid van circulariteit.

In hoofdstuk 7 wordt deelvraag 3 beantwoord. Deelvraag 3 geeft antwoord op welke veranderingen gaan plaatsvinden met betrekking tot materiaalgebruik.

In hoofdstuk 8 wordt deelvraag 4 beantwoord. Deelvraag 4 gaat in op de behoefte aan een *materiaalpaspoort* in een circulaire economie.

In hoofdstuk 9 wordt deelvraag 5 beantwoord. Het antwoord op deelvraag 5 geeft aan of modulair bouwen een uitkomst kan bieden bij circulair bouwen.

In hoofdstuk 10 wordt deelvraag 6 beantwoord. Deelvraag 6 geeft antwoord op hoe *hoogwaardig hergebruik* kan worden gerealiseerd in een circulaire economie.

Hoofdstuk 11 bevat de conclusie van onze deelvragen die samen onze hoofdvraag beantwoorden. In hoofdstuk 12 wordt een scenario geschetst met de aanbevelingen voor Burgland Bouw op de langere termijn om deze conclusie vorm te geven. Hoofdstuk 13 bevat de discussie. In dit hoofdstuk hebben we kunnen aangeven wat we liever op een andere manier hadden gedaan. In hoofdstuk 14 staat een nawoord en hoofdstuk 15 geeft de figuren en tabellen overzichtelijk weer in een lijst. Hoofdstuk 16 bevat de bijlagen. In de bijlagen zijn alle stukken opgenomen die aan dit eindresultaat hebben bijgedragen.

Tabel 1: Overzicht bijlage (Smits,2019)

Bijlagen A. hoofdverslag

- A1. Bijlage. Literatuurstudie
- A2. Bijlage. Deelvraag 1 Bouwproces
- A3. Bijlage. Deelvraag 2 Meetinstrument
- A4. Bijlage. Deelvraag 3 Materialen
- A5. Bijlage. Deelvraag 4 Materiaalpaspoorten
- A6. Bijlage. Deelvraag 5 Bouwmethodiek
- A7. Bijlage. Deelvraag 6 Hergebruik
- A8. Bijlage. Samengevoegde interviews

Bijlagen B. proces

- B1. Bijlage. Plan van Aanpak
- B2. Bijlage. Agenda's en notulen
- B3. Bijlage. Urenverantwoording
- B4. Bijlage. Reflecties
- B5. Bijlage. Beoordeling

Inhoudsopgave

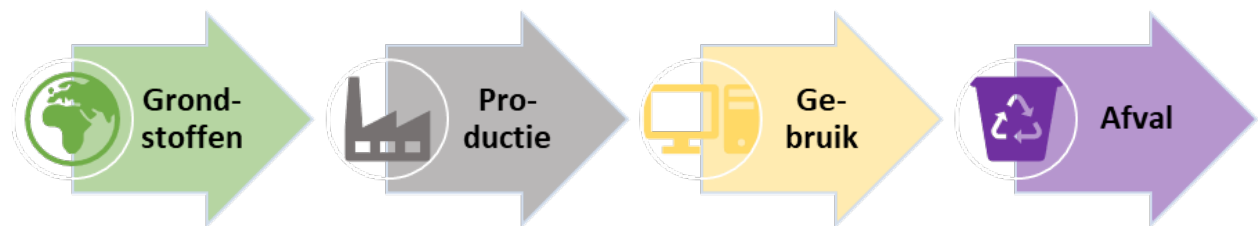
1	Inleiding	11
1.1	Probleemstelling	12
1.2	Doelstelling	12
2	Begrippenlijst.....	13
3	Circulaire economie	15
3.1	Definitie circulaire bouweconomie.....	15
4	Onderzoek	17
4.1	Methodologie.....	17
4.2	Hoofd- en deelvragen.....	18
4.3	Afbakening	19
4.4	Interviews.....	20
5	Deelvraag 1.....	21
5.1	Algemene gegevens.	21
5.2	Resultaten deelvraag	21
5.3	Conclusie	24
6	Deelvraag 2.....	25
6.1	Algemene gegevens	25
6.2	Resultaten deelvraag	25
6.3	Conclusie	27
7	Deelvraag 3.....	28
7.1	Algemene gegevens	28
7.2	Resultaten deelvraag	28
7.3	Conclusie	31
8	Deelvraag 4.....	32
8.1	Algemene gegevens	32
8.2	Resultaten deelvraag	32
8.3	Conclusie	35
9	Deelvraag 5.....	36
9.1	Algemene gegevens	36
9.2	Resultaten van het onderzoek.....	36
9.3	Conclusie	39

10	Deelvraag 6	40
10.1	<i>Algemene gegevens</i>	40
10.2	<i>Resultaten van het onderzoek.....</i>	40
10.3	<i>Conclusie</i>	43
11	Conclusie hoofdvraag.....	44
12	Scenario-utiliteitsbouw	46
13	Aanbevelingen	49
14	Discussie	51
15	Nawoord.....	53
16	Figuren- en tabellenlijst	54
17	Bibliografie.....	55
18	Bijlagen	56

1 Inleiding

Aanleiding/achtergrond

De industriële economie is nooit geëvolueerd uit het fundamentele kenmerk: het lineaire model van hulpbronnenverbruik dat het delving-produceren-weggooien-patroon volgt (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Sinds de industriële revolutie was er ook geen behoefte aan een ander model. De grondstoffen waren goedkoop en leken onuitputtelijk. Dit heeft uiteindelijk ervoor gezorgd dat de producten werden gestort op vuilnisbelten, met milieuschade als gevolg.



Figuur 2: De lineaire economie (Remkes, 2019)

Het andere probleem is de uitputting van nieuwe materialen door de winning en het weggooien van deze materialen. Dit komt doordat nieuwe materialen nog steeds goedkoper zijn dan het hergebruiken of recycelen van materialen.

Tijdens de 20e eeuw is de groeiende wereldbevolking 34 keer zo veel materialen gaan gebruiken, 12 keer zo veel fossiele brandstoffen, 27 keer zo veel mineralen en 3,6 keer zo veel biomassa. De hoeveelheid natuurlijke hulpbronnen die door de mensheid consumeert wordt, zoals water, energie, grondstoffen en vruchtbaar land, stijgt nog steeds in rap tempo. Daarnaast wordt ons milieu belast, nemen bosarealen en visvoorraden af en sterven dier- en plantensoorten uit. De belangrijkste oorzaak hiervan is de groeiende wereldbevolking. Een verdrievoudiging van het mondiale materiaalgebruik in 2050 is een reële verwachting.

De uitdaging die voor ons ligt is een transitie naar een circulaire samenleving en een economisch systeem dat op significante wijze bijdraagt aan deze ont koppeling van grondstoffen. Deze ont koppeling moet vorm krijgen door de transitie van een lineaire gebruikseconomie naar een circulaire economie.

De bouw (jaarlijks goed voor circa 7% van het bruto nationaal product) speelt een cruciale rol in dit proces. Onze gebouwen (woningen en utiliteitsbouw) en infrastructuur (zoals wegen, bruggen, dijken en riolering) bestaan uit grote hoeveelheden (vaak) zware materialen, zoals steen, beton en staal. De winning, bewerking en het transport leiden tot een te hoge belasting van de aarde.



Figuur 3: De circulaire economie (Dr Dragica Marinič, 2002)

Het Rijksbrede programma 'Nederland circulair in 2050' rekent ons voor dat de bouw in Nederland naar schatting 50% van het grondstoffenverbruik voor zijn rekening neemt, evenals 40% van het totale energieverbruik en 30% van het totale waterverbruik. Bovendien bestaat een groot deel van het afval in Nederland uit bouw- en sloopafval en is de sector verantwoordelijk voor circa 35% van de CO₂-uitstoot. Hierbij moet de kanttekening worden geplaatst dat circa 97% van het bouw- en sloopafval wordt hergebruikt, waarvan een belangrijk deel voor laagwaardig toepassingen in de infrasector¹.

1.1 Probleemstelling

De bouwsector kampt met een uitdaging, namelijk: circulair bouwen. De bouwsector heeft jarenlang gewerkt in een lineaire economie. Het einde van de voorraad komt in zicht door jarenlange onttrekking van grondstoffen en daarom moet de sector veranderen. De sector moet transformeren naar een circulaire economie.

De overheid van Nederland heeft voor de sector een transitieagenda gepubliceerd met daarin de richtlijnen voor een *circulaire bouwconomie*. De kennis en vaardigheden die in de transitieagenda genoemd worden laten in de praktijk nog te wensen over. Buiten de koplopers om weten nog onvoldoende bouwbedrijven wat circulair bouwen inhoudt en wat dit met zich meebrengt. De sector moet duidelijk veranderen, maar het is nog onbekend hoe.

Er zit ook nog een behoorlijke vaart achter deze transitie. De overheid heeft aangegeven dat vanaf 2023 alle uitvragen circulair aanbesteed worden. Dat betekent dat bedrijven die met deze aanbestedingen een kans wil blijven maken binnen 4 jaar compleet moeten veranderen.

1.2 Doelstelling

Wij zouden Burgland Bouw met ons afstudeeronderzoek informatie willen verschaffen over de veranderingen die de transitieagenda bouw met zich meebrengt.

Een aannemer die in 2023 nog voor de rijksoverheid wil werken moet meegaan in het circulaire bouwen. Ons afstudeerbedrijf heeft circa 30% van zijn orderportefeuille gevuld met overheidswerken. Burgland Bouw is niet voorbereid op de transitie naar een circulair werkend bouwbedrijf. Momenteel is het bedrijf te druk met bouwen en is er nog onvoldoende kennis van circulair bouwen. Hiermee kan Burgland Bouw werk verliezen en daarom willen wij het bedrijf in beweging krijgen om zich te verdiepen in circulair bouwen. We willen met ons afstudeeronderzoek duidelijk maken wat verandert aan het bouwproces. We zoeken uit welke materialen circulair zijn en waar deze vandaan kunnen komen en als laatste stap onderzoeken we modulair bouwen. Deze onderdelen zorgen gezamenlijk voor een adviesrapport over hoe er vanaf 2023 circulair gebouwd kan worden.

Ons doel is bereikt wanneer Burgland Bouw met ons advies beter voorbereid is op circulaire aanbestedingen in 2023, waardoor het bedrijf zijn overheidswerken kan behouden.

¹ (rijksoverheid, 2015)

2 Begrippenlijst

Adaptiviteit

- De aanpasbaarheid van een ontwerp voor verschillende functies en levenscycli. (Framework, 2019)

Belevingswaarde

- De belevingswaarde van een ruimte heeft betrekking op de mate waarin de gebruiker het verblijf in, of het gebruik van die ruimte als kwalitatief ervaart. (encyclo, 2020)

Biobased bouw materiaal

- Biobased bouw materiaal is hernieuwbaar materiaal van biologische oorsprong. Het is hergroeibaar binnen de levensduur van het product. (Framework, 2019)

Circulaire bouweconomie

- Een economie waarin we niets meer verspillen en bouwen met materialen die goed losmaakbaar en te hergebruiken zijn. (Framework, 2019)

Circulair bouw materiaal

- Circulair bouw materiaal is hoogwaardig bouw materiaal dat is ontwikkeld om meerdere cycli hoogwaardig hergebruikt te worden. Het materiaal kan door recycling terug in de markt worden gebracht (in bijvoorbeeld de grondstof) als het materiaal echt niet meer bruikbaar is. (Framework, 2019)

Circulair mineraal

- Circulair mineraal is een grondstof die wordt gewonnen uit gebruikt, schoon beton. Dit beton wordt vergruisd, zodat drie maten korrelfracties ontstaan. De kleinste fractie is het circulair mineraal, waarin nog 30% actief cement aanwezig is.

Cradle to cradle materialen

- Materiaal dat is gemaakt voor hergebruik in een nieuw product of als grondstof. Het belangrijkste is dat het materiaal niet als afval verdwijnt. (Framework, 2019)

De ladder van Lansink

- De ladder van Lansink is een standaard op het gebied van afvalbeheer. (recycling, 2020)

Demontabiliteit

- Hoe demontabel is een materiaal, product of element. (Framework, 2019)

Functionele levensduur

- De functionele levensduur is de periode waarin het gebouw voldoet aan alle gestelde eisen en wensen van de gebruiker. Deze wensen zijn dynamisch. (Framework, 2019)

Geharmoniseerde norm

- Er zijn Europese geharmoniseerde normen vastgesteld om producten op deze kenmerken te testen en te beoordelen. Hiermee kan er aan de fundamentele eisen voor bouwwerken worden voldaan. De zogenaamde 'essentiële kenmerken' kunnen worden vastgesteld door de prestaties te testen. (pilz, 2020)

Gunningscriteria

- Dit zijn criteria ter beoordeling van de geschiktheid van de inschrijving. (ensie, 2020)

Hoogwaardig hergebruik

- De vrijgekomen grondstof zodanig verwerken, dat het in eenzelfde (of wellicht een betere) toepassing kan worden hergebruikt. (Framework, 2019)

Laagwaardig hergebruik

- Wanneer er van vrijkomend materiaal laagwaardige producten of grondstoffen worden geproduceerd, die een lagere kwaliteit hebben of een lagere functie dienen vergeleken met het oorspronkelijke materiaal. (Framework, 2019)

Levenscyclus

- De aanduiding voor het 'leven' van een product (ontwerp, bouw, gebruik en onderhoud). (Framework, 2019)

Levenscyclusanalyse (LCA)

- De LCA is een methode om de milieubelasting van een materiaal of product te berekenen, waarbij rekening wordt gehouden met alle levensfasen: winning van grondstof, transport, productieproces, toepassing, gebruik, verwijdering en hergebruik. (Framework, 2019)

Materiaalpaspoort

- Een document waarin alle eigenschappen, prestaties, certificaten van een bouw materiaal zijn opgenomen. (Framework, 2019)

Menggranulaat

- Menggranulaat is een mengsel van gebroken bakstenen en betonpuin. Het cement uit het aanwezige beton zorgt voor een hydraulische werking, wat een verharde, bindende werking geeft. (ensie, 2020)

Milieuprestatie gebouwen (MPG)

- De MPG geeft aan wat de milieubelasting is van de materialen die in een gebouw worden toegepast. (Framework, 2019)

Multicyclus-milieu analyses (MCA)

- Zelfde als de LCA, maar in de MCA wordt rekening gehouden met meerdere levenscycli. (Framework, 2019)

Natte verbindingen

- Een natte knoop of natte verbinding is een veelal op de bouwplaats vervaardigde verbinding tussen onderdelen. De natte knoop is een verbinding tussen verschillende elementen om het monolithisch aan elkaar te verbinden. (encyclo, 2020)

Primaire grondstof

- Materialen die uit de natuur worden gewonnen om toegepast te worden als grondstof of bouwstof waarbij dezelfde functie wordt behouden. (Framework, 2019)

Refurbish

- Gebruikte materialen die gerepareerd zijn, waardoor ze voor dezelfde functie hergebruikt kunnen worden. (Framework, 2019)

Secundaire grondstoffen

- Dit zijn herwonnen, herbruikbare grondstoffen. (Framework, 2019)

(Bouw)technische levensduur

- Het tijdsbestek waarin een gebouw of bouwproduct voldoende betrouwbaar is om gewenste functie te vervullen. (Framework, 2019)

Technical Assessment Body (TAB)

- Een technische beoordelingsinstantie (TAB) is aangesteld om binnen de specialisatie van de instanties de technische beoordeling van bouwproducten te verwezenlijken en heeft het recht om Europese technische beoordelingen (ETA's) af te geven. (eota, 2020)

Uniforme meetmethode

- Een meetmethode die gebruikt kan worden voor utiliteits- en woningbouw. (Korbee, 2020)

Verordening bouwproducten (Construction Products Regulation, CPR)

De Verordening bouwproducten is opgesteld om de voorwaarden omtrent bouwproducten geharmoniseerd vast te stellen. Hiermee wordt een eenduidige handwijze binnen de Europese Unie beoogd. (Nen, 2020)

3 Circulaire economie

3.1 Definitie circulaire bouweconomie

De begrippen circulaire economie en circulair bouwen zijn multi-interpretabel. We hebben ervoor gekozen om de definitie van de begrippen te baseren op de kennis die we hebben opgedaan tijdens dit onderzoek. Daarbij gaan we dieper in op wat de circulaire economie inhoudt voor de gebouwde omgeving en wat de cruciale uitgangspunten hiervan zijn.

