

DE DUURZAME WOONOPLOSSING

VOOR STARTERS



ANKE THIJSEN - 2087187

TOM SCHOONWATER - 2083932

2017-2018

Avans hogeschool, `s-Hertogenbosch

Afdeling Bouw & Infra, **Bouwkunde – Architectuur**

Naam studenten: Tom Schoonwater & Anke Thijssen

Studentnummers: 2083932 & 2087187

Plaats: `s-Hertogenbosch

Studiejaar: 2017-2018

Stage: Afstudeerstage B11-B12

Eerste Docentbegeleider: Monique Voet

Tweede Docentbegeleider: Ton van de Veerdonk

Onderwijsinstelling: Avans hogeschool

Stagebiedende organisatie: D + B Architecten

Plaats: Arnhem

Naam stagebegeleider: Peter Brouwer

Functie: Architect

Periode: Januari 2017 – juni 2018

VOORWOORD

Voor u ligt de scriptie 'De duurzame woonoplossing voor starters'. Dit afstudeeronderzoek dient als afronding van de opleiding Bouwkunde aan de Avans Hogeschool voor Anke Thijssen en Tom Schoonwater. De scriptie bevat literatuuronderzoek, praktijkonderzoek en een ontwerponderzoek, waarmee de hoofdvraag beantwoord zal worden. In de periode januari 2018 tot en met juni 2018 hebben wij met veel plezier aan dit verslag gewerkt.

Arnhem, juni 2018

Tijdens het schrijven van deze scriptie heeft de heer P. Brouwer van D + B architecten ons begeleid met het onderzoek. Wij hebben vaak met hem op effectieve wijze kunnen sparren over ons onderzoek. Wij willen hem bedanken voor de prettige samenwerking.

Tom Schoonwater

Anke Thijssen

Daarnaast hebben wij begeleiding gehad van mevrouw M.A.J. Voet en de heer A.J. van de Veerdonk vanuit Avans Hogeschool. Wij willen hun danken voor de kritische adviezen die zij gegeven hebben en hun betrokkenheid bij ons onderzoek.

Als laatste willen we beiden onze ouders, vriendin, broertjes, zusje, vrienden en vriendinnen bedanken voor de steun in de afstudeerperiode en het doorlezen van onze stukken.

Wij wensen u veel leesplezier toe.

SAMENVATTING

De bouwsector is verantwoordelijk voor een groot deel van de afvalproductie van de wereld. Om de aarde te kunnen behouden is het belangrijk om over te stappen op duurzaam bouwen. Daarnaast is er een tweede probleem: starters die pas afgestudeerd zijn komen moeilijk aan een woning. De woningen die aangeboden worden zijn veelal te duur of te groot voor deze doelgroep. In deze scriptie wordt onderzoek gedaan naar een oplossing voor beide problemen. Hiervoor is de volgende onderzoeksvraag opgesteld: *‘Wat is een passend ontwerp voor een bijdetijdse starterswoning die voldoet aan de eisen van autarkisch-, circulair-, bio-ecologisch- en biobased bouwen?’*

Om antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvraag, is gebruik gemaakt van twee onderzoeksmethodes: literatuuronderzoek en ontwerp onderzoek.

Uit het onderzoek blijkt dat de definitie van de woorden ‘duurzaamheid’ en ‘starter’ zeer breed zijn. Duurzaamheid kan opgedeeld worden in vijf begrippen: biobased bouwen, bio-ecologisch bouwen, circulair bouwen, verantwoord watergebruik en energie neutraal bouwen. Deze vijf begrippen overlappen elkaar, maar dekken allen niet de volledige betekenis van duurzaamheid. Om die reden is als eerste stap vastgesteld wat duurzaamheid voor dit onderzoek betekent.

Uit het materialenonderzoek blijkt dat nog niet voor elk bouwdeel een duurzaam alternatief bestaat. Onderzoeken naar nieuwe mogelijkheden van materialen zijn op dit moment lopend. Voor de bouwdelen waar geen duurzame variant voor bestaat is de bouw helaas genooddaakt om gebruik te maken van niet-duurzame alternatieve materialen.