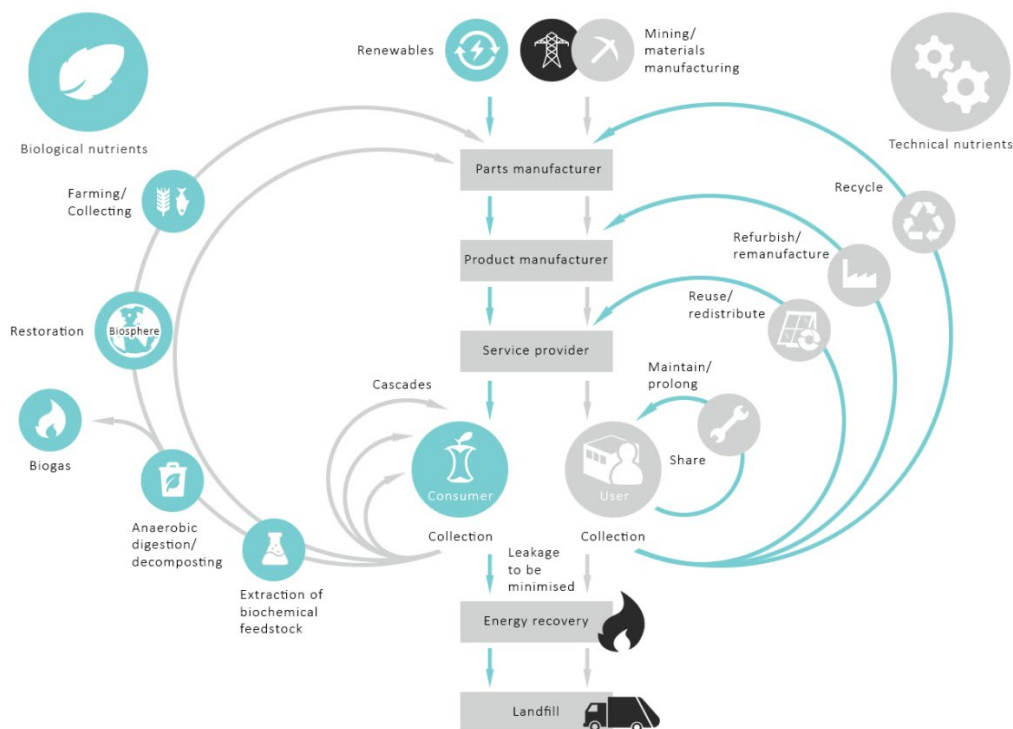
Circulaire economie

Een circulaire economie is een economisch systeem waarbij de grondstoffen die gewonnen worden optimaal worden benut. Het ideaal is om de waarde van de grondstoffen te maximaliseren en de milieudruk op de aarde te minimaliseren. Hierbij moet de toepassing van hernieuwbare bronnen gemaximaliseerd worden.

Circulaire economie voor de gebouwde omgeving

Circulair bouwen betekent voor ons het ontwikkelen, gebruiken en hergebruiken van gebouwen die zich verdelen in een technische en een biologische cyclus, zonder natuurlijke hulpbronnen onnodig uit te putten, de leefomgeving te vervuilen en ecosystemen aan te tasten.

De Ellen MacArthur Foundation (2013) heeft een model opgesteld waarin de cycli van producten worden weergegeven. Het model toont de route van producten in een circulaire economie. Dit model is opgedeeld in een biologische cyclus, het economische model en de technische cyclus.



Figuur 4: The Circular Economy model (Ellen MacArthur Foundation, 2013)

Het midden van het model weergeeft de economische stroming in een circulaire economie. Dit begint bij de delving van grondstoffen en eindigt bij het verbranden of dumpen. In een circulaire economie is het zaak dat de cirkel zo klein mogelijk wordt gemaakt, waardoor het product zo hoog mogelijk kan worden hergebruikt.

De linkerkant van het model vertegenwoordigt de biologische cyclus. Bij een biologische cyclus is het van belang dat de biologische onderdelen kunnen worden teruggebracht in het ecologische systeem. Het ecosysteem kan alsnog uitgeput raken door biologische producten te verbranden, vanwege een tekort aan voedingsstoffen in de aarde.

De rechterkant van het model vertegenwoordigt de technische cyclus. In de technische cyclus wordt beoogd om het gebruik van grondstoffen te minimaliseren. Dit wordt bewerkstelligd door de levensduur van producten te verlengen, waardoor minder materialen nodig zijn, dankzij een slim ontwerp of door de materialen op verschillende manieren te hergebruiken.

4 Onderzoek

4.1 Methodologie

We hebben de lessen onderzoekstechniek gevolgd aan de HAN te Arnhem om een beter beeld te krijgen van de probleemstellingen en onderzoek in het algemeen. Hierdoor zijn de mogelijkheden van onderzoek duidelijk geworden, zodat een goede keuze kon worden gemaakt. Dit onderzoek werd op een kwalitatieve wijze uitgevoerd. We hebben van vier manieren gebruikgemaakt om tot de benodigde data te kunnen komen.

Het exacte probleem is middels een vooronderzoek (literatuurstudie) duidelijk geworden. Onze hoofd- en deelvragen zijn ontstaan uit dit vooronderzoek. We hebben een brede start gemaakt, waarna we steeds specifiekere te werk zijn gegaan.

We hebben ervoor gekozen om de informatie in te winnen middels een desk- en fieldresearch om valide, betrouwbare en reproduceerbare informatie te verzamelen. In de deskresearch is gezocht naar informatie in boeken, rapportages, websites, scripties en vakbladen. Voor de fieldresearch hebben we een aantal specialisten op het gebied van circulariteit benaderd. Bij een aantal experts hebben we ook een interview mogen afnemen. We hebben een semigestructureerd interview afgenomen om tot de kern van het onderwerp te komen. De resultaten uit de desk- en fieldresearch zijn verwerkt in de uitwerking van de deelvragen.

Vooronderzoek (literatuurstudie)

De exacte probleemstelling is middels een vooronderzoek duidelijk geworden. Hiertoe zijn de volgende bestanden bekeken:

- De transitieagenda *circulaire bouweconomie* 2018;
- Beleidsverkenning circulaire economie in de bouw;
- Nederland circulair in 2050.

Dit vooronderzoek heeft ons de essentie van het probleem duidelijk gemaakt. Onze hoofd- en deelvragen zijn geformuleerd aan de hand van de essentie.

Deskresearch

We zijn van start gegaan met een deskresearch om de deelvragen te beantwoorden. In deze deskresearch is per deelvraag de benodigde informatie vergaard. We hebben met sterke zoekwoorden gespeurd naar relevante informatie. Deze informatie is uitgewerkt in een literatuurstudie waaruit een conclusie voortvloeit. De conclusie van de deskresearch maakt onderdeel uit van de beantwoording van een deelvraag.

Fieldresearch

We maken gebruik van een fieldresearch om de informatie uit de deskresearch aan te vullen. Dit kwalitatieve onderzoek is uitgevoerd met behulp van semigestructureerde interviews. Wij hebben gekozen voor semigestructureerde interviews omdat hierdoor telkens dezelfde onderwerpen aan bod komen en wij dieper op de voor ons interessante onderdelen door kunnen vragen. De interviews zijn afgenomen onder specialisten op het gebied van circulariteit en duurzaamheid in de bouw. Er is gekozen om het interview af te nemen onder 7 specialisten uit verschillende facetten van de bouw om een representatief beeld te vormen van de gehele bouwkolom. Deze veelzijdigheid draagt bij aan een betrouwbaar en valide onderzoek. Het is van belang om rekening te houden met het mogelijke eigen ideaal van specialisten in het belang van het bedrijf. Het onderzoek moet immers zo objectief mogelijk uitgevoerd worden. De interviews zijn samenvattend getranscribeerd om de gewonnen informatie vast te leggen. Door de interviews samenvattend te transcriberen is de informatie beter leesbaar en wordt irrelevante informatie vermeden. De essentie is middels open codering aan het licht gekomen, waardoor de verschillende interviews kunnen worden vergeleken.

4.2 Hoofd- en deelvragen

De hoofdvraag luidt: *Met welke bouwtechnische en procesmatige veranderingen betreffende circulair bouwen krijgt Burgland Bouw te maken, door de implementatie van de transitieagenda bouw op de utiliteitsbouw in 2023?*

Deelvraag 1: Willem Rikken

Wat is het effect van de transitieagenda op het huidige bouwproces?

Van traditioneel naar circulair bouwproces

Deelvraag 2: Willem Rikken

Hoe wordt circulariteit meetbaar gemaakt?

Deelvraag 3: Joeri Smits

Met welk type bouwmaterialen wordt er in de nabije toekomst gebouwd?

Deelvraag 4: Joeri Smits

Welke materiaalpaspoorten zijn er op de markt die Burgland Bouw kunnen helpen bij de documentatie van de circulaire materialen?

Deelvraag 5: Lois van Schuppen

In welke mate biedt een modulair bouwsysteem uitkomst voor Burgland Bouw bij de transitie naar een circulaire economie?

Deelvraag 6: Lois van Schuppen

Hoe kan de kwaliteit bij re-montage worden gewaarborgd na demontage van modulaire bouwwerken in het kader van circulariteit?

4.3 Afbakening

Bouwproces: Willem Rikken

Organisatorisch: deelvraag 1 en 2

Afbakening deelvraag 1: Voor deze deelvraag wordt gekeken naar de verandering van het traditionele bouwproces naar het circulair proces. De veranderingen komen kort aan bod aan de hand van een uitleg. Het financiële plaatje wordt oppervlakkig bekeken. Dit betekent dat er wel naar wordt gekeken, maar dat het niet wordt uitgediept. Er wordt gebruikgemaakt van 6 capital's om naar de waarde van circulair bouwen te kijken. Ten slotte wordt voor deze deelvraag bekeken wat de overheid kan doen om circulair bouwen te stimuleren.

Afbakening deelvraag 2: Voor deze deelvraag wordt een onderzoek gestart naar de meetbaarheid van circulariteit. Eerst wordt onderzocht waarom een meetmethode noodzakelijk is. Daarna wordt gezocht naar de verschillende eisen waaraan een gebouw moet voldoen om circulair genoemd te worden. Middels een korte uitleg maken we bekend welke onderdelen niet mogen missen. Daarnaast vergelijken we een aantal bestaande meetmethodes. Ook worden de meetmethodes vergeleken met de door onszelf opgestelde eisen om zo een *uniforme meetmethode* te schetsen.

Bouwmaterialen: Joeri Smits

Bouwtechnisch: deelvraag 3 en 4

Afbakening deelvraag 3: Voor deze deelvraag gaan we op zoek naar de typen circulaire materialen die in de nabije circulaire toekomst gebruikt kunnen worden. We richten ons op de typen die toegepast kunnen worden en definiëren wat deze typen inhouden. Er zijn ook materiaaltypen die niet in een circulaire economie passen: deze worden niet behandeld. De kwaliteitseisen voor hergebruikt materiaal worden behandeld bij deelvraag 6. Aan het eind van het onderzoek schetsen we een toekomstvisie die gebaseerd is op onze mening op basis van het onderzoek.

Afbakening deelvraag 4: Voor deze deelvraag onderzoeken we welke varianten *materiaalpaspoorten* bestaan. De toegevoegde waarde van het materialenpaspoort komt door dit onderzoek aan het licht. Ten slotte hebben we een materialenpaspoort-format opgesteld waar Burgland Bouw mee kan werken. We richten ons met het onderzoek niet op de financiële waarde van het materialenpaspoort, omdat het materialenpaspoort nog te weinig toegepast wordt om de financiële waarde hiervan te kunnen bepalen.

Bouwmethodieken: Lois van Schuppen

Bouwtechnisch: deelvraag 5 en 6

Afbakening deelvraag 5: Het doel van deelvraag 5 is Burgland inzicht te verschaffen in de mate waarin een modulair bouwsysteem uitkomst kan bieden in een circulaire economie. We moeten eerst verduidelijken wat bedoeld wordt met een modulair bouwsysteem in een circulaire economie om dit te kunnen bepalen. Er wordt dus geen onderzoek verricht naar de huidige modulaire bouwsystemen die bedoeld zijn voor een lineaire economie. Wel moet onderzocht worden wat de ontwerpstrategieën zijn voor een circulaire economie en waarmee rekening moet worden gehouden bij modulair bouwen in een circulaire economie. Voor deze deelvraag worden de financiële aspecten aangehaald, maar er vindt geen inhoudelijk onderzoek plaats.

Afbakening deelvraag 6: Middels deelvraag 6 wordt voor Burgland inzichtelijk gemaakt wat de huidige mogelijkheden zijn om bouwproducten te kunnen hergebruiken. De toepassing van de gebruikte materialen wordt onderzocht voor Nederland. Er moet bepaald worden waaraan een product moet voldoen en hoe dit kan worden geborgd. Er wordt een advies uitgebracht voor verschillende materialen die vrijkomen uit huidige bouwwerken op basis van de interviews.

4.4 Interviews

De geïnterviewde specialisten:

Respondent 1 VBI: Dennis Duffels, hoofdverkoop.

- VBI is een fabrikant van prefab kanaalplaatvloeren.

Respondent 2 Reynaers: Theo van der Meijden, Relatiemanager.

Respondent 2 Reynaers: Bart Hellings, Projectadviseur.

- Reynaers kozijnen is een fabrikant van aluminium kozijnen.

Respondent 3 BAM Modulair: Robert Hazeleger, manager conceptontwikkeling.

- BAM modulair is een fabrikant van modulaire installatietechniek.

Respondent 4 Beelen NEXT: Axel Hendriks, commercieel directeur.

- Beelen NEXT is een zusteronderneming van Beelen sloopwerken. Beelen NEXT houdt zich bezig met het circulair slopen van gebouwen en het *hoogwaardig hergebruiken* van materialen.

Respondent 5 Lagemaat: Arend van de Beek, programmamanager digitale transformatie en circulariteit.

- Lagemaat is een sloopbedrijf dat zich bezighoudt met het circulair slopen van gebouwen en het *hoogwaardig hergebruiken* van materialen.

Respondent 6 Alba Concepts: Mike van Vliet, consultant.

- Alba Concepts is een adviesbureau op het gebied van circulaire ontwikkeling en bouwen.

Respondent 7 Burgland Bouw: Hubert van Velden, projectleider.

- Burgland Bouw is een aannemersbedrijf dat zich voor een groot deel bezighoudt met utiliteitsbouw.

5 Deelvraag 1

Wat is het effect van de transitieagenda op het huidige bouwproces?

5.1 Algemene gegevens.

Uit het vooronderzoek is gebleken dat het traditionele bouwproces bij een circulaire economie verandert naar een *circulair bouwproces*. In een circulair bouwproces komt de nadruk meer te liggen op het samen creëren.

Daarom is in dit onderzoek onderzocht wat de verandering naar een circulair proces inhoudt. We dienen het huidige bouwproces te vergelijken met het circulaire proces om antwoord te kunnen geven op deze deelvraag. Vervolgens kijken we wat de overheid kan veranderen om circulair bouwen te stimuleren.

5.2 Resultaten deelvraag

Traditioneel naar circulair proces

In Tabel 1 hebben we de verschillende processen tegen elkaar afgezet om te bepalen in welke mate het traditioneel proces verandert ten opzichte van het circulair proces. Hierdoor wordt in één oogopslag duidelijk wat de verschillen zijn.

Tabel 2: Traditioneel proces vs circulair proces (Rikken, 2019)

Traditioneel proces	Circulair proces
Initiatief	Initiatieffase/circulaire strategie
Haalbaarheidsstudie	Stel ambities op (in plaats van gespecificeerde eisen)
Projectdefinitie	Circulaire aanbesteding
Voorlopig ontwerp	Betrek aannemer en architect erbij
Definitief ontwerp	Ontwerp voor hergebruik
Bestek/ Technisch ontwerp	Voorlopig ontwerp
Aanbesteding	Onderaannemers multidisciplinair team
Uitvoering	Definitief ontwerp
Oplevering	Integraal moduleren van het gebouw
Gebruiksphase	Materiaalpaspoort
Sloopfase	Financiële mogelijkheden van hergebruik
	Uitvoering
	Langeretermijnvisie
	Oplevering
	Gebruiksphase
	Demontagefase
	Opslagfase
	Hergebruikfase

Stimuleren wet- en regelgeving

We hebben gekeken naar het bouwproces, maar ook naar wat de overheid kan doen om circulair bouwen te stimuleren.

- *Gunningscriteria*

Er kan op circulariteit worden aanbesteed door nieuwe *gunningscriteria* te introduceren: 'laagste kosten, op basis van kosteneffectiviteit'. Het creëert concurrentie op het gebied van circulariteit wanneer een aanbesteder kwaliteitspunten scoort op circulariteit. Deze concurrentie komt de bouwkundige innovatie ten goede. De overheid kan hier een hele belangrijke rol in spelen door de overheidsaanvragen al circulair aan te vragen.