Een starter is iemand die zich voor het eerst of opnieuw op de woningmarkt begeeft. Voor dit onderzoek is een starter iemand die pas afgestudeerd is. Uit het onderzoek blijkt dat de doelgroep pas afgestudeerde starter de ambitie heeft om carrière te maken en niet veel leefruimte nodig heeft, omdat deze doelgroep alleen of met een partner samenwoont en over het algemeen (nog) geen kinderen heeft. De huidige starterswoning die aangeboden wordt op de woningmarkt is zowel te groot als te duur voor deze doelgroep.

Uit het onderzoek blijkt dat het ontwerp dat passend is voor deze doelgroep compact, duurzaam, prijsbewust en demontabel moet zijn. Dit vraagt om een ontwerp dat op de millimeter nauwkeurig is ontworpen en waarbij bewust is omgegaan met ontwerpkeuzes om kosten te besparen.

Vanuit deze behoeftes en de uitkomsten van het materialenonderzoek wordt het Programma van Eisen opgesteld. Deze beschrijft de randvoorwaarden voor het ontwerp. In het Programma van Eisen is vastgesteld wat de minimale oppervlakte van de woning moet zijn. Daarnaast is vastgesteld dat de woning demontabel moet zijn en hoe de oriëntatie ten opzichte van de zon het meest optimaal is. Ook is vastgesteld welke type architectuur toegepast gaat worden.

Vanuit het Programma van Eisen is het variantenonderzoek gestart. Hierbij worden verschillende oppervlaktes, indelingen, gevelbeelden en wandopbouwen onderzocht om tot de meest optimale oplossing te komen. Alle concepten en randvoorwaarden uit het Programma van Eisen zijn meegenomen.

In het laatste hoofdstuk wordt het eindontwerp besproken. Het eindontwerp is ontstaan uit de beste onderdelen van de varianten.

TERMINOLOGIE

Architectuur: Architectuur gaat om de kunst en wetenschap achter gebouwde objecten.⁽¹⁾

Autarkisch bouwen: Een autarkisch gebouw is geheel zelfvoorzienend en onafhankelijk op het gebied van energie, voedsel, water en afvalverwerking.

Bijna Energie Neutrale Gebouwen (BENG): Een eisenstelsel waarbij gelet wordt op de maximale energiebehoefte, maximale primair fossiel energiegebruik en minimale aandeel hernieuwbare energie in procenten.⁽²⁾

Biobased bouwen: Bouwen gebaseerd op de natuur. Bijvoorbeeld, bouwen met natuurlijke materialen als grondstof.⁽³⁾

Circulair bouwen: De circulaire economie draait om het slim gebruiken van grondstoffen, producten en goederen, zodat deze oneindig hergebruikt kunnen worden: een gesloten kringloop. Voor gebouwen betekent 'circulair' bijvoorbeeld dat materialen hergebruikt worden, maar ook dat het gebouw flexibel ingezet kan worden.⁽⁴⁾

Definitief Ontwerp (DO): Een ontwerp dat gematerialiseerd is met afleidbare hoeveelheden, afmetingen, vorm, locatie en oriëntatie. Dit ontwerp bevat de volledige informatie ten behoeve van de detaillering.