- *Levenscyclus*

De *levenscyclus* kan worden gebruikt als *gunningscriterium*. In de traditionele bouw wordt meestal met materialen gebouwd die maar één *levenscyclus* mee gaan, waardoor het gebouw na deze *levenscyclus* in de meeste gevallen wordt gesloopt. Een circulair gebouw heeft een veel grotere restwaarde dan een traditioneel gebouw, omdat de materialen kunnen worden doorverkocht voor meerdere levenscycli. Een circulair gebouw kan ook *adaptief ontworpen* zijn. Hierdoor is de markt waarop het gebouw verkocht kan worden veel groter.

- *Milieuprestatie gebouwen*

Een andere manier om bouwend Nederland te stimuleren is de eisen voor de *milieuprestatiegebouwen* (MPG) aanscherpen. Bij de beoordeling van de *milieuprestatie* van materialen of producten wordt veel gebruikgemaakt van de *levenscyclusanalyse* (LCA). Bij een LCA wordt alleen gekeken naar de milieugevolgen van het gebruik van een product van de wieg tot het graf, en niet naar meerdere *levenscycli*. De LCA houdt ook geen rekening met het *laagwaardig* en *hoogwaardig* recyclen van sloopafval. De LCA verandert in de multicyclus-milieuanalyses (MCA) door wel rekening te houden met deze zaken. Deze analyse houdt rekening met de verschillende cyclussen die de circulaire economie met zich meebrengt.

- Verplichten tot gebruik van percentages *secundaire grondstoffen*

De overheid kan verplichten dat er een aantal procent *secundaire grondstoffen* gebruikt moet worden. Een dergelijk percentage zegt niets over de manier waarop de materialen worden toegepast (*laagwaardig* of *hoogwaardig*). Het percentage hergebruik binnen het bouw- en sloopafval ligt in Nederland hoger dan de Europese streefcijfers. In Nederland ligt het percentage op 95% en hiervan wordt het grootste deel *laagwaardig hergebruikt*. *Laagwaardig hergebruikt* materiaal wordt vooral verwerkt in *menggranulaat* voor fundering onder het wegennet. Het zou vanuit een circulariteitsoogpunt veel beter zijn om materialen afkomstig van gebouwen te gebruiken als bouw materiaal voor woningbouw of andere gebouwen, zodat een *hoogwaardiger hergebruik* wordt bereikt. De huidige praktijk laat zien dat slechts een klein percentage van alle bouwmaterialen voor de bouw van een bouwwerk (<3%) een gerecyclede grondstof is. Er zou een circulariteitsmeetinstrument moeten komen om het niveau van circulariteit te kunnen toetsen, indien een bepaald aandeel *secundaire grondstoffen* in de bouw verplicht wordt. Het meetinstrument wordt verder toegelicht bij deelvraag 2.

Circulair bouwen heeft meer waarde dan alleen financiële waarde. Tabel 2 toont de verschillende soorten waarde van circulair bouwen aan de hand van de 6 *capital's*.

Tabel 3: 6 capital's (Rikken, 2019)

Financiële waarde		Intellectuele waarde		Gefabriceerde waarde	
14% tot 24% duurder	-	behouden van overheidswerken	++	restwaarde	0
dan traditioneel		onderscheiden	+		
arbeid is relatief duur	-	specialiseren	+		
geen volwaardige markt	0				
Menselijke waarde		Sociale waarde		Natuurlijk waarde	
bewust maken	--	banen creëren	++	minder grondstoffen	++
		werkplekken voor mensen met		minder afval	++
		een achterstand op de arbeidsmarkt	++		

- Stimulansen voor de circulaire economie vanuit de geïnterviewden

We hebben de geïnterviewden gevraagd wat goede stimulansen zouden zijn om te beginnen met circulair bouwen. Vijf van de zeven geïnterviewden pleiten voor de verplichting van circulair bouwen. In ieder geval moeten de overheidsaanvragen en de regels voor circulair bouwen aanscherpt worden, bijvoorbeeld door middel van de MPG. Vijf van de zeven geïnterviewden pleiten voor meer ruimte binnen de regels voor interpellatie: "circulair bouwen is niet zwart-wit" aldus de geïnterviewden. Eén geïnterviewde pleit voor de inmenging van banken om zo een circulaire leaseconstructie op te zetten.

- Toekomst van circulaire opslag vanuit de geïnterviewden

We vroegen de geïnterviewden waar ze denken dat gebruikte materialen worden opgeslagen met het oog op hergebruik. Er waren vier opties die het meest voor de hand liggen:

- De materialen worden opgeslagen bij de slopers die daardoor ook materiaalleveranciers worden;
- De materialen worden direct opnieuw toegepast. Hiervoor moet vraag-en-aanbod wel worden verbeterd;
- De materialen worden teruggebracht tot de grondstof en daarna weer hergebruikt;
- De materialen worden in greenbouwhubs opgeslagen.

- Mogelijke bedreigingen voor de circulaire economie van uit de gedachten van de geïnterviewden

We vroegen de geïnterviewden ook naar de uitdagingen en bedreigingen voor de circulaire bouweconomie. Zij gaven de volgende punten:

- De huidige werkdruk ligt te hoog om goed circulair te bouwen;
- Er is nog te weinig bewustwording onder opdrachtgevers en werknemers;
- De vraag naar circulaire materialen moet beter worden gekoppeld aan het aanbod;
- Het prijsverschil tussen circulaire materialen en nieuwe materialen is te groot;
- Niet langer meer planmatig maar seriematig bouwen;
- Arbeid is relatief duur.

De verschillende sloopbedrijven gaven aan dat ze mogelijk een bedreiging worden voor Burgland Bouw. Eén van deze slopers gaf aan circulaire projecten zelf te gaan realiseren als Burgland Bouw niet aansluit bij de circulaire transitie. Dit is dus een bedreiging voor Burgland Bouw. De andere sloper gaf aan geen bedreiging te zijn voor Burgland Bouw, maar wel voor de leveranciers. Burgland Bouw geeft zelf aan dat de slopers een bedreiging vormen als ze niet aanhaken bij het circulaire vraagstuk.

5.3 Conclusie

Het antwoord op de vraag: *Wat is het effect van de transitieagenda op het huidige bouwproces?*:

De verwachting is dat de huidige taken binnen het bouwproces veranderen zoals Tabel 1 weergeeft. De huidige eisen in een aanvraag veranderen in ambities om te voorkomen dat innovatieve oplossingen worden uitgesloten. Het werk wordt niet langer meer gegund op laagste prijs, maar op laagste kosten op basis van kosteneffectiviteit, zoals circulariteit. De architect en de aannemer schrijven niet langer alleen de producten voor. De leveranciers moeten ook vroeg bij het proces worden betrokken om mee te denken over het gebruik van circulaire producten. Circulaire materialen verzamelen of ontwikkelen kost tijd, dus op het laatste moment nog naar de bouwmarkt gaan is verleden tijd. In de ontwerpfase wordt al rekening gehouden met hergebruik. Dit wordt allemaal opgenomen in een *materiaalpaspoort* (zie deelvraag 4, hoofdstuk 8) met een langetermijnvisie. In de demontagefase komen de materialen weer vrij voor nieuw gebruik.

De overheid kan inspelen op de volgende punten om circulair bouwen te stimuleren:

- *Gunningscriteria* aanpassen op circulariteit;
- De *MPG* aanscherpen op circulariteit;
- Het gebruik van een bepaald percentage *secundaire grondstoffen* verplichten.

Wij denken dat de overheid een percentage *secundaire grondstoffen* gaat verplichten in de nabije toekomst om zo de circulaire materiaalstroom op gang te helpen. Hierdoor wordt de druk op de primaire grondstoffen gereduceerd.

6 Deelvraag 2

Hoe wordt circulariteit meetbaar gemaakt?

6.1 Algemene gegevens

Uit het vooronderzoek is gebleken dat er behoefte is om circulariteit meetbaar te maken. We dienen te onderzoeken welke factoren invloed hebben op de circulariteit van een gebouw om antwoord te kunnen geven op deze deelvraag. Vervolgens onderzoeken we de bestaande meetinstrumenten en toetsen deze aan de onderzochten factoren.

6.2 Resultaten deelvraag

De resultaten die we uit dit onderzoek kunnen opmaken, leveren tevens het antwoord op de deelvraag: *Hoe wordt circulariteit meetbaar gemaakt?* We hebben achterhaald dat er op de markt vraag is naar een *uniforme meetmethode*. In deze paragraaf hebben we de verschillende conclusies van dit onderzoek opgesomd met het antwoord op de deelvraag.

Uitkomst interviews

Hier hebben de meeste geïnterviewden geen duidelijk antwoord op. Alleen Alba Concepts maakt gebruik van een meetmethode, namelijk de Building Circularity Index (BCI). Veel geïnterviewden zijn wel op zoek naar een manier om circulariteit te meten en uit te drukken. Zo heeft BAM Modulair bijvoorbeeld een manifest ontwikkeld, kijkt Beelen NEXT naar de *Ladder van Lansink* en heeft VBI het Greenscore-initiatief. Dit geeft aan dat de markt bezig is met de ontwikkeling van tools om circulariteit uit te drukken. Volgens Reynaers en de BAM zijn er op dit moment te veel tools om circulariteit te meten. Deze tools kennen in grote lijnen dezelfde factoren, maar de weging van bepaalde factoren verschilt sterk. Hier haakt Burgland Bouw op in door te stellen dat er een gelijk speelveld moet worden gecreëerd. Alle geïnterviewden geven aan dat er een *uniforme meetmethode* moet komen voor de bouwers, maar ook voor de opdrachtgevers. Zo geeft de VBI ook aan dat er een circulariteitslabel moet komen, zodat de consument in een oogopslag ziet hoe circulair een woning of gebouw is. Volgens Reynaers komt BREEAM op het moment het dichtst bij een *uniforme meetmethode*. Beelen geeft aan dat het *hoogwaardig hergebruiken* van gedemonteerde materialen een belangrijke eis moet zijn in de meetmethode. Lagemaat geeft aan nog niet bezig te zijn met een meetmethode. Het bedrijf wil eerst zoveel mogelijk resultaat boeken door de cirkels te verkleinen en de producten *hoogwaardig te hergebruiken*. Lagemaat kijkt al wel naar meetinstrumenten en ziet de meeste toekomst in de BCI-methode, ontwikkeld door Alba Concepts.

Uniforme meetmethode

Uit de literatuurstudie is naar voren gekomen dat er op de markt een grote vraag is naar een *uniforme meetmethode* om de mate van circulariteit te beoordelen. Op het moment zijn er meerdere partijen die hier op diverse manieren invulling aan proberen te geven. De markt en de overheid hebben allebei belang bij een *uniforme meetmethode*. De meetmethode moet duidelijkheid scheppen bij de vermindering van de milieubelasting. Dit is dan ook een gedeeld probleem. Dit betekent dat een eenduidige taal moet worden gesproken als het om circulariteit gaat: alleen dan wordt over hetzelfde meetniveau gesproken. Als dit bereikt is, dan kan ook de kwaliteit gewaarborgd worden. Alle betrokken partijen zoals ontwerpers, leveranciers, eigenaren, demonteurs, onderhoudsdiensten en de overheid moeten samenwerken om gezamenlijk tot een *uniforme meetmethode* te komen. Binnen de huidige meetmethodes bestaan nog enkele valkuilen die opgelost moeten worden om tot een *uniforme meetmethode* te komen. Zo moet het duidelijk zijn wat onder circulair bouwen valt en wat niet. De meeste vragen zijn nog multi-interpretabel. Er wordt nog te weinig getoetst op *demontabiliteit* en *adaptiviteit*. De buitenwereld moet ervan op de hoogte worden gesteld dat het product al gebruikt kan worden, maar dat het nog in de ontwikkelingsfase zit.

Eisen meetbaarheid

We hebben een lijst opgesteld met eisen waarop volgens ons getoetst moet worden om circulariteit meetbaar te maken (zie Tabel 3). We zijn tot deze lijst gekomen door ons onderzoek en de interviews met verschillende experts uit de bouwsector.

Tabel 4: Eisen meetbaarheid (Rikken, 2019)

	Omschrijving
Afval	Beperken afval en hergebruik
Adaptiviteit	Verwerken van bouwkundige veranderingen in tijd en hergebruik
Belevingswaarde	Comfort van het gebouw
Energie	Energiezuinig en duurzame energie
Gebruikskwaliteit	Toegankelijkheid van het gebouw
Materiaal	Milieu- en onderhoudsvriendelijk herbruikbaar
Landgebruik	Nuttig gebruik en integratie met omgeving
Vervuiling	Klimaatverandering, water, lucht en bodem
Gezondheid	Licht, lucht, warmte, geluid en toegankelijkheid
Transport	Lengte van transport: waar komt het vandaan
Materiaalstroom	Vraag en aanbod naar elkaar toebrengen
Management	Communicatie omgeving en integraal proces/prestatieborging
Informatie	Delen kennis tijdens proces en informatie over duurzaam bouwen
Losmaakbaarheid	Elementen makkelijk te scheiden
Secundair materiaal	Wordt er secundair materiaal gebruikt
Toekomstwaarde	Restwaarde gebouw/materialen
Water	Verbruik en recycling van water

Huidige meetinstrumenten

We hebben een aantal meetmethodes verder onderzocht en in een multicriteria-tabel gezet om te achterhalen hoe de geïnterviewden denken over onze eisen en elkaars eisen (zie Tabel 4). De verschillende eisen moeten later een puntensysteem krijgen.

Tabel 5: Multicriteria-tabel meetmethodes (Rikken, 2019)

	Omschrijving	BREEAM-NL	GPR/CPG	BCI	Platform CB'23
Afval	Beperken afval en hergebruik	X	X	X	X
Adaptiviteit	Verwerken van bouwkundige veranderingen in tijd en hergebruik	X	X	X	
Belevingswaarde	Comfort van het gebouw				
Energie	Energiezuinig en duurzame energie	X	X		X
Gebruikskwaliteit	Toegankelijkheid van het gebouw		X		
Materiaal	Milieu- en onderhoudsvriendelijk herbruikbaar	X	X	X	X
Landgebruik	Nuttig gebruik en integratie met omgeving	X	X		X
Vervuiling	Klimaatverandering, water, lucht en bodem	X	X	X	X
Gezondheid	Licht, lucht, warmte, geluid en toegankelijkheid	X		X	X
Transport	Lengte van transport: waar komt het vandaan	X			
Materiaal stroom	Vraag en aanbod naar elkaar toebrengen				
Management	Communicatie omgeving en integraal proces/prestatieborging	X			
Informatie	Delen kennis tijdens proces en informatie over duurzaam bouwen	X			X
Losmaakbaarheid	Elementen makkelijk te scheiden		X	X	
Secundair materiaal	Wordt er secundair materiaal gebruikt		X	X	X
Toekomstwaarde	Restwaarde gebouw/materialen	X		X	
Water	Verbruik en recycling van water	X	X		X

De uitkomsten uit Tabel 4 geven aan dat de BREEAM-NL-meetmethode de meeste punten scoort uit onze opgestelde eisenlijst. Echter, Platform CB'23 is nog in ontwikkeling. Geen enkele meetmethode doet iets om het 'vraag en aanbod' op elkaar af te stemmen. Dit is volgens ons een gemiste kans. De secundaire materiaalstroom komt ook op gang door dat inzichtelijk te maken, en daarmee de *circulaire bouweconomie*.

BREEAM-NL: Volgens ons komt BREEAM-NL momenteel het dichtste bij een *uniforme meetmethode* waarbij alles wordt meegenomen. Volgens ons moet daar nog wel iets aan toegevoegd worden, zoals: losmaakbaarheid, secundair materiaal, materiaalstroom en *belevingswaarde*. Volgens het onderzoek is BREEAM-NL op het moment het volledigst in vergelijking met andere meetmethodes.

BCI: De BCI is een tool om te testen of aan de richtlijnen van circulair bouwen wordt voldaan. Het is geen *uniforme meetmethode*, omdat de opdrachtgever zelf de eisen mag stellen. Wij denken dat in de toekomst bedrijven zoals Alba Concepts kunnen worden ingehuurd voor advies over de stappen om een uniform circulariteitscertificaat te behalen. Een pluspunt van de BCI is de factor losmaakbaarheid. Dit is volgens het onderzoek een belangrijk onderdeel van de circulaire bouw.