¹ Ensie. (2015, Maart 30). *Architectuur*. Opgeroepen op Februari 05, 2018, van Ensie: www.ensie.nl/redactie-

² Fiberplast BV. (2017). *Fiberplast BV*. Opgeroepen op Februari 5, 2018, van Fiberplast BV: <https://www.fiberplast.nl/over-ons/>

³ Fiberplast BV. (2017). *Fiberplast BV*. Opgeroepen op Februari 5, 2018, van Fiberplast BV: <https://www.fiberplast.nl/over-ons/>

⁴ MVO Nederland. (sd). *Circulair bouwen*. Opgeroepen op Februari 05, 2018, van MVO Nederland: <https://mvonederland.nl/dossier/circulair-bouwen>

Duurzaam bouwen: Is een container begrip, waarbij de bouwwijze goed doet voor mens en milieu.⁽⁵⁾

Ecologisch bouwen: Energie- en waterbesparend bouwen met zo weinig mogelijk petrochemische materialen of schadelijke stoffen in en rond het gebouw, rekening houdend met de draagkracht van de aarde en met de gerechtvaardigde behoeftes van huidige en toekomstige generaties wereldwijd.⁽⁶⁾

Energie prestatie coëfficiënt (EPC): De EPC-waarde is een dimensie loos getal en is een maat voor de energie-efficiëntie van een gebouw. Hoe lager het getal, hoe energiezuiniger het ontwerp.⁽⁷⁾

Hernieuwbare materialen: Materialen die in de levensduur (vanaf het oogsten en verwerken tot aan de sloop) terug gegroeid zijn in de natuur. Deze materialen behoren daarmee tot de groep afkomstig van een onuitputtelijke bron.

Houtskeletbouw (HSB): Bouwmethode waarbij de dragende delen van het gebouw gemaakt zijn van een houten skelet van balken, kolommen en platen.⁽⁸⁾

NL/SfB codering: Is de officiële Nederlandse versie van de internationaal erkende SfB-classificatie. SfB is de afkorting van het Zweedse comité 'Samarbetskommittén för Byggnadsfragor'.⁽⁹⁾

⁵ Duurzaam thuis. (sd). *Duurzaam bouwen*. Opgeroepen op Februari 05, 2018, van Duurzaam thuis: <https://www.duurzaamthuis.nl/verbouwen/bouwen>

⁶ Vibe. (2012). *Wat is bio-ecologisch bouwen*.

⁷ Ensie. (2016, december 21). *Energieprestatiecoëfficiënt (EPC)*. Opgehaald van Ensie: <https://www.ensie.nl/duurzaam/energieprestatiecoefficient-epc>

⁸ Encyclo. (2009, april 24). Opgeroepen op juni 07, 2018, van Encyclo: <http://www.encyclo.nl/begrip/Houtskeletbouw>

Open Source: De term Open Source wordt gebruikt voor software die kosteloos beschikbaar en te gebruiken is onder voorwaarden die garanderen dat het recht op vrij lezen, distribueren, wijzigen en gebruiken van de software gehandhaafd blijft. De ontwikkeling van Open Source software is afhankelijk van een kritische massa aan gebruikers.

Passief bouwen (passief huis): Een van oorsprong economisch model, ontworpen om het energieverbruik van een gebouw te minimaliseren.

Prototype woning: Dit is een gedetailleerd uitgewerkte woning.

Rc-waarde: Geeft het thermisch isolerend vermogen aan van een bouwdeel. Een hogere Rc-waarde geeft een hoger isolerend vermogen.

Tiny House: Een primaire volwaardige woning op kleine schaal.

⁹Architecten, B. v. (2005, 12). Tabellen. Opgeroepen op 06 03, 2018, van STABU: NL/SfB–Tabellen Inclusief gereviseerde - STABU.org

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord	5	3. Doelgroep.....	36
Samenvatting	7	3.1 Doelgroep.....	37
Terminologie	8	3.2 Functionele & ruimtelijke eisen	38
1. Inleiding.....	12	4. Programma van Eisen.....	41
1.1. Aanleiding	12	4.1. Conclusie inspiratiespel.....	42
1.2. Afbakening onderwerp	14	4.2. Verplaatsbaar/grondgebonden.....	44
1.3. Theoretische en praktische informatie.....	15	4.3. Situering/oriëntatie.....	50
1.4. Huidige stand van zaken binnen de wetenschap.....	16	4.4. Architectuur	53
1.5. Doel, probleemstelling en onderzoeksvragen	16	4.5. Kosten.....	54
1.6. Korte beschrijving van de onderzoeksopzet	17	5. Onderzoek ontwerp	56
1.7. Leeswijzer.....	17	5.1. Concepten	56
2. Duurzaam bouwen.....	18	5.2. Varianten.....	56
2.1. Biobased bouwen.....	19	6. Eindontwerp.....	58
2.2. Bio-ecologisch bouwen	22	7. Conclusie	65
2.3. Circulair bouwen	25	Literatuurlijst.....	66
2.4. Verantwoord watergebruik	28		
2.5. Energie neutrale combinaties	29		
2.6. Conclusie deelconcepten duurzaamheid	33		
2.7. Materialen onderzoek.....	34		

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding

De fossiele brandstoffen worden steeds schaarser en de uitstoot van broeikasgas (CO₂) vormt een oplopend risico voor het milieu. Eén derde van de totale hoeveelheid afval wordt veroorzaakt door de bouwsector, omgerekend is dit een hoeveelheid van 26,2 megaton bouw- en sloopafval in 2015.^[10] Voor de internationale bouwwereld is het van groot belang om naar oplossingen te gaan kijken op het gebied van het verduurzamen van gebouwen en processen.

Op dit moment wordt veel onderzoek verricht naar de duurzaamheid in de bouwsector. Er wordt onderzoek verricht naar de technieken en materialen en hoe deze toegepast worden in de bouwsector. Voornamelijk op het gebied van biobased-, ecologisch-, circulair- en autarkisch- bouwen. Deze ontwikkelingen zijn veelal speculatief en worden vooralsnog weinig toegepast in de bouwsector. Om deze reden en vanwege onze gemeenschappelijke interesses, willen wij onderzoek verrichten naar de ontwikkelingen en technieken die al bestaan en hoe deze toe te passen en te combineren zijn.

Duurzaam bouwen zit nog in de beginfase, omdat het vaak duurder is en nog niet alle mogelijkheden van duurzaam bouwen bekend zijn. In de toekomst zal het duurzaam bouwen belangrijker worden. Bedrijven die wel al duurzaam bouwen hebben hiermee een voorsprong op de bedrijven die het nu nog niet doen. Door goede voorlichting over de mogelijkheden van duurzaam bouwen te geven, kan de bouwsector worden overgehaald om vaker duurzaam te bouwen. Daarnaast wordt duurzaam bouwen goedkoper naar mate het vaker toegepast wordt (door massaproductie). Duurzaam bouwen wordt aantrekkelijker naarmate meer bedrijven duurzaam gaan bouwen.

De gezondheid van de mens gaat achteruit. Dit kan veroorzaakt worden door een slechte kwaliteit van het binnenklimaat, maar ook door de algemeen gebruikte bouwmaterialen. Een slechte kwaliteit woning kan ernstige medische klachten veroorzaken met in het ergste geval zelfs kanker. Een oplossing is nodig om deze leef kwaliteit te verbeteren.

OPRAKEN VAN FOSSIELE
GRONDSTOFFEN



OPWARMING VAN DE AARDE

Afbeelding 1; Oorzaken, eigen ontwerp



WELZIJN VAN DE MENS

¹⁰ Kuit, M. (2010, september 30). *Toename hoeveelheid bouw- en sloopafval*. Opgeroepen op januari 30, 2018, van Cobouw: www.cobouw.nl/bouwbreed/nieuws/2010/09/toename-hoeveelheid-bouw-en-sloopafval-101154891

1.1.1 Persoonlijke aanleiding

Een aantal beslissingen die genomen zijn in dit onderzoek, komen voort uit onze persoonlijke doelstellingen. Met dit onderzoek wilden wij graag ook persoonlijk een aantal dingen bereiken, om op deze manier onze opleiding goed af te ronden en een goede basis te hebben voor onze vervolgopleiding (TUE). De opdracht is mede door deze doelstellingen tot stand gekomen. Om deze redenen zijn onderstaand onze doelstellingen beschreven.