GPR/CPG: De CirculariteitsPrestatie gebouw (CPG) is een tool om de Gemeentelijke Praktijk Richtlijn (GPR) voor duurzaam bouwen te vertalen naar een rapportcijfer. De GPR is een meetmethode om inzicht te krijgen in de duurzaamheid van een gebouw. In deze meetmethode missen we transport en *belevingswaarde*. Een pluspunt van de GPR is het gebruik van secundaire materialen. Dit is volgens het onderzoek een belangrijk onderdeel van de circulaire bouw.

Platform CB'23: Wij denken dat Platform CB'23 de meeste potentie heeft om de *uniforme meetmethode* te worden, omdat de methode nog in ontwikkeling is en met verschillende sectoren wordt samengesteld. Zo wordt de meetmethode door en voor de bouwspecialisten gemaakt die weten wat de huidige meetmethodes missen.

6.3 Conclusie

Het antwoord op de vraag: Hoe wordt circulariteit meetbaar gemaakt? is:

Er moet eerst worden verhelderd wat onder circulariteit valt om zo verwarring te voorkomen en circulariteit meetbaar te maken. Hierna moeten duurzaamheids- en circulariteitspunten worden opgesteld waarop getoetst kan worden. De weging van de verschillende punten moet vastliggen om een gelijk speelveld te creëren.

Op het moment zijn er veel verschillende meetinstrumenten om circulariteit te meten. Deze verschillen onderling. We missen bij veel bestaande meetinstrumenten de *belevingswaarde*, de matching van vraag en aanbod en de toekomstwaarde van een gebouw.

BREEAM-NL is naar onze mening het dichtst bij een *uniforme meetmethode*, maar Platform CB'23 is naar onze mening de toekomstige *uniforme meetmethode*. Deze mening baseren we op de interviews en de literatuurstudie. Een sterk punt van Platform CB'23 is volgens ons de betrokkenheid van verschillende specialisten uit de bouwsector. Hierdoor wordt de meetmethode gemaakt door mensen die er zelf mee moeten werken. Een ander sterk punt is dat het nog in ontwikkeling is en niets vastligt, waardoor aanpassingen eenvoudiger kunnen worden doorgevoerd. In juli 2020 presenteert Platform CB'23 de bevindingen.

7 Deelvraag 3

Met welk type bouwmaterialen wordt in de nabije toekomst gebouwd?

7.1 Algemene gegevens

Deelvraag 3 behelst het onderzoek naar het toekomstige type bouwmaterialen. Het onderzoek bevat enkele onderdelen waarvan wij vinden dat deze niet mogen ontbreken. De volgende onderdelen worden onderzocht: het gebruik van de huidige bouwmaterialen, maar vooral de materialen die gebruikt kunnen worden in een *circulaire bouweconomie*.

7.2 Resultaten deelvraag

Uit het vooronderzoek is gebleken dat momenteel alleen projectmatig circulair wordt gebouwd. Wanneer een opdrachtgever echt de ambitie heeft om circulair te bouwen, wordt het gedaan. De materialenstroom is nog niet op gang, omdat we circulariteit nog niet seriematig toepassen. Veel bedrijven en organisaties zouden best circulair willen bouwen, maar er is een gebrek aan kennis. In het onderzoek is duidelijk naar voren gekomen welke materialen uitermate geschikt zijn voor de bouw van een circulair bouwwerk. De vijf materialen die in de nabije toekomst gebruikt kunnen worden in een circulair utiliteitsbouwwerk zijn:

- *Biobased* materialen;
- Gebruikte materialen;
- Gerecyclede materialen;
- *Cradle to Cradle* materialen;
- Gerepareerde materialen.

Biobased materiaal

In de huidige situatie wordt onopgemerkt al veel met *biobased* bouw materiaal gewerkt. Hout is een *biobased* materiaal, mits duurzaam gekapt en aantoonbaar middels het FSC-keurmerk. Hierdoor wordt het ecosysteem niet aangetast en worden geen primaire grondstoffen uitgeput. Uit onderzoek is gebleken dat de meest verantwoorde vorm *biobased* materiaal is wanneer nieuwe materialen geproduceerd moeten worden. De reden hiervoor is dat hernieuwbare grondstoffen geen ecosystemen aantasten. Een bijkomend voordeel is dat de consument toch nieuwe materialen kan blijven gebruiken.

Uit het onderzoek is gebleken dat steeds meer producenten zich verantwoordelijk voelen voor hoogwaardige toepassing van de materialen. Steeds meer leveranciers ontwikkelen bouwmaterialen die gemaakt zijn van hernieuwbare grondstoffen. Ze zien in dat producten die gebruikmaken van uitputtende grondstoffen binnen no-time onverkoopbaar worden.

Biobased bouwproducten die momenteel al geleverd kunnen worden zijn bijvoorbeeld:

- FSC- en KOMO-gecertificeerde houtproducten: balkhout, regelwerk, onderdelen voor houtskeletbouw, houten kanaalplaatvloeren, cross laminated timberpanelen;
- Plaatmaterialen bestaande uit *biobased* vezels: bagassevezelplaat, vlaspaaanplaat, ecoboards, stropanelen;
- Isolatiematerialen: biofoam isolatieplaten, gerecycled textielisolatie, hennepvezel isolatieplaten, kurkisolatieplaten, schaapswolisolatie;
- *Biobased* beton: hennepbeton gevelementen, hennepbeton funderingsstroken, hennepbeton binnenwanden.

Volledig *biobased* bouwen is mogelijk, maar past niet altijd binnen de prestaties die wenselijk zijn. We voegen dan ook andere soorten materiaal toe bij de realisatie van een bouwwerk. Een gedeelte van deze materialen bestaat uit gebruikte materialen. Het onderzoek heeft uitgewezen dat een consument in de toekomst wellicht genoeg moet nemen met gebruikt bouw materiaal.

Gebruikt materiaal

In de gebouwde omgeving zijn veel toekomstige bouwmaterialen opgeslagen. De vraag naar gebruikt materiaal zal snel stijgen. Dit komt door de transitie naar een circulaire economie, waarin materialen hoogwaardig worden toegepast. Er kan een afzetmarkt voor de materialen gecreëerd worden wanneer vroegtijdig bekend wordt gemaakt dat een gebouw gedemonteerd wordt. De materialen worden dan op online platforms aangeboden voor *hoogwaardig hergebruik*. Een gedeelte van gedemonteerd bouw materiaal zal met de demontage nog niet verkocht zijn. Deze materialen moeten veelal opgeslagen worden. Projectmatig kan volledig met gebruikt materiaal worden gebouwd. Seriematig is dit niet mogelijk, omdat er onvoldoende gebruikt materiaal beschikbaar is.

Gerecycled materiaal

Schone materialen (materialen die niet vermengd zijn met andere materialen) kunnen in veel gevallen worden teruggebracht in de grondstof. Nieuwe materialen kunnen worden gemaakt met de grondstoffen die gewonnen worden uit het recycleproces. Circulaire producten kunnen worden gemaakt van de grondstoffen die vrijkomen uit het recycleproces. Bij het ontwerp van de nieuwe producten is het van belang dat ze *hoogwaardig hergebruikt* kunnen worden. Gebruikte materialen worden tegenwoordig niet meer als afval gezien, maar juist als grondstoffen voor een nieuw product. *Circulair mineraal* is een goed voorbeeld van recycling dat in ons onderzoek naar voren kwam.

Cradle to cradle materiaal

Cradle to cradle materialen worden in de circulaire economie vooral gebruikt om het gat op te vullen waar gebruikt of *biobased* materiaal niet kan worden toegepast. *Cradle to cradle* materialen bestaan al een hele tijd. *Cradle to cradle* is een certificering die in vijf gradaties is onderverdeeld (van basis tot en met platina). Uit onderzoek is gebleken dat producenten de ambitie hebben om een zo hoog mogelijke *cradle to cradle* certificering te behalen. *Cradle to cradle* materialen kunnen bestaan uit zowel *primaire* als *secundaire grondstoffen*. De minimale eisen aan een *cradle to cradle* product zijn een lange levensduur en hoogwaardig herbruikbaar in meerdere cycli. De essentie van *cradle to cradle* is het verantwoord omgaan met grondstoffen. Het is van uiterst belang dat een *primaire grondstof* niet in het afvalcircuit terechtkomt.

Gerepareerd bouw materiaal

Materialen die op een hoogwaardigere manier toegepast kunnen worden dan recycling komen in aanmerking voor reparatie. Het 10R-model noemt deze vorm *refurbish*. Het materiaal kan dan dezelfde functie behouden door het te repareren, waardoor het een hoge vorm van *hoogwaardig hergebruik* is. Het product wordt behouden voor de functie, waardoor het geen waardeverlies heeft. We zijn tot de conclusie gekomen dat dit het type materiaal is dat waarschijnlijk het minst wordt ingezet in de toekomst, omdat de reparatie van materialen erg veel tijd kost en hiervoor veel kennis vereist is. Hierdoor wordt het automatisch duur.

Uitkomst interviews

Uit de interviews is duidelijk naar voren gekomen met welke materialen in een circulaire economie gebouwd zal worden. Volgens de geïnterviewden zijn er in de circulaire economie niet voldoende gebruikte materialen beschikbaar om hiermee in de toekomst volledig te kunnen bouwen. Nieuw geproduceerde materialen moeten dus altijd gebruikt blijven worden. Het tekort aan gebruikt materiaal vermindert sterk naarmate de circulaire economie en materiaalstroom op gang komen. Het *materialenpaspoort* vormt een hulpmiddel om gebruikte materialen opnieuw in te zetten (zie deelvraag 4).

In de interviews is verteld dat de sector gaat veranderen op het gebied van bouwmaterialen. Vanaf nu tot de verzadiging van de markt met circulaire materialen, moeten we gebruikmaken van materialen die nog geproduceerd moeten worden. Bij de productie moet worden gelet op een lange levensduur, het moet hoogwaardig herbruikbaar zijn en eenvoudig van elkaar te ontkoppelen zijn. De *secundaire grondstoffen* die gebruikt kunnen worden voor de productie van deze materialen zijn de grondstoffen die veelal uit de te demonteren panden worden gewonnen. Er kan natuurlijk niet alleen met gebruikt materiaal worden gewerkt, omdat er simpelweg een tekort is.

De sector zal vooral gebruikmaken van gebruikt materiaal wanneer de markt verzadigd is met producten die telkens hergebruikt kunnen worden. De gebruikte materialen blijven niet oneindig toepasbaar. Waar eerder een laagwaardige toepassing mogelijk was, is het in de nabije toekomst mogelijk het gebruikte materiaal hoogwaardig in te zetten. Het tekort aan gebruikt bouw materiaal wordt niet opgelost, maar wel sterk verminderd. Er dient altijd *biobased* en *cradle to cradle* materiaal te worden toegevoegd.

Zes van de zeven geïnterviewden zijn van mening dat de circulaire materiaalstroom nog niet op gang is. De belangrijkste reden hiervoor is het principe van vraag en aanbod. Momenteel bestaat een opkomende vraag naar circulaire bouwmaterialen, maar het aanbod gebruikt materiaal is beperkt. De sector kampt ook met het probleem dat voor hergebruik een nette demontage van het bouwwerk vereist is. Hiervoor wordt momenteel geen tijd gereserveerd. Een te slopen pand staat in de weg voor een nieuw te bouwen pand, het nieuw te bouwen pand levert geld op en de mogelijke boeteclausules voor te late oplevering zijn hoog. De sector wil het oude gebouw daarom zo snel mogelijk verwijderd hebben, om zo vroeg mogelijk met de bouw te kunnen starten. Demontagebedrijven proberen de sector te stimuleren en bieden momenteel dubbele offertes aan, waarbij één het circulaire alternatief aanbiedt. Volgens de geïnterviewden wordt de sector pas circulair als er seriematig circulair gebouwd wordt.

7.3 Conclusie

Met welk type bouwmaterialen wordt in de nabije toekomst gebouwd?

De transitie die gepland staat voor de sector zal op het gebied van materialen een behoorlijk impact hebben. Er is lang gebruikgemaakt van allerlei materialen, waarbij de hoeveelheid en afkomst van grondstoffen niet van belang waren. Vandaag de dag zijn we bezig met *circulair bouw materiaal*. Het gebruik van gebruikte circulaire bouwmaterialen is nog niet verplicht, maar die verplichting komt wel. Enkele opdrachtgevers met een voorbeeldfunctie willen momenteel al een circulair pand gerealiseerd hebben. Deze uitdagingen vragen om andere bouwmaterialen. De sector verandert langzaam: koplopende bedrijven hebben al gebouwd met circulaire bouwmaterialen. De circulaire materiaalstroom is momenteel nog niet op gang. Dit is te wijten aan de ontbrekende vraag naar circulaire materialen. De vraag naar materiaal moet stijgen om de circulaire materiaalstroom op gang te krijgen. De circulaire producten worden automatisch meer aangeboden wanneer de vraag stijgt.

Vanaf nu tot de verzadiging van de markt met circulaire materialen moeten we gebruikmaken van materialen die nog geproduceerd moeten worden. De nu nog te produceren circulaire materialen kunnen zowel uit primaire als *secundaire grondstoffen* bestaan. Deze producten zijn zo geproduceerd dat *hoogwaardig hergebruik* mogelijk wordt gemaakt. De nieuwe producten uit gerecycled materiaal kunnen niet alle vraag voorzien. Er worden *biobased* en *cradle to cradle* producten toegevoegd om de sector te voorzien van de benodigde bouwmaterialen. Het is van belang dat alle eigenschappen van een materiaal bekend zijn bij de toepassing van materialen. Dit kan middels een *materialenpaspoort* (zie deelvraag 4). Ook moeten de materialen demontabel, adaptief en modulair worden toegepast. Materialen kunnen alleen hoogwaardig worden hergebruikt als aan alle voorwaarden wordt voldaan.

De sector zal in de toekomst (30 jaar naar verwachting) verzadigd raken met circulaire bouwmaterialen die zich ideaal lenen voor hoogwaardig hergebruik. Deze 30 jaar zullen volledig ingezet moeten worden om het streefdoel van de overheid te halen: een volledig circulair gebouwde omgeving in 2050. De circulaire bouwmaterialen kunnen opnieuw toegepast worden wanneer de sector verzadigd is. Hierdoor hoeft minder nieuw materiaal geprocedeerd te worden. Echter, dit zal de cirkel niet volledig doen sluiten. De toekomstvisie voor een circulaire economie is dat er maximaal gebruik wordt gemaakt van gebruikt materiaal. Er zullen altijd materialen moeten worden toegevoegd om de cirkel rond te krijgen. De materialen die toegevoegd worden zijn hoofdzakelijk *biobased* en *cradle to cradle* materialen. Deze materialen lenen zich voor hergebruik, mits hierover is nagedacht bij het ontwerp. In sommige gevallen is het niet mogelijk om een materiaal meerdere cycli te gebruiken. Bij *cradle to cradle* producten is het zo dat deze dan minimaal hoogwaardig kunnen worden hergebruikt. Een *biobased* materiaal kan mogelijk hoogwaardig worden hergebruikt. Als dit niet mogelijk is, dan zullen deze materialen moeten worden teruggegeven aan de natuur.

8 Deelvraag 4

Welke materiaalpaspoorten zijn er op de markt die Burgland Bouw kunnen helpen bij de documentatie van de circulaire materialen?

8.1 Algemene gegevens

Uit het vooronderzoek is gebleken dat vanuit de sector een vraag bestaat naar *materiaalpaspoorten* om hergebruik te vereenvoudigen. De sector kampt met het probleem dat gebruikte bouwmaterialen niet voldoende hoogwaardig toegepast kunnen worden. Deze toepassing is niet mogelijk, omdat de eigenschappen die juist zo van belang zijn voor *hoogwaardig hergebruik* ontbreken. In dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op het *materiaalpaspoort*. Er is specifiek gezocht naar de verschillende typen *materiaalpaspoorten*, de verschillende vormen *materiaalpaspoorten*, wat de toegevoegde waarde van die paspoorten is en welke informatie van belang is voor het paspoort om het goed te gebruiken.

8.2 Resultaten deelvraag

Er vinden tegenwoordig veel ontwikkelingen plaats omtrent *materiaalpaspoorten*. De belangrijkste onderdelen van het *materiaalpaspoort* zijn in het onderzoek naar voren gekomen.

Wat is de toegevoegde waarde van materiaalpaspoorten?

Materiaalpaspoorten zijn van belang voor de bouwsector. In de nabije toekomst wordt veel gebruikgemaakt van gebruikte materialen, en voor hergebruik is het van belang dat alle eigenschappen, keurmerken en certificaten voorhanden zijn. Juist gebruik van het *materiaalpaspoort* zal voornamelijk zorgen voor:

- waardebehoud van de materialen;
- *hoogwaardig hergebruik* van bouwmaterialen;
- een sterke vermindering van bouwafval;
- een beperking van het gebruik van *primaire grondstoffen*;
- efficiëntere recycling (omdat alle grondstoffen uit de samenstelling bekend zijn);
- eenvoudiger aanbod van gebruikte materialen op een materiaalplatform.

De technische staat en het meerjarig onderhoudsplan van het gebouw kunnen worden toegevoegd aan het paspoort, waardoor alle gegevens van het gebouw in één bestand te vinden zijn.

Materiaalpaspoorten opgesteld in verschillende bouwfasen

Materiaalpaspoorten zijn in vier fasen van een bouwwerk op te stellen. Ieder *materiaalpaspoort* heeft specifieke eigenschappen. Al deze paspoorten hebben hetzelfde einddoel, namelijk hergebruik realiseren. In de volgende vier fasen kan een *materiaalpaspoort* worden opgesteld:

1. *Materiaalpaspoort* opgesteld in de productiefase

Tijdens de initiatieffase worden al data verzameld voor de invulling van het *materiaalpaspoort*. De leveranciers van bouwmaterialen leveren de data van de producten. Hiermee wordt de eerste stap naar het (gebouw)*materiaalpaspoort* gezet. Het materiaal kan op de meest hoogwaardige manier worden hergebruikt wanneer de materiaaleigenschappen in deze fase bekend zijn.

2. *Materiaalpaspoort* opgesteld in de realisatiefase

Bij het ontwerpen van een gebouw worden materialen vergeleken. De gegevens van de toe te passen materialen vormen belangrijke informatie voor het gebouwspaspoort. De eigenschappen van deze materialen moeten worden vastgelegd in een *materiaalpaspoort*.

3. *Materiaalpaspoort* opgesteld in de gebruiksfase

Er kan alsnog een *materiaalpaspoort* worden opgesteld als een bestaand pand al gebruikt wordt. Dit paspoort zal minder specifiek zijn dan het realisatiepaspoort, omdat het in de gebruiksfase wordt opgesteld. In de meeste gevallen zijn weinig gegevens beschikbaar van de bestaande materialen en elementen. In de gebruiksfase kan ook verbouwd of gerenoveerd worden. Deze veranderingen kunnen aan het *materiaalpaspoort* worden toegevoegd.

4. *Materiaalpaspoort* opgesteld in de demontagefase

In de laatste fase van een gebouw kan ervoor worden gekozen om een *materiaalpaspoort* op te stellen om hergebruik te optimaliseren. Dit is het minst specifieke paspoort, met als doel zo veel mogelijk producten terug te winnen voor mogelijk hergebruik.

Belangrijkste gegevens en eigenschappen in een materiaalpaspoort

Het is van belang dat de juiste data voor handen zijn om een *materiaalpaspoort* op te stellen. Uit het onderzoek is gebleken welke gegevens in een *materiaalpaspoort* het meest van belang zijn om het materiaal zo hoogwaardig mogelijk in te kunnen zetten (zie Tabel 5).

Tabel 6: Inhoud materiaalpaspoort volgens ons. Aangepast van Stolk (Smits,2019)

Benodigde gegevens voor een goed materiaalpaspoort	
<i>Informatie over het materiaal</i>	*De NAW-gegevens van het pand waar de materialen in gebruikt zijn incl. bouwjaar, afmetingen (lengte, breedte, hoogte, kuubs, BVO) *De grondstoffen die gebruikt zijn voor de productie van het materiaal *De hoeveelheden grondstoffen *De hoeveelheden materialen in de juiste eenheid *De herkomst van: De grondstoffen - De gebruiksgeschiedenis: hoe vaak is een materiaal gebruikt en hoelang kan het nog worden gebruikt? *De afwerking van het materiaal *De afmetingen van het materiaal (lengte, breedte, hoogte) *De kwaliteit van het materiaal *De milieu-impact van het materiaal i.c.m. het gebouw CO₂ *De attesten, certificaten, garantieverklaringen en keurmerken van het materiaal *De locatie van het materiaal in het gebouw *De hoeveelheid secundaire grondstoffen toegevoegd aan het materiaal
<i>Eigenaarschap</i>	*De eigendomsrechten *De producent en/of leverancier *De eigenaar van het product *Contracten en juridische afspraken over eventuele terugname van materialen
<i>De losmaakbaarheid</i>	*De demonteerbaarheid van de materialen *De montage- en demontagevoorschriften *Het type verbindingen van de materialen
<i>De levensduur</i>	*De levensduur van de materialen *De verwachte levensduur en de huidige leeftijd
<i>Datadeling</i>	*Mogelijkheid tot koppeling met een online materialenplatform: het onderling uitwisselen van materialen is van grote waarde
<i>Wetgeving</i>	*Voldoet het materiaal aan de huidige wet- en regelgeving

Drie varianten materiaalpaspoorten**1. *Materiaalpaspoort* op basis van bouwproducten**

Een *materiaalpaspoort* op basis van bouwproducten beschrijft enkel het product. Alle eigenschappen van dit product zullen worden toegevoegd. Een producent van bouwproducten is in de nabije toekomst verantwoordelijk voor de levering van de juiste data. Een architect, aannemer of bouwkundig adviesbureau zet deze data om in een *materiaalpaspoort* dat gebruikt kan worden in het gebouwpaspoort.

2. *Materiaalpaspoort* van elementen

Een element bestaat uit meerdere losse bouwproducten. Een elementenpaspoort is een verzameling van alle productpaspoorten. In het elementenpaspoort wordt de verbindingsmethode van de losse producten beschreven. De koppeling van de elementen zal aan het elementenpaspoort worden toegevoegd middels een montage- en demontagehandleiding.

3. *Materiaalpaspoort* van een bouwwerk

Het totale paspoort wordt ook wel het gebouwpaspoort genoemd. Dit is een paspoort met alle gegevens omtrent het gebouw, namelijk NAW-gegevens, locatiegegevens, energielabel, certificaten, onderhoudsvoorschriften enzovoorts. Hieraan worden de losse product- en elementpaspoorten toegevoegd. Bij deze losse paspoorten wordt in het gebouwpaspoort wel beschreven op welke locatie van het gebouw het materiaal is toegepast.

Verplichting materiaalpaspoort

Het *materiaalpaspoort* is nog niet verplicht. De overheid is momenteel bezig met een onderzoek naar de verplichting van *materiaalpaspoorten*. Hierover wordt uiterlijk in 2020 een besluit genomen.

Uit het onderzoek is gebleken dat een *materiaalpaspoort* van groot belang is om een circulaire economie te realiseren. De gegevens van materialen zijn veel eenvoudiger te achterhalen bij verplichting van het paspoort, waardoor de mogelijkheden tot hergebruik worden verruimd.

Materialendatabank

Er zijn materialendatabanken opgericht om gebruikt materiaal aan te bieden. Verschillende organisaties hebben zich beziggehouden met de opstart van een databank. Beelen Next verkoopt gebruikte materialen via haar website. In deze materialendatabank staan momenteel nog weinig materialen, maar dit zal spoedig veranderen. Lagemaat sloopwerken heeft met de brancheorganisatie Insert opgericht. Insert is een materialendatabank die nog niet in gebruik is. De materialendatabank wordt momenteel gevuld en zal zo spoedig mogelijk gebruikt worden om daadwerkelijk materialen aan te schaffen. Vraag en aanbod van gebruikte bouwmaterialen worden middels deze databanken op elkaar afgestemd.

Resultaten interviews

Wat is de toegevoegde waarde van een materiaalpaspoort?

Aan de geïnterviewden hebben we gevraagd welke meerwaarde een *materiaalpaspoort* kan leveren bij een gebouw. De geïnterviewden hebben een paar opties gegeven wat een *materiaalpaspoort* kan opleveren. De grootste meerwaarde wordt beschreven als het hoogwaardig kunnen hergebruiken van een materiaal. Om een materiaal cyclus op cyclus te kunnen gebruiken en aan te kunnen tonen dat het materiaal voldoet, zal een *materiaalpaspoort* nodig zijn. De meeste geïnterviewden noemden deze meerwaarde als eerst. De andere toevoegingen zijn: het verminderen van de uitputting van fossiele grondstoffen, het elimineren van bouwafval door de notatie van de materiaalidentiteit, en de demontage zal vergemakkelijken door de handleidingen die aan het paspoort toegevoegd kunnen worden. De recycling van materialen zal gemakkelijker zijn, want de exacte samenstelling is te vinden in het *materiaalpaspoort*, hiermee kunnen in materialenplatforms materialen worden verhandeld. Het zou moeten zorgen voor de terugkomst van grondstoffen in het juiste circuit. Alleen wanneer gebruik wordt gemaakt van *materiaalpaspoorten* zal de circulaire economie werken.

8.3 Conclusie

Welke materiaalpaspoorten zijn er op de markt die Burgland Bouw kunnen helpen bij de documentatie van de circulaire materialen?

De sector verandert: er volgt een transitie naar een *circulaire bouweconomie*. In deze economie is het uit den boze om materialen te verspillen. Het *materiaalpaspoort* is in het leven geroepen om verspilling tegen te gaan. Alle geïnterviewden zijn van mening dat de circulaire bouwsector alleen met de toevoeging van een *materiaalpaspoort* werkt. Zonder de eigenschappen van een materiaal kan het niet hoogwaardig worden hergebruikt. Voorlopig is het nog niet verplicht een *materiaalpaspoort* aan te bieden bij de oplevering van een gebouw. Hoogstwaarschijnlijk komt hier wel verandering in, omdat de overheid hierover een besluit neemt in 2020.

Het *materiaalpaspoort* zal het verschil kunnen maken tussen hoogwaardig of laagwaardig hergebruik. Het *materiaalpaspoort* wordt opgesteld door een producent, architect, aannemer of bouwkundig adviesbureau. In het *materiaalpaspoort* worden alle materiaalgegevens beschreven, zodat het materiaal hoogwaardig hergebruikt kan worden. De mogelijkheid tot recycling bestaat wanneer een materiaal niet meer in de hoogste vorm hergebruikt kan worden. De exacte samenstelling van het materiaal wordt opgenomen in het *materiaalpaspoort*, zodat een recycler precies weet welke grondstoffen uit het materiaal gewonnen kunnen worden. Er wordt gesproken van laagwaardig circulair hergebruik door deze grondstoffen terug te brengen in het juiste circuit. Er wordt gestreefd naar *hoogwaardig hergebruik*. Hiertoe moet een markt met kwalitatief verantwoorde gebruikte materialen worden gecreëerd. De eisen voor hergebruik van materialen worden behandeld bij deelvraag 6. Het materiaal zal hoofdzakelijk worden aangeboden via materialendatabanken. In de materialendatabanken worden gedemonteerde materialen aangeboden voor hergebruik. Een van deze databanken is Insert. In Insert worden materialen aangeboden voor de demontage van gebouwen. Een architect of aannemer kan de materialen zo reserveren en deze afhalen bij de demontage.

9 Deelvraag 5

In welke mate biedt een modulair bouwsysteem uitkomst voor Burgland Bouw bij de transitie naar een circulaire economie?

9.1 Algemene gegevens

Uit het vooronderzoek is gebleken dat in een circulaire economie moet worden ingezet op een losmaakbare toepassing en *hoogwaardig hergebruik* van materiaal. Hierbij dient een optimale afstemming tussen de *functionele en technische levensduur* te worden beoogd.

In dit onderzoek is onderzocht of een modulair bouwsysteem uitkomst biedt voor Burgland Bouw BV om losmaakbaar materiaal toe te passen en *hoogwaardig hergebruik* te realiseren in een circulaire economie.

De volgende vragen zijn onderzocht om deze deelvraag te beantwoorden:

- Wat wordt verstaan onder een module in een circulaire economie?
- Hoe moet ontworpen worden in een circulaire economie?
- Waarmee zal modulair gebouwd moeten worden?
- Hoe kan *hoogwaardig hergebruik* worden gerealiseerd?

9.2 Resultaten van het onderzoek

Ontwikkelingen in modulair bouwen

De term modulair bouwen is een bekend begrip in de bouw. Modulair bouwen staat voor het realiseren van een bouwwerk met samengestelde componenten die op een industriële wijze(n) zijn geproduceerd. In de huidige lineaire economie worden deze componenten veelal aan elkaar verbonden middels natte processen. Modulaire componenten worden voornamelijk geproduceerd in een fabriek.

Hierbij wordt gepoogd tijdwinst te behalen in de productie en op de bouw. Tevens wordt de kwaliteit geoptimaliseerd door te werken onder ideale omstandigheden.

De transitie naar een circulaire economie vraagt een andere insteek van bouwen. Hierbij is een bewuste omgang met materialen essentieel om de druk op de primaire grondstoffen te minimaliseren. Dit zal voor alle soorten materialen moeten gebeuren om de cirkel volledig te kunnen sluiten. Hierbij zal *hoogwaardig hergebruik* van materiaal ook een plaats moeten krijgen.

De toevoeging van de geïnterviewden:

In de huidige gebouwde omgeving en de projecten die vandaag de dag worden gerealiseerd zal *hoogwaardig hergebruik* van de toegepaste materialen praktisch onmogelijk zijn. De materialen die vrijkomen bij de sloop van een bouwwerk kunnen veelal niet worden teruggewonnen in de originele staat. Dit geldt ook voor veel van de modulaire elementen die vandaag de dag worden toegepast. Het zijn halffabricaten die op de bouw worden gekoppeld middels natte processen. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan kanaalplaatvloeren of prefab wanden.

Zes van de zeven geïnterviewden vinden dat de producent van bouwmaterialen zijn product dusdanig moet ontwerpen dat hoogwaardig hergebruik mogelijk is.

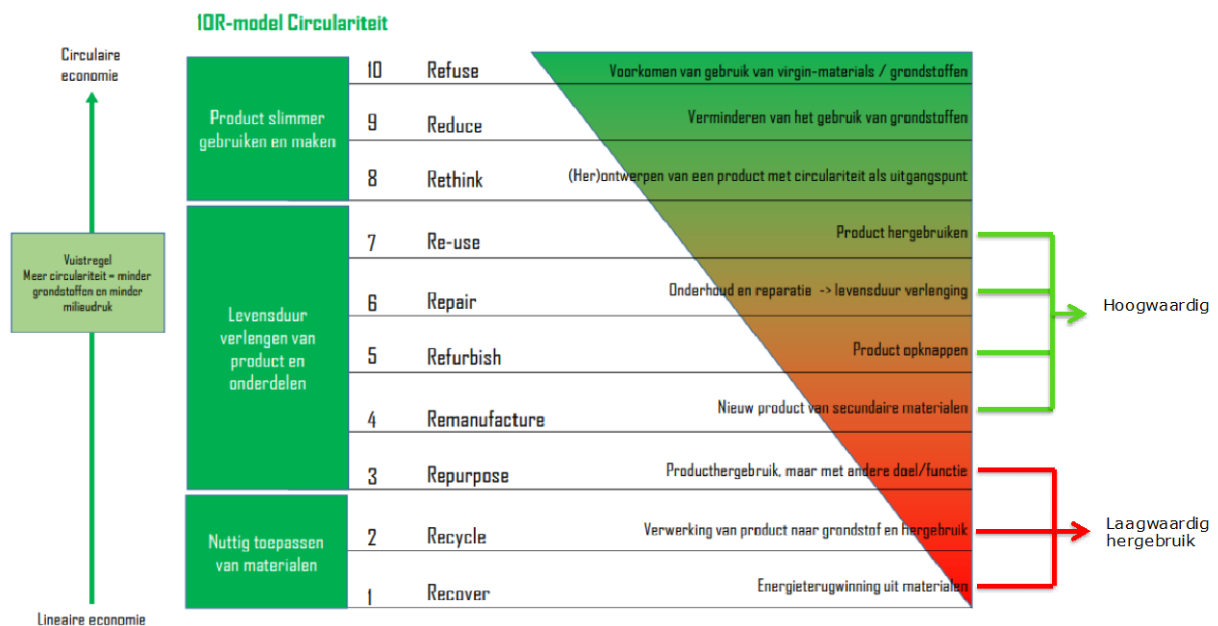
Waar in het huidige bouwproces gebruik wordt gemaakt van onlosmaakbare verbindingen zal in een circulaire economie moeten worden gekozen voor een verbinding die losmaakbaar is.

Het ontwerp in een circulaire economie gaat er anders uitzien. Het verwerken van losse materialen en elementen door middel van natte processen met een onomkeerbare werking is hierbij een no go.