Doelstelling 1: Ontwerp

Ten eerste wilden wij onze creatieve vaardigheden op het gebied van ontwerpen uitbreiden. De bedoeling was om eerst een creatief ontwerp te maken en daarna te toetsen aan wetten en regels. Waar nodig was, werd het ontwerp vervolgens aangepast. Om hier een hoge moeilijkheidsgraad aan mee te geven, willen wij dit creatief ontwerpen combineren met duurzaam bouwen.

Ten tweede wilden wij onze technische vaardigheden op het gebied van ontwerpen uitbreiden. Het ontwerp moest gemakkelijk in de praktijk realiseerbaar zijn en de tekeningen werden op hoge kwaliteit uitgewerkt. De uitdaging was om een definitief ontwerp te realiseren met behulp van duurzame materialen.

Kortom, het doel was om een creatief ontwerp te maken die technisch uitvoerbaar is en voldoet aan de duurzaamheidsaspecten.

Doelstelling 2: Praktijkgerichtheid

Wij wilden een eindproduct opleveren dat gebruikt kan worden in de praktijk. Het is belangrijk dat de informatie die wij hebben onderzocht, gebruikt kan worden door anderen. Dit eindproduct moest representatief zijn, dus professioneel opgesteld op het gebied van inhoud en lay-out. Op deze manier wilden wij de bouw kunnen ondersteunen met onze bevindingen en ideeën.

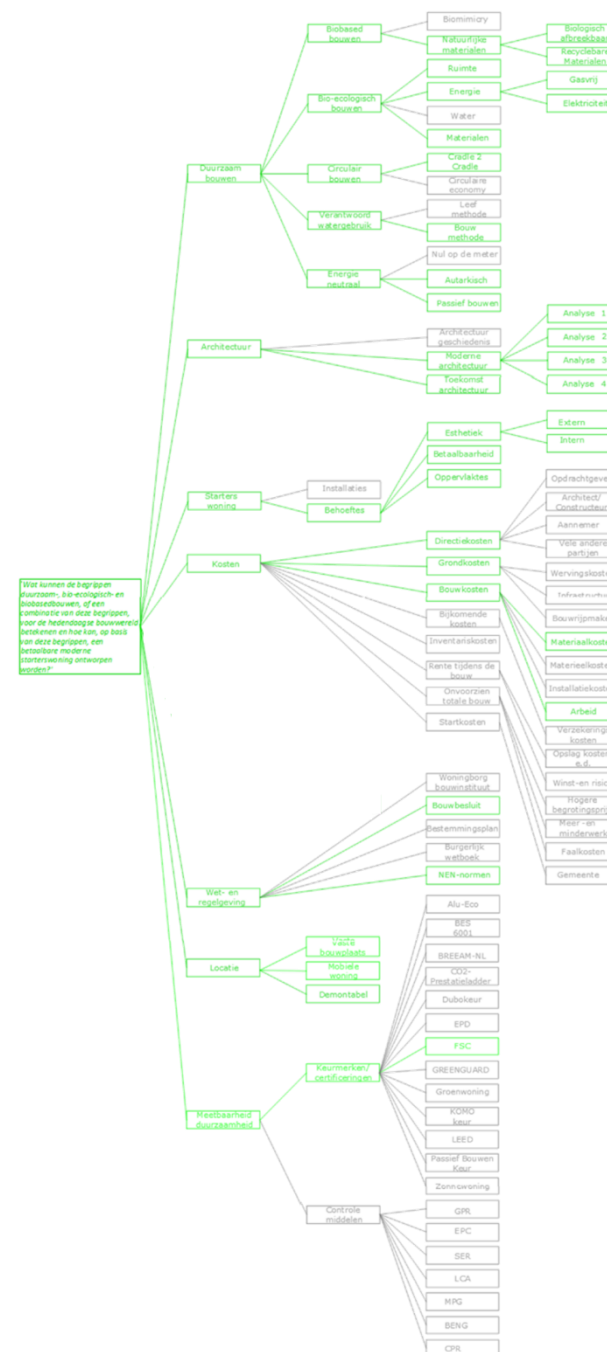
Doelstelling 3: Samenwerking

Samenwerking is erg belangrijk in de bouw, om met alle partijen een goede afstemming te vinden voor het realiseren van een project. Om deze reden is samenwerking belangrijk met elkaar, met ons afstudeerbedrijf, onze hogeschool en diverse (andere) partijen. Voor ons is deze doelstelling belangrijk om een goed uitgewerkt rapport te kunnen schrijven, waarbij alle onderdelen op elkaar aansluiten. Daarnaast zal deze samenwerking, een uitgangspunt zijn om elkaar op een hoger kennisniveau te brengen. Vanuit deze doelstellingen waren wij met al het plezier het onderzoek gestart.

1.2. Afbakening onderwerp

Om dit onderzoek uit te voeren in de periode van het afstuderen, was het afbakenen rondom het onderwerp nodig. Doordat onze hoofdvraag over een breed onderwerp gaat, was het belangrijk om duidelijk te hebben op welke punten wel en niet werd ingegaan. Om een overzicht te creëren en verbanden te leggen, was voor het onderzoek een stromingstabel gemaakt zie tabel 1. Hierin staan alle relevante aspecten rondom het onderwerp. De stromingstabel begint bij de hoofdvraag en splitst zich op in de hoofdonderdelen en hoofdstukken voor het onderzoek. Met kleuren was aangegeven welke onderdelen wel en niet behandeld werden. Groen gemarkeerde vakjes werden meegenomen in het onderzoek. Grijs gemarkeerde vakjes werden niet meegenomen, omdat deze onderdelen bijvoorbeeld niet relevant waren voor het onderzoek of vanwege tijdsgebrek.

In bijlage I: Afbakening stromingstabel, zit een boekje met de afbakening en daarin een uitgebreide versie van de stromingstabel en de onderdelen met toelichting waarom deze punten wel of niet meegenomen werden.



Tabel 1; Stromingstabel, eigen ontwerp

1.3. Theoretische en praktische informatie

Onderzoek naar duurzaam bouwen is van aanhoudend belang tegen het opraken van de fossiele brandstoffen, zoals in het artikel 'Einde fossiele brandstof komt in zicht' van Trouw geciteerd wordt:

'De vraag naar fossiele brandstof bereikt binnen tien jaar een laatste piek, daarna volgt de definitieve neergang. Dat komt niet doordat de olie- en gasvoorraden opraken, stellen onderzoekers van Bloomberg New Energy Finance (BNEF, maar doordat we goedkopere en schonere alternatieven ontwikkelen.'^[11]

Hieruit konden we opmaken dat duurzaam bouwen in de toekomst zeer belangrijk wordt.

Bovendien wordt vanuit de Rijksoverheid gestimuleerd om duurzaam te gaan bouwen, zoals in het artikel 'Duurzaam bouwen' op de site van de Rijksoverheid geciteerd staat:

'Duurzame woningen zijn beter voor het milieu dan traditionele bouw. Duurzaam bouwen bespaart grondstoffen. Duurzame gebouwen zijn energiezuiniger in het gebruik en vaak zijn ze gezonder voor bewoners en gebruikers.'^[12]

In dit artikel staan meerdere voorbeelden beschreven over duurzaam bouwen. De regels om duurzaam te mogen bouwen werden beschreven, de methodes om duurzaam te (ver)bouwen, de subsidies voor duurzaam (ver)bouwen en dat het Kabinet Rutte III, de duurzame energie stimuleert.

Door een onderzoek te starten naar duurzaam bouwen, wilden wij de bouwsector stimuleren om duurzaam te gaan bouwen, door middel van de mogelijkheden van materialen en technieken te laten zien, die op dit moment beschikbaar zijn.