Ontwerpen in een circulaire economie

Initiatieffase/circulaire strategie

In het 10R-model van Cramer wordt een denkmiddel weergegeven van de mogelijkheden met materiaal. In het 10R-model wordt de volgende vuistregel gehanteerd: meer circulariteit = minder grondstoffen en minder milieudruk. Hierbij hebben de bovenste drie, refuse, reduce en rethink, betrekking op het ontwerpproces.



Figuur 5: gebaseerd op het 10R-model van Jacqueline Cramer (Van Schuppen, 2019)

De R'en die daaronder volgen hebben betrekking op bestaande materialen. Re-use, hergebruik van een product, is de beste vorm van *hoogwaardig hergebruik* om de levensduur te verlengen en de belasting op het milieu beperken.

Ontwerpfase

Bij het ontwerpproces van een circulair gebouw is het van belang om te voorkomen dat onnodig materiaal gebruikt wordt. De ontwerpprincipes met de uitgangspunten van een circulair ontwerp zijn:

Materiaalarm ontwerpen

- Toepassen van hernieuwbare of circulaire materialen;
- Industrieel op maat ontwerpen in lagen.

Modulair ontwerpen

- Economisch en technisch prestatieniveau optimaliseren;
- Demontage en/of de losmaakbaarheid op productniveau realiseren.

Adaptief ontwerpen

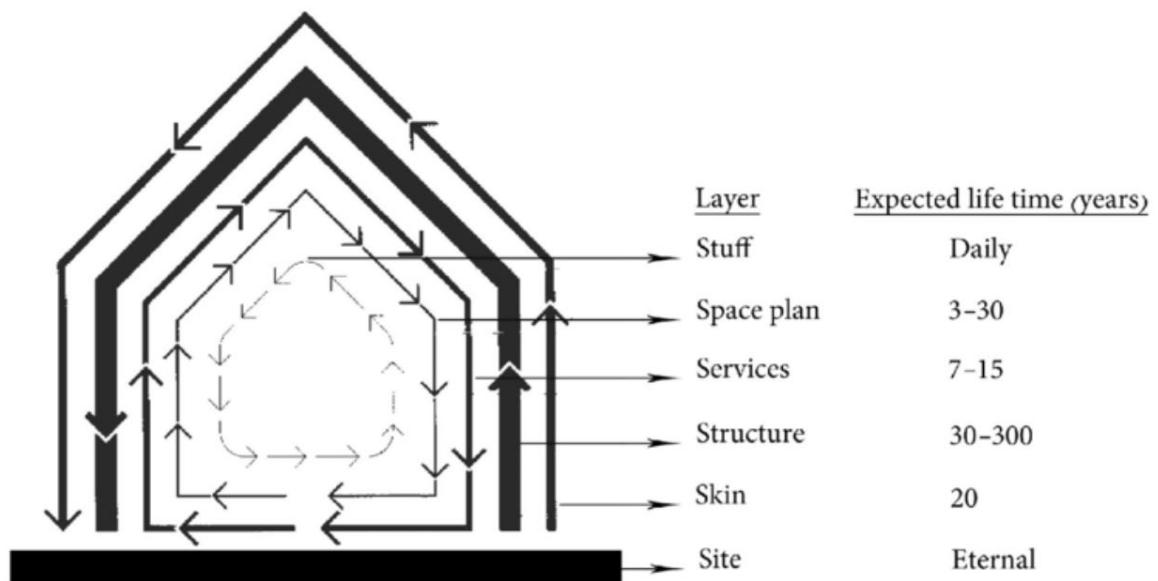
- Aanpasbaar ontwerpen voor verschillende functies en levenscycli binnen het bouwwerk;
- Waardebehoud van bouwmaterialen creëren.

Uit het onderzoek blijkt dat modulair bouwen in een circulaire economie meer uitgangspunten heeft dan enkel tijdwinst en kwaliteitswaarborgen. Modulair bouwen in een circulaire economie is volgens de geïnterviewden het samenstellen van industrieel vervaardigde producten in modules. Deze modules zijn zo ontworpen dat een optimale levensduur behaald kan worden voor ieder product binnen een module. De producten zullen onderling losmaakbaar verbonden moeten zijn om voor ieder afzonderlijk product een optimale levensduur te realiseren. Deze producten moeten zelf zo te demonteren zijn dat ze gerecycled kunnen worden op grondstofniveau wanneer ze niet meer wenselijk (kunnen) presteren.

Vijf van de zeven geïnterviewden zien de losmaakbaarheid als primair uitgangspunt voor modulair bouwen in een circulaire economie.

De utiliteitsbouw is een (type) manier van bouwen waarbij een grote diversiteit wenselijk is. Deze diversiteit kan worden gezien als een belemmeringsfactor om modulair bouwen toe te passen als bouwmethodiek. De omvang van een element of module kan als belemmering worden gezien. Een mogelijkheid om ruimte te creëren in de ontwerpmogelijkheden is het element te laten bestaan uit meerdere sub-elementen.

Volgens onderzoek is het industrieel ontwerpen in lagen, middels de 'shearing layers' van Steward Brand, een geschikte methode om een optimale levensduur van een product te realiseren. Volgens Brand bestaat een gebouw uit de volgende zes lagen met de verwachte levensduur per laag:



Figuur 6: Building layers and their expected lifetime according to Duffy (Brand, 1998)

Bij de 'shearing layers' zal een materiaal gekozen worden dat voldoet aan de 'expected lift time' van een laag. Hierbij bepalen de *functionele en technische levensduur* of een materiaal volstaat. Het toepassen van primaire grondstoffen zal dan ook enkel wenselijk zijn als dit niet behaald kan worden met een hernieuwbare grondstof. Door een gebouw zo te ontwerpen dat de lagen onderling losmaakbaar zijn kan vervangen worden wat niet meer naar behoren presteert. Bij de toepassing van primaire grondstoffen is het van belang dat deze na gebruik hoogwaardig kunnen worden hergebruikt.

Modulair bouwen voor Burgland in een circulaire economie

Er is een multicriteria-tabel opgesteld met daarin de lusten tegenover de lasten voor aannemer en de opdrachtgever om te bepalen in welke mate een modulair bouwsysteem uitkomst biedt voor Burgland Bouw. Tijd, geld en milieu zijn de aspecten waarop beoordeeld wordt.

Hierdoor is inzichtelijk gemaakt in welke mate een modulair bouwsysteem uitkomst kan bieden.

Tabel 7: Belangenoverzicht circulair ontwerpen (van Schuppen, 2019)

Ontwerpprincipes	Belang	Aannemer			Opdrachtgever		
		Tijd	geld	milieu	Tijd	geld	milieu
Modulair ontwerpen							
Toepassen van hernieuwbare of circulaire materialen		--	0	++	++	0	++
Industrieel op maat ontwerpen in lagen		++	0	++	+	0	++
Economisch en technisch prestatieniveau		0	-	++	++	+	++
Demontage en/of de losmaakbaarheid		+	-	++	+	++	++
Meerdere functies vervullen		-	++	++	++	++	++
Waardebehoud creëren		-	++	++	++	++	++

9.3 Conclusie

Antwoord op deelvraag 5:

In welke mate biedt een modulair bouwsysteem uitkomst voor Burgland Bouw bij de transitie naar een circulaire economie?

Modulair bouwen zal zeker uitkomst kunnen bieden om de ambitie van de opdrachtgever in een circulaire economie te realiseren. Modulair bouwen in een circulaire economie houdt in dat er op een verantwoordelijke manier gebruik wordt gemaakt van materialen die hoogwaardig te hergebruiken zijn. Dit wil zeggen dat de modules op productniveau losmaakbaar zijn.

Voor ieder toegepast product kan een optimale levensduur behaald worden door modulair te bouwen in de lagen van Steward Brand. Als het bouwwerk niet meer de wenselijke prestaties levert, dan kan enkel die laag worden vervangen.

Hoogwaardig hergebruik is mogelijk als dat in het ontwerpproces is meegenomen. De losmaakbaarheid is een vereiste om *hoogwaardig hergebruik* mogelijk te maken. *Hoogwaardig hergebruik* kan alleen plaatsvinden als iets losmaakbaar is, waardoor een toegevoegde waarde ontstaat. Er moet worden gekeken wat het hoogst haalbare alternatief is middels de 10R-principes als *hoogwaardig hergebruik* niet mogelijk is.

Het antwoord op deelvraag 5 luidt:

Het toepassen van een modulair bouwsysteem zal uitkomst kunnen bieden voor Burgland Bouw. Deze modules bestaan waar mogelijk uit hernieuwbare grondstoffen. Toepassing van producten uit primaire grondstoffen is mogelijk wanneer met hernieuwbare grondstoffen niet kan worden voldaan aan de prestatie-eisen. Modulair bouwen heeft uitsluitend een toegevoegde waarde op het moment dat de modules losmaakbaar worden toegepast, met als doel dat *hoogwaardig hergebruik* kan worden gerealiseerd.

10 Deelvraag 6

Hoe kan de kwaliteit bij re-montage worden gewaarborgd na demontage van modulaire bouwwerken in het kader van circulariteit?

10.1 Algemene gegevens

Het vooronderzoek heeft aanleiding gegeven tot onderzoek naar de mogelijkheden met betrekking tot *hoogwaardig hergebruik* van materialen. "Het percentage hergebruik binnen het bouw- en sloopafval ligt in Nederland hoger dan de Europese streefcijfers. In Nederland ligt het op 95%, maar hiervan wordt het grootste deel *laagwaardig hergebruikt*." (A. van de Beek, persoonlijke communicatie, 24 oktober 2019).

In deelvraag 6 is onderzocht wat de voorwaarden en mogelijkheden zijn voor een aannemer om te bouwen met gebruikte bouwmaterialen.

10.2 Resultaten van het onderzoek

Voorwaarden om te bouwen met gebruikte bouwmaterialen

Uit onderzoek is gebleken dat de bouwmaterialen die worden toegepast, nieuw of gebruikt, moeten voldoen aan de eisen die het bouwbesluit stelt. In het bouwbesluit staat welke NEN-normen gelden en welke kwaliteitsverklaringen kunnen worden toegepast. In het bouwbesluit is door ministeriële regeling ruimte om in te spelen op veranderingen in het bouwproces.

Hierdoor kan door bepaalde aansluitvoorwaarden bijvoorbeeld alsnog voldaan worden aan de NEN-normen die van toepassing zijn. Artikel 1.10 van het bouwbesluit stelt dat het verboden is om te handelen "in strijd met de verplichtingen die voortvloeien uit de *verordening bouwproducten*" (Construction Products Regulation, CPR).

In de *verordening bouwproducten* (EU) Nr. 305/2011 is bepaald wanneer materiaal mag worden toegepast en waar dat materiaal aan moet voldoen. Als een bouwproduct onder de *geharmoniseerde norm* valt of in overeenstemming is met de daarvoor verstrekte Europese technische beoordeling, is de marktdeelnemer verplicht het product te leveren met een CE-markering en prestatieverklaring. De marktdeelnemer neemt zo de verantwoordelijkheid op zich dat het product werkt conform de aangegeven prestaties. Hierop bestaan enkele uitzonderingen. De marktdeelnemers kunnen fabrikanten, importeurs of distributeurs zijn met ieder hun eigen verplichtingen om de producten aan te kunnen bieden conform de Europese *Verordening bouwproducten* (305/2011/EU).

Bij fabrikanten en importeurs wordt vaak gesproken over "het in de handel brengen" van de bouwproducten. Bij een distributeur wordt gesproken over "het op de markt aanbieden". Bij het in de handel brengen van producten zullen de producten moeten worden voorzien van een CE-keurmerk en prestatieverklaring. De meeste producten die op de markt worden aangeboden zijn al voorzien van een CE-keurmerk.

De partij die gebruikte materialen aanbiedt, wordt distributeur. Gebruikte bouwmaterialen komen veelal beschikbaar bij sloopbedrijven. Bij de producten die vrijkomen zal de CE-markering niet eenvoudig te achterhalen zijn. Dit zal bij hergebruik problemen opleveren, aangezien hierom wel wordt gevraagd in het bouwbesluit. Daarbij komt dat in H3, Artikel 15 van deze verordening staat:

“Artikel 15: Gevallen waarin de verplichtingen van de fabrikanten van toepassing zijn op importeurs en distributeurs.

Een importeur of distributeur wordt beschouwd als fabrikant voor de toepassing van deze verordening en is onderworpen aan de verplichtingen van de fabrikant overeenkomstig artikel 11, wanneer hij een product onder zijn naam of merknaam in de handel brengt of een al in de handel gebracht bouwproduct zodanig wijzigt dat de conformiteit met de prestatieverklaring in het gedrang kan komen.”²

Bij het terugwinnen van producten is de kans groot dat deze niet kunnen worden teruggewonnen in de originele staat. Dit zal mede veroorzaakt worden doordat in het traditionele bouwproces veel gebruik wordt gemaakt van *natte verbindingen*. Het product zal opnieuw gekeurd moeten worden om het product te kunnen hergebruiken als het product voorzien is van een CE-markering.

Waar een bouwproduct aan moet voldoen is afhankelijk van de situatie waarin het wordt toegepast. In de huidige setting moet een bouwproduct bij nieuwbouw voldoen aan de nieuwbouweisen. Bij verbouw kan er in de regel worden uitgegaan van het reeds verkregen niveau. Bij het bouwen van een tijdelijk bouwwerk mogen de eisen van de bestaande bouw worden gehandhaafd. Bij nieuwbouw voor particulier eigendom zijn er meer mogelijkheden. Het is essentieel om de constructieve veiligheid te waarborgen.

Mogelijkheden/tekortkomingen bouwen met gebruikte bouwmaterialen

In het huidige bouwproces zal er moeten worden voldaan aan het bouwbesluit. Dit geldt ook voor het circulaire bouwproces. In het herbestemmingsproject van drie winkelpanden aan de Hoogstraat in Rotterdam is gebruikgemaakt van een donorskelet. Dit is een mooi voorbeeld van de mogelijkheden en beperkingen die er zijn om *hoogwaardig hergebruik* te realiseren. Het *hoogwaardig hergebruik* van constructieve elementen is gerealiseerd door de hoge ambitie van de gemeente en de creatieve omgang met gebruikte bouwmaterialen. Onderdelen van een staalconstructie vallen onder de *geharmoniseerde norm*. Daarom is een CE-verklaring verplicht.

Daarom is ervoor gekozen om de profielen die nodig waren om de constructie te realiseren stuk voor stuk te keuren om de kwaliteit van de profielen te kunnen waarborgen.

De toepassing van gebruikte producten kan in de huidige setting op twee niveaus worden gerealiseerd: als circulair materiaal of gerecycled materiaal. Met circulair materiaal wordt het materiaal opnieuw in de handel gebracht (*hoogwaardig hergebruik*). Bij gerecycled materiaal hebben we het over een nieuw product (*laagwaardig hergebruik*).

² (Verordening Bouwproducten (EU) Nr. 305/2011+Wijziging 574/2014, 2014)

Circulair

Bij het opnieuw in de handel brengen van een materiaal zal de distributeur verantwoordelijk worden gehouden om te voldoen aan de eisen die voor een fabrikant gelden. De distributeur zal er dus voor moeten zorgen dat de prestaties van de materialen hieraan voldoen. Het product zal opnieuw gekeurd moeten worden als de producten dusdanig gewijzigd zijn dat deze prestaties mogelijk niet meer behaald kunnen worden. Er is geen eis met betrekking tot een prestatieverklaring en CE-markering als de materialen niet verhandeld worden en dus bij dezelfde eigenaar blijven. Te allen tijde zal er aan de prestatie-eisen van het bouwbesluit moeten worden voldaan.

Bij de toepassing van een gebruikt product in een andere functie is er mogelijk sprake van een wijziging aan het product. Het gewijzigde product moet worden voorzien van een CE-markering en een prestatieverklaring als het bouwproduct onder de *geharmoniseerde norm* valt.

Recyclen

Recyclen is het verwerken van gebruikte producten tot een nieuw product. Een voorbeeld hiervan is het verwerken van gebruikt textiel tot isolatiemateriaal. In dit geval moet worden gekeken of het bouwproduct onder de *geharmoniseerde norm* van de *verordening bouwproducten* valt, omdat het als nieuw product op de markt wordt gezet. Als dat het geval is, dan is het verplicht om het product van een CE-markering met prestatieverklaring te voorzien. Dit is niet mogelijk voor een niet-serieus productieproces.

De mogelijkheid bestaat om via een European Technical Assessment (ETA) een CE-markering te krijgen als een product niet (in zijn geheel) gedekt wordt door de *geharmoniseerde norm*. De European Organization for Technical Assessment (EOTA) kan hierbij helpen. De EOTA heeft een reeks European Assessment Documents (EADs) opgesteld om prestaties van producten zijn algemeenheid te kunnen borgen. De *Technical Assessment Body* (TAB) kan alsnog verzocht worden het product te beoordelen als een product niet vergelijkbaar is met de huidige EAD, om zo toch een CE-markering te verkrijgen.

Het aantoonbaar maken van de prestatie-eisen van producten is een vereiste om te voldoen aan het Bouwbesluit 2012.

In het bouwbesluit bestaan mogelijkheden om niet te hoeven voldoen als er ondanks alle inspanning niet voldaan kan worden. Dit zou kunnen door gebruik te maken van het gelijkwaardigheidsartikel. Dit is echter een uitzondering die zelden gemaakt wordt door het bevoegde gezag.

Een andere oplossing is het aanvragen van een ontheffing. Deze ontheffing zal echter niet eenvoudig te verkrijgen zijn, omdat bij ontheffing niet meer voldaan hoeft te worden aan de eisen van het Bouwbesluit.

10.3 Conclusie

Antwoord op deelvraag 6:

Hoe kan de kwaliteit bij re-montage worden gewaarborgd na demontage van modulaire bouwwerken in het kader van circulariteit?

Op basis van het onderzoek kan worden geconcludeerd dat het mogelijk is om hoogwaardig hergebruik te realiseren, afhankelijk van het materiaal en de toepassing. Dit zal geen eenvoudig proces zijn met de materialen die te winnen zijn uit de huidige bouwwerken. Materialen die door dezelfde eigenaar voor dezelfde toepassing worden hergebruikt, kunnen worden hergebruikt zonder dat er voldaan hoeft te worden aan de eisen die gelden voor de geharmoniseerde producten.

Als bij nieuwbouw gebruikte materialen worden aangekocht, dan zijn deze materialen als het ware opnieuw in de handel gezet. Als een product opnieuw in de handel is gezet en onder de geharmoniseerde norm valt, dan zal deze van een CE-markering met prestatieverklaring voorzien moeten zijn door de marktdeelnemer. Het is mogelijk om een CE-markering aan te vragen via de EOTA. Gebruikte materialen kunnen dus worden herkeurd middels een EAD door een TAB die is goedgekeurd is door de ETA. Voorbeelden van TAB's in Nederland zijn de KIWA, SKH of TUV. Bij het aankopen van gebruikte materialen zal het voor Burgland Bouw raadzaam zijn dat deze producten al zijn herkeurd en voorzien van CE-markering met prestatieverklaringen. Deze producten zullen alsnog gekeurd moeten worden door een TAB voordat deze bouwkundig toegepast kunnen worden als dat niet het geval is.

Een vorm van *hoogwaardig hergebruiken* van minder risicovolle producten, bijvoorbeeld toiletpotten of wasbakken, is dus eenvoudiger mogelijk, mits het bestek dit toelaat. Het is zaak dat er richtlijnen komen voor het hergebruiken van constructieve elementen en bouwproducten die onder de *geharmoniseerde norm* vallen. De constructieve elementen van bouwwerken bevatten immers veel energie en een groot gedeelte van de grondstoffen.

"Niet voor niets dat NEN en onder andere Rijkswaterstaat, Rijksvastgoedbedrijf, TUE, Centraal Overleg Bouwconstructie, IMd en Bouwen met Staal zich inzetten voor een norm over het gebruik van tweedehands constructieve elementen." ³ Aldus de IMd.

Het zal nog even duren voordat op een 'eenvoudige' manier kan worden voldaan aan het bouwbesluit, waarbij gebruik wordt gemaakt van *hoogwaardig hergebruikte* bouwmaterialen. De enige optie die momenteel mogelijk is, is alle elementen stuk voor stuk onderwerpen aan een procedure voor kwaliteitstoetsing waarbij de conditie en de prestaties worden vastgesteld en gecertificeerd.

De verschillende elementen van een gebouw zullen losmaakbaar aan elkaar verbonden moeten worden om efficiënt gebruik en hergebruik te realiseren. Elementen die niet meer functioneren of presteren naar wens kunnen worden gedemonteerd en opnieuw worden ingezet.

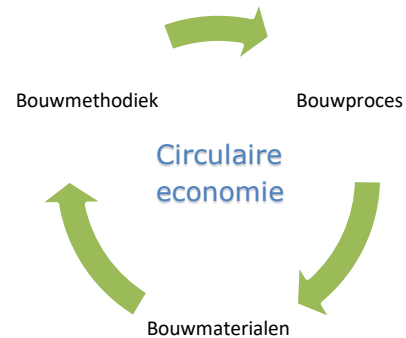
³ (Peters, 2019)

11 Conclusie hoofdvraag

Het onderzoek is gebaseerd op de vooraf opgestelde hoofd- en deelvragen. In dit hoofdstuk wordt de hoofdvraag beantwoord op basis van de deelvragen. In dit afstudeeronderzoek zijn de veranderingen onderzocht waarmee Burgland Bouw te maken gaat krijgen door de circulaire transitie, zodat er antwoord kan worden gegeven op de volgende onderzoeksvraag:

Met welke bouwtechnische en procesmatige veranderingen betreffende circulair bouwen krijgt Burgland Bouw te maken, door de implementatie van de transitieagenda bouw op de utiliteitsbouw in 2023?

De circulaire economie werkt als een cirkel. In dit onderzoek hebben we alle aspecten van deze cirkel onderzocht.



Figuur 7: Scriptie circulatie (Smits,2019)

We beginnen met de bevindingen van het circulaire bouwproces. Naar verwachting zal het traditionele bouwproces veranderen in een circulair bouwproces. In het circulaire bouwproces wordt meer samen gecreëerd met alle betrokken. Materialen worden hierin gekozen op beschikbaarheid. Hiermee moet in vroeg stadium rekening worden gehouden met het ontwerp 'form follows material'. De overheid kan op de volgende punten inspelen om de circulaire bouw te stimuleren:

- *Gunningscriteria* aanpassen op circulariteit;
- De *MPG* aanscherpen op circulariteit;
- Het gebruik van een percentage *secundaire grondstoffen* verplichten.

Wij denken dat de overheid een percentage *secundaire grondstoffen* gaat verplichten in de nabije toekomst. Hierdoor wordt de druk op de primaire grondstoffen gereduceerd. Vervolgens komt het meetbaar maken van circulariteit aan bod. Momenteel zijn er veel verschillende meetinstrumenten, die allemaal op een andere wijze werken. De meeste bestaande meetinstrumenten missen de *belevingswaarde*, de matching van vraag en aanbod en de toekomstwaarden van een gebouw. BREEAM-NL lijkt momenteel het meest op een *uniforme meetmethode*. Platform CB'23 is op het moment nog niet zover als BREEAM-NL. Wel heeft CB'23 de meeste potentie om de *uniforme meetmethode* te worden. De sterke punten van Platform CB'23 zijn volgens ons de betrokkenheid van verschillende specialisten uit de bouwsector (kennis van bouw) en het feit dat de methode nog in ontwikkeling is (aanpassingen kunnen nog worden doorgevoerd). In juli 2020 zal platform CB'23 de bevindingen presenteren.

Het is van belang dat er rekening wordt gehouden met bouwmaterialen om circulair te kunnen bouwen. Uit de literatuurstudie en de interviews is naar voren gekomen dat we niet langer onnodig gebruik kunnen maken van *primaire grondstoffen*. De productie van *circulaire bouwmaterialen moet worden opgeschaald* om deze uitputting te minimaliseren. Deze materialen moeten in hoofdzaak beschikken over de kenmerkende data, een lange levensduur en ze moeten *hoogwaardig hergebruikt* kunnen worden. De productie van *circulaire bouwmaterialen* moet eraan bijdragen dat de markt snel wordt voorzien, zodat we deze materialen in de toekomst kunnen hergebruiken. Naar onze mening zal er over 20 jaar al veel gebouwd worden met gebruikt materiaal. Het tekort dat niet opgevuld kan worden met gebruikte materialen zal opgevuld moeten worden met *biobased* en *cradle to cradle* bouwmaterialen.

Het is mogelijk om *hoogwaardig hergebruik* te realiseren wanneer we beschikken over alle data van een bouw materiaal. Deze data zal opgeslagen zijn in een *materiaalpaspoort*. In een *materiaalpaspoort* zullen alle materialen die in een gebouw aanwezig zijn worden opgenomen. De belangrijkste data die in een paspoort worden opgenomen, zijn:

- NAW-gegevens van het bouwwerk;
- Eigenschappen van het materiaal;
- Montage- en demontagehandleidingen;
- Certificeringen, garantiebewijzen en keurmerken van het materiaal;
- Recyclmethode voor het terugbrengen van grondstoffen in het juiste circuit.

Momenteel zijn de *materiaalpaspoorten* volop in ontwikkeling. De mogelijkheden die vandaag de dag bestaan, worden nog weinig toegepast. De overheid kan de sector hierin stimuleren door de oplevering van een *materiaalpaspoort* te verplichten bij nieuwbouw. De overheid neemt uiterlijk in 2020 een besluit hierover. Wij zijn van mening dat in 2020 het besluit wordt genomen dat de oplevering van een *materiaalpaspoort* verplicht wordt.

In een circulaire economie zal de bouwmethode er anders uit komen te zien. Modulair bouwen zal hierbij mogelijk uitkomst bieden. Als bij het ontwerpen rekening wordt gehouden met de lagen van Steward Brand en de modules op productniveau losmaakbaar zijn, kan er een optimale levensduur behaald worden voor al deze lagen. Als een van de lagen niet meer de wenselijke functionele en technische prestaties levert, dan kan enkel die laag worden vervangen. Bij modulair bouwen in een circulaire economie is het uitgangspunt dat er op een verantwoordelijke manier gebruik wordt gemaakt van materialen die hoogwaardig te hergebruiken zijn.

De losmaakbaarheid op productniveau is een vereiste om *hoogwaardig hergebruik* mogelijk te maken. *Hoogwaardig hergebruik* kan alleen plaatsvinden als iets losmaakbaar is, waardoor een toegevoegde waarde ontstaat. Als *hoogwaardig hergebruik* niet mogelijk is, dan moet er gekeken worden naar het hoogst haalbare alternatief middels de 10 R-principes.

De modules bestaan zoveel mogelijk uit hernieuwbare grondstoffen. Toepassing van producten uit primaire grondstoffen is mogelijk wanneer met hernieuwbare grondstoffen niet kan worden voldaan aan de prestatie-eisen.

In een circulaire economie zal *hoogwaardig hergebruik* nodig zijn om de cirkel te sluiten. Bij het toepassen van gebruikte materialen zal voldaan moeten worden aan de wet- en regelgeving. Bij de aankoop van gebruikte materialen is het voor Burgland Bouw raadzaam dat deze producten al zijn herkeurd zijn en voorzien van CE-markering met prestatieverklaringen. Als er door Burgland Bouw voor nieuwbouw hergebruikt materiaal wordt aangekocht, is dit materiaal als het ware opnieuw in de handel gebracht. Essentieel is hoe deze materialen worden toegepast. Als een product opnieuw in de handel is gezet en onder de geharmoniseerde norm valt, dan zal deze voorzien moeten zijn van een CE-markering met prestatieverklaring door de marktdeelnemer. Het is mogelijk een CE-markering aan te vragen bij de EOTA. Een gebruikt materiaal kan herkeurd worden middels een EAD door een TAB die is goedgekeurd door de ETA. Als er geen EAD is, dan zullen deze producten alsnog gekeurd moeten worden door een TAB, voordat deze bouwkundig toegepast kunnen worden.

We hebben een scenario geschetst voor Burgland Bouw om de kennis die wij hebben opgedaan in het onderzoek toe te passen. In dit scenario is Burgland Bouw betrokken bij een circulaire aanbesteding (zie hoofdstuk 12).

13 Aanbevelingen

We hebben voor Burgland Bouw de essentiële aanbevelingen opgesteld als toevoeging op het scenario. De kans is groot dat Burgland Bouw zijn overheidswerken na 2023 kan behouden als het bedrijf de door ons opgestelde aanbevelingen opvolgt. Deze aanbevelingen zijn voor iedere circulaire aanbesteding van toepassing.

Hoofdvraag:

Met welke bouwtechnische en procesmatige veranderingen betreffende circulair bouwen krijgt Burgland Bouw te maken, door de implementatie van de transitieagenda bouw op de utiliteitsbouw in 2023?

Uit ons onderzoek kunnen we opmaken dat Burgland Bouw moet inspelen op deze punten:

Procesmatig

Burgland Bouw moet in een vroeger stadium van de bouw meer samenwerken met architecten en materiaalleveranciers om de circulaire ambitie te optimaliseren. Circulaire materialen verzamelen of ontwikkelen kost tijd, dus op het laatste moment nog naar de bouwmarkt gaan is niet meer mogelijk. In de ontwerpfase moet er dus rekening worden gehouden met hergebruik. Er moet worden gewacht op een *uniforme* meetmethode om circulariteit meetbaar te maken. In de transitieperiode is het zaak om gegevens te verzamelen over de materialen om hier later iets mee te kunnen.

De concrete aanbevelingen:

- Adequaat reageren op de bevindingen van CB'23 omtrent een *uniforme meetmethode* die in juli 2020 gepresenteerd worden;
- Ontwerpen op hergebruik;
- Gegevens verzamelen van toegepaste materialen;
- Een circulair alternatief aanbieden.

Materialen

In de toekomst is het essentieel om de herkomst van een grondstof te kennen. Momenteel vinden er veel ontwikkelingen plaats met betrekking tot *circulaire bouwmaterialen*. De toepassing van circulaire bouwmaterialen is nog niet verplicht, maar voor een circulaire economie is dat wel een vereiste. De circulaire materialen zullen zowel uit *primaire* als *secundaire grondstoffen* bestaan. Deze producten zijn zo geproduceerd dat *hoogwaardig hergebruik* in de toekomst mogelijk wordt gemaakt. Er zullen *biobased* en *cradle to cradle* producten toegevoegd worden om de sector te voorzien van de benodigde bouwmaterialen. Burgland Bouw moet naar onze mening beginnen met het verzamelen van de data en het opstellen van *materiaalpaspoorten*. Het is nog niet verplicht een *materiaalpaspoort* aan te bieden bij de oplevering van een gebouw. Dit wordt wel aangeraden en hoogstwaarschijnlijk komt hier verandering in als de overheid uiterlijk 2020 een besluit neemt. Door alle ontwikkelingen op het gebied van het toepassen van gebruikt materiaal, worden er steeds meer gebruikte materialen aangeboden. De materialen worden aangeboden op verschillende manieren namelijk; via particulieren op Marktplaats, via het internet door bedrijven die handelen in gebruikte bouwmaterialen, daarnaast bieden demontagebedrijven de geogste materialen aan via bouw hubs. Het aanbod gebruikt materiaal is nog niet zo groot omdat het nog in ontwikkeling is. We verwachten dat dit wel snel zal veranderen en er een groter aanbod zal ontstaan. Momenteel kan het nog lastig zijn om gebruikt materiaal toe te passen omdat dit aan veel regels moet voldoen. Hierover is meer te lezen in bouwmethodiek. Voorlopig kan Burgland Bouw bij onderstaande aanbieders van gebruikte bouwmaterialen terecht.

Gebruikte materiaalaanbieders:

- Particulieren via Marktplaats;
- Beelen NEXT Amsterdam en online;
- Lagemaat en ketenpartners via de online materialendatabank Insert, die naar verwachting in het 3^e kwartaal 2020 volledig online is;
- Gebruikte bouwmaterialen.com;
- Materiaalhandel van Baal Herveld;
- Bloem gebruikte bouwmaterialen.

De concrete aanbevelingen:

- Maak waar mogelijk gebruik van gebruikte bouwmaterialen in een hoogwaardige toepassing;
- Gebruik materiaal waar de essentiële data van beschikbaar zijn;
- Minimaliseer waar mogelijk het gebruik van materiaal vervaardigd uit primaire grondstoffen;
- Reageer adequaat op de besluitvorming van de overheid in 2020 omtrent de mogelijke verplichting van het materialenpaspoort;
- Maak gebruik van *materiaalpaspoorten*, zodat gebruikte materialen *hoogwaardig hergebruikt* kunnen worden, of dit nu verplicht is of niet.

Bouwmethodiek

Om de circulaire ambitie van de opdrachtgever in de toekomst te realiseren, kan modulair bouwen zeker uitkomst bieden. Modulair bouwen in een circulaire economie houdt in dat op een verantwoordelijke manier gebruik wordt gemaakt van materialen die hoogwaardig te hergebruiken zijn. Dit wil zeggen dat de modules op productniveau losmaakbaar zijn. Hierdoor kan een optimale levensduur worden behaald voor de losse materialen. *Hoogwaardig hergebruik* is mogelijk als dat in het ontwerpproces is meegenomen. De losmaakbaarheid is een vereiste om *hoogwaardig hergebruik* mogelijk te maken. Alleen als iets losmaakbaar is, kan *hoogwaardig hergebruik* plaatsvinden, waardoor een toegevoegde waarde ontstaat. De toepassing van hoogwaardige gebruikte materialen is op constructief niveau nog niet aan te raden, mede doordat de materialen voorzien moeten zijn van een CE-markering en prestatieverklaring. Vaak zijn deze niet beschikbaar bij deze materialen. Voor materialen waar deze verklaringen niet van toepassing zijn *is hoogwaardig hergebruik* aan te raden.

De concrete aanbevelingen:

- Losmaakbaarheid als eis gebruiken;
- Bij aankoop van gebruikte materialen producten kiezen die al zijn herkeurd;
- Ontwikkelingen omtrent verplichting CE-markering en prestatieverklaring voor hergebruikt materiaal toepassen.

Op basis van het onderzoek hebben we de volgende mening geformuleerd over de vormgeving van circulair bouwen in de toekomst. Wij denken dat het *hoogwaardig hergebruik* van materialen (een-op-een) de aankomende periode minimaal mogelijk is. Dit komt doordat hier geen rekening mee is gehouden in het ontwerpproces. Het merendeel van de geoogste materialen wordt (indien mogelijk) teruggebracht naar de grondstof. Naar onze mening moet de nieuwbouw zo ontworpen worden dat materialen losmaakbaar en herbruikbaar zijn om meer materialen hoogwaardig te hergebruiken. De verzadiging van de circulaire materiaalstroom zal nog circa 30 jaar duren. Dit komt omdat de overheid de gebouwde omgeving in 2050 circulair wil hebben. Tot die tijd moeten nieuwe circulaire materialen aan de cirkel worden toegevoegd tot de markt volledig verzadigd is. Hierbij moet worden ingezet op *biobased* en *cradle to cradle* producten.

14 Discussie

We hebben de informatie voor dit afstudeeronderzoek verzameld middels een kwalitatief onderzoek. Het doel was om een valide, betrouwbaar en reproduceerbaar onderzoek op te leveren. Dit hebben wij gedaan door informatie uit meerdere bronnen te vergaren en interviews af te nemen bij meerdere specialisten uit verschillende disciplines van de bouw. Uit het hoofdonderzoek blijkt dat er een opkomende vraag is naar circulaire gebouwen. De producenten en leveranciers in de sector leveren en ontwikkelen steeds meer circulaire bouwproducten door de stijgende vraag. Naar onze mening blijven veel bedrijven achter, hoewel er veel ontwikkelingen zijn betreffende circulair bouwen. Burgland Bouw richt zich momenteel meer op het traditionele bouwproces dan op het circulaire bouwproces.

Uit het onderzoek blijkt dat het bouwproces moet veranderen. De bouwsector zal volgens een circulair bouwproces te werk moeten gaan. Hiertoe moet de overheid het vuurtje aanwakken. We verwachten dat de overheid snel zal starten met eisen stellen omtrent de toepassing van *secundaire grondstoffen*, zodat de bouwsector hiermee in 2023 uit de voeten kan. Om informatie te vergaren die door de overheid verstrekt zal moeten worden hebben we de rijksoverheid aangeschreven. De rijksoverheid heeft ons niet van inhoudelijke informatie kunnen voorzien. De plannen van de rijksoverheid zijn momenteel nog in ontwikkeling, daarom willen ze er nog niets over kwijt.

Een ander opvallend resultaat is dat er nog geen *uniforme meetmethode* is voor circulariteit. Hierdoor kan niet duidelijk worden geconcludeerd of een gebouw circulair is. In de sector zijn meerdere meetinstrumenten beschikbaar, maar een *uniforme meetmethode* bestaat nog niet. Naar onze verwachting zal Platform CB'23 de toekomstige meetmethode worden. Het zal dan ook verplicht worden om een *uniforme meetmethode te hanteren* om tot een circulaire economie te komen in 2050. Om meer te weten te komen over de actuele ontwikkelingen betreffende een *uniforme meetmethode* hebben we contact gezocht met Platform CB'23. Omdat de plannen nog niet definitief zijn wilde Platform CB'23 de ontwikkelingen niet met ons delen. Het uiteindelijke resultaat van de ontwikkelingen betreffende een uniforme meetmethode zullen in 2023 worden gepresenteerd.

De resultaten van het deelonderzoek naar de materiaalsoorten die in de nabije toekomst gebruikt zullen worden zijn opmerkelijk. In de nabije toekomst zullen we hoofdzakelijk met nieuwe circulaire materialen werken. Deze materialen, die in de toekomst vrijkomen, zijn ontworpen voor *hoogwaardig hergebruik* en beschikken over alle data van de eigenschappen. Als de markt eenmaal verzadigd is, is het hoogwaardig hergebruiken van deze circulaire materialen mogelijk. Toch zal er altijd nieuw materiaal moeten worden toegevoegd. Dit zijn bij voorkeur materialen uit de biologische kringloop. De overheid heeft uitgesproken dat de gebouwde omgeving in 2050 circulair moet zijn. We zijn van mening dat dit onrealistisch is. Momenteel is de sector bezig met het ontwikkelen van circulaire materialen. We bouwen er nog nauwelijks mee. Gebouwen die vandaag de dag gebouwd worden, zijn geheel met natte knopen aan elkaar verbonden. De gebouwen die nu gebouwd worden hebben vaak een langere levensduur dan 30 jaar, en zijn dus in 2050 nog niet circulair. Het is een goed streven om de gebouwde omgeving zo ver als mogelijk circulair te krijgen, maar een volledig circulair gebouwde omgeving is te ambitieus.

Het is van belang dat de eigenschappen van de bouwmaterialen bekend zijn om *hoogwaardig hergebruik* te realiseren. Zonder deze gegevens is het bijna onmogelijk om bouw materiaal hoogwaardig te hergebruiken. Uit het onderzoek naar *materiaalpaspoorten* is gebleken dat er drie soorten *materiaalpaspoorten* zijn: *materiaalpaspoort*, *elementpaspoort* en *gebouwpaspoort*. Momenteel ontwikkelen meerdere organisaties paspoorten. Ieder heeft een eigen standaard en vindt een ander onderdeel van groter belang.

Een opvallend resultaat is dat de overheid een *materiaalpaspoort* nog niet verplicht heeft gesteld. De overheid neemt hierover uiterlijk in 2020 een besluit. Naar verwachting zal het *materiaalpaspoort* verplicht worden, zodat *hoogwaardig hergebruik* de standaard wordt. Wij zijn van mening dat de bouwsector niet moet wachten totdat er een beslissing komt over het gebruik van een *materiaalpaspoort*. Wanneer er al wordt gestart met het gebruiken van *materiaalpaspoorten*, wordt de circulaire economie al opgestart. Alle materialen die dan gebruikt worden kunnen later hoogwaardig worden hergebruikt.

Uit ons deelonderzoek is gebleken dat de toepassing van een modulair bouwsysteem uitkomst zou kunnen bieden voor Burgland Bouw. Deze modules bestaan waar mogelijk uit hernieuwbare grondstoffen. De toepassing van producten uit primaire grondstoffen is mogelijk wanneer er niet met hernieuwbare grondstoffen aan de prestatie-eisen kan worden voldaan. Modulair bouwen heeft uitsluitend toegevoegde waarde op het moment dat de modules losmaakbaar worden toegepast met als doel dat *hoogwaardig hergebruik* kan worden gerealiseerd.

Uit het onderzoek kunnen we opmaken dat het mogelijk is om *hoogwaardig hergebruik* te realiseren, afhankelijk van het materiaal en de toepassing. Dit zal geen eenvoudig proces zijn met de materialen die geoogst kunnen worden uit de huidige bouwwerken. Als materialen hergebruikt worden door dezelfde eigenaar voor dezelfde toepassing kunnen deze worden gebruikt zonder dat ze voorzien zijn van een CE-markering.

Hoogwaardig hergebruik is eenvoudiger te realiseren bij minder risicovolle producten, bijvoorbeeld toiletputten of wasbakken. Het is van belang dat het bestek deze mogelijkheden toelaat. De vraag blijft echter hoe de eindgebruiker hier uiteindelijk tegenaan kijkt. Als iemand voor een nieuw bouwwerk betaalt, verwacht hij in de huidige economie dat dit gerealiseerd wordt met enkel nieuwe producten. Om de circulaire economie te laten slagen zal het begrip 'nieuw' anders geïnterpreteerd moeten worden. Het is zaak dat er richtlijnen komen voor het hergebruiken van constructieve elementen en bouwproducten die onder de *geharmoniseerde norm* vallen. In de constructieve elementen van bouwwerken zit immers veel energie en een groot gedeelte van de grondstoffen. Hiermee zou de cirkel daadwerkelijk gesloten kunnen worden.

[REDACTED]

In dit onderzoek hebben we helaas niet alle partijen gesproken die wij hadden aangeschreven. Enkele belangrijke spelers met betrekking tot de circulaire economie hebben geen tijd weten te vinden om ons te voorzien van kennis. De overheid zal met wet- en regelgeving moeten komen om de ambities aan banden te leggen, zodat er duidelijkheid ontstaat en zodat er kan worden ingespeeld op de langere termijn. Toch hebben wij wel voldoende informatie en kennis kunnen vergaren om een valide, betrouwbaar en reproduceerbaar onderzoek uit te voeren voor de beantwoording van onze onderzoeksvraag.

15 Nawoord

Het afgelopen halfjaar stond in het teken van de afstudeerperiode van de bacheloropleiding Bouwkunde aan de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen. De afstudeeropdracht bij Burgland Bouw te Dodewaard hebben we als zeer leerzaam ervaren. De afgelopen maanden hebben wij kennis mogen opdoen over de transitie van een lineaire naar een circulaire economie.

Gedurende de eerste weken van de afstudeerperiode hebben we middels een vooronderzoek onderzoek gedaan naar relevante vraagstukken omtrent de circulaire economie. De kennis die we hebben opgedaan uit het vooronderzoek hebben we gebruikt om een plan van aanpak op te stellen. Vanuit het plan van aanpak is het onderzoek verder uitgewerkt aan de hand van hoofd- en deelvragen.

De taken zijn tijdens de afstudeerperiode gelijkmatig verdeeld over ons drieën. We konden elkaar steunen bij de verschillende taken, omdat we elkaar al kenden en elkaars sterke en zwakke eigenschappen weten. We hebben de samenwerking als prettig ervaren. Het afgelopen half jaar hebben we naar dit eindresultaat gewerkt. De fijne samenwerking en maximale inzet hebben bijgedragen aan een eindresultaat waar we samen trots op zijn.

Joeri Smits, Lois van Schuppen en Willem Rikken

16 Figuren- en tabellenlijst

Figuren:

Figuur 1: The Circle (Topos, 2019)	1
Figuur 2: De lineaire economie (Remkes, 2019)	11
Figuur 3: De circulaire economie (Dr Dragica Marinič, 2002)	11
Figuur 4: The Circular Economy model (Ellen MacArthur Foundation, 2013)	15
Figuur 5: gebaseerd op het 10R-model van Jacqueline Cramer (Van Schuppen, 2019)	37
Figuur 6: Building layers and their expected lifetime according to Duffy (Brand, 1998)	38
Figuur 7: Scriptie circulatie (Smits, 2019)	44
Figuur 8: Infiltratiesysteem (Van Schuppen, 2019)	48
Figuur 9: Losmaakbare verbinding (Lignatur, 2019)	48
Figuur 10: Modules (BAM Modulair, 2019)	48

Tabellen:

Tabel 1: Overzicht bijlage (Smits, 2019)	8
Tabel 2: Traditioneel proces vs circulair proces (Rikken, 2019)	21
Tabel 3: 6 capital's (Rikken, 2019)	22
Tabel 4: Eisen meetbaarheid (Rikken, 2019)	26
Tabel 5: Multicriteria-tabel meetmethodes (Rikken, 2019)	26
Tabel 6: Inhoud materiaalpaspoort volgens ons. Aangepast van Stolk (Smits, 2019)	33
Tabel 7: Belangenoverzicht circulair ontwerpen (van Schuppen, 2019)	39

17 Bibliografie

- encyclo. (2020, 1 2). *Belevingswaarde*. Opgehaald van www.encyclo.nl: <https://www.encyclo.nl/begrip/Belevingswaarde>
- ensie. (2020, 1 2). *gunningscriteria*. Opgehaald van www.ensie.nl: <https://www.ensie.nl/steunpunt-architectuuropdrachten/gunningscriteria>
- eota. (2020, 1 2). 55. Opgehaald van www.eota.eu: <https://www.eota.eu/en-GB/content/how-to-find-a-tab/55/>
- Framework, A. (2019). *Lexicon Circulair Bouwen*. Platform CB'23.
- Korbee. (2020). *Een inventatiserend onderzoek naar een uniforme meetmethode voor circulair bouwen*. Wageningen : Rijksdienst voor Ondernemend Nederland .
- Nen. (2020, 1 2). *Verordening-Bouwproducten-en-productnormen*. Opgehaald van www.nen.nl: <https://www.nen.nl/Normontwikkeling/Hulp-bij-CEmarkering-van-bouwproducten/Verordening-Bouwproducten-en-productnormen.htm>
- NR.305/2011+wijziging574/2014, V. B. (sd). 2014.
- Peters. (2019). *Donorskelet, second that*. Opgehaald van IMd.
- pilz. (2020, 1 2). *standards*. Opgehaald van www.pilz.com: <https://www.pilz.com/nl-NL/knowhow/law-standards-norms/standards>
- recycling. (2020, 1 2). *ladder-van-lansink*. Opgehaald van www.recycling.nl: <http://www.recycling.nl/ladder-van-lansink.html>
- rijksoverheid. (2015). *Circulaire economie in de bouw*. Dodewaard: Rijksoverheid.
- (2014). *Verordening Bouwproducten (EU) Nr. 305/2011+Wijziging 574/2014*.

18 Bijlagen

A1. Literatuurstudie

Uitwerking literatuurstudie Joeri Smits
Uitwerking literatuurstudie Lois van Schuppen
Uitwerking literatuurstudie Willem Rikken

A2. Onderzoek deelvraag 1 Bouwproces

A3. Onderzoek deelvraag 2 Meetinstrument

A4. Onderzoek deelvraag 3 Materialen

A5. Onderzoek deelvraag 4 Materiaalpaspoorten

A6. Onderzoek deelvraag 5 Bouwmethodiek

A7. Onderzoek deelvraag 6 Hergebruik

A8. Samengevoegde interviews

Respondent 1 Dennis Duffels, VBI
Uitwerking Joeri Smits
Uitwerking Lois van Schuppen
Uitwerking Willem Rikken

Respondent 2 Theo van der Meijden en Bart Hellings, Reynaers Aluminium
Uitwerking Joeri Smits
Uitwerking Lois van Schuppen
Uitwerking Willem Rikken

Respondent 3 Robert Hazeleger, BAM modulair
Uitwerking Joeri Smits
Uitwerking Lois van Schuppen
Uitwerking Willem Rikken

Respondent 4 Axel Hendriks, Beelen NEXT
Uitwerking Joeri Smits
Uitwerking Lois van Schuppen
Uitwerking Willem Rikken

Respondent 5 Arend van de Beek, Lagemaat
Uitwerking Joeri Smits
Uitwerking Lois van Schuppen
Uitwerking Willem Rikken

Respondent 6 Mike van Vliet, Alba Concepts
Uitwerking Joeri Smits
Uitwerking Lois van Schuppen
Uitwerking Willem Rikken

Respondent 7 Hubert van Velden, Burgland Bouw
Uitwerking Joeri Smits
Uitwerking Lois van Schuppen
Uitwerking Willem Rikken



Afstudeerbedrijf

Burgland Bouw BV

Bedrijfsbegeleiders

Hubert van Velden
Harm Aantjes

Afstudeerders

Lois van Schuppen
Willem Rikken
Joeri Smits

Opleidingsinstituut

Hogeschool van Arnhem
en Nijmegen

Opleiding

Bouwkunde

Afstudeerbegeleiders

Peter Wienberg
Frits Schultheiss