¹¹ Morel, J. (2016, Juni 14). *Einde fossiele brandstof komt in zicht*. Opgeroepen op Februari 06, 2018, van Trouw : <https://www.trouw.nl/groen/einde-fossiele-brandstof-komt-in-zicht~a6aaae3d/>

¹² Rijksoverheid. (sd). *Duurzaam bouwen*. Opgeroepen op Februari 06, 2018, van Rijksoverheid: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzaam-bouwen-en-verbouwen/duurzaam-bouwen>

1.4. Huidige stand van zaken binnen de wetenschap

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland legt in het onderstaande citaat uit dat het op dit moment mogelijk is om woningen biobased te bouwen.

‘Biobased is dé manier van bouwen van de toekomst. We bouwen niet langer huizen en gebouwen op basis van fossiele grondstoffen, maar op basis van biomassa. Goede kwaliteit, een aangenaam woonklimaat en een schonere wereld. Als aannemer of bouwer is dit het moment om een voorsprong te nemen op de concurrentie.’^[13]

Hieruit werd opgemaakt, dat de overheid biobased onderzoeken en bouwen wil stimuleren voor de toekomst. Daarnaast zijn bedrijven die dit al kunnen realiseren, zeer tevreden met de mogelijkheden die duurzaam bouwen met zich meebrengt.

¹³ Biobased demonstratiehuis (2016). [Film].

1.5. Doel, probleemstelling en onderzoeksvragen

Om de mogelijkheden van de duurzame materialen en technieken en de combinaties hiervan diepgaand te onderzoeken, werd een prototype woning ontworpen met deze aspecten erin verwerkt. Dit prototype werd onderverdeeld in fragmenten, omdat op deze manier de fragmenten diepgaand uitgewerkt werden op Definitief Ontwerp niveau. Op deze manier willen wij andere bedrijven stimuleren om duurzaam te gaan bouwen. Het prototype zorgt ervoor dat deze scriptie niet alleen bij een onderzoek blijft, maar ook kan worden toegepast in de praktijk.

Met deze doelstelling zijn wij naar D + B architecten gestapt, omdat zij al enige kennis hebben vergaard over duurzaam bouwen.

Vanuit deze doelstelling zijn we tot de volgende hoofdvraag gekomen:

‘Wat is een passend ontwerp voor een bijdetijdse starterswoning die voldoet aan de eisen van autarkisch-, circulair-, bio-ecologisch- en biobased bouwen?’

Om deze hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn de volgende deelvragen opgesteld:

- ❖ *Waarom is duurzaam bouwen (circulair, bio-ecologisch en biobased bouwen) belangrijk?*
- ❖ *Waarom kiezen voor een starterswoning?*
- ❖ *Wat zijn de mogelijkheden van duurzaam bouwen?(biobased, bio-ecologisch, circulair, verantwoord watergebruik en energieneutraal)*
- ❖ *Hoe zijn vergelijkbare projecten opgebouwd?*
- ❖ *Wat is het Programma van Eisen van een starterswoning voor 2 à 3 personen?*
- ❖ *Hoe ziet een duurzame starterswoning eruit?*
- ❖ *Hoe kunnen wij een duurzame starterswoning ontwerpen?*
- ❖ *Hoe wordt ons ontwerp getoetst?*

1.6. Korte beschrijving van de onderzoeksopzet

Het onderzoek bestaat uit literatuuronderzoek, praktijkonderzoek en ontwerp onderzoek. Het literatuuronderzoek bestaat uit het opzoeken van informatie in boeken of op internet. In dit gedeelte van het onderzoek werden de duurzame materialen en technieken onderzocht en vergeleken. Het praktijkonderzoek bestaat uit het communiceren met leveranciers of andere partijen die te maken hebben met het duurzaam bouwen, maar ook bijvoorbeeld het bezoeken van een beurs of gebouw dat interessant is voor het onderzoek. Daarnaast zal het afstudeerbedrijf de kennis en ervaring ter beschikking stellen.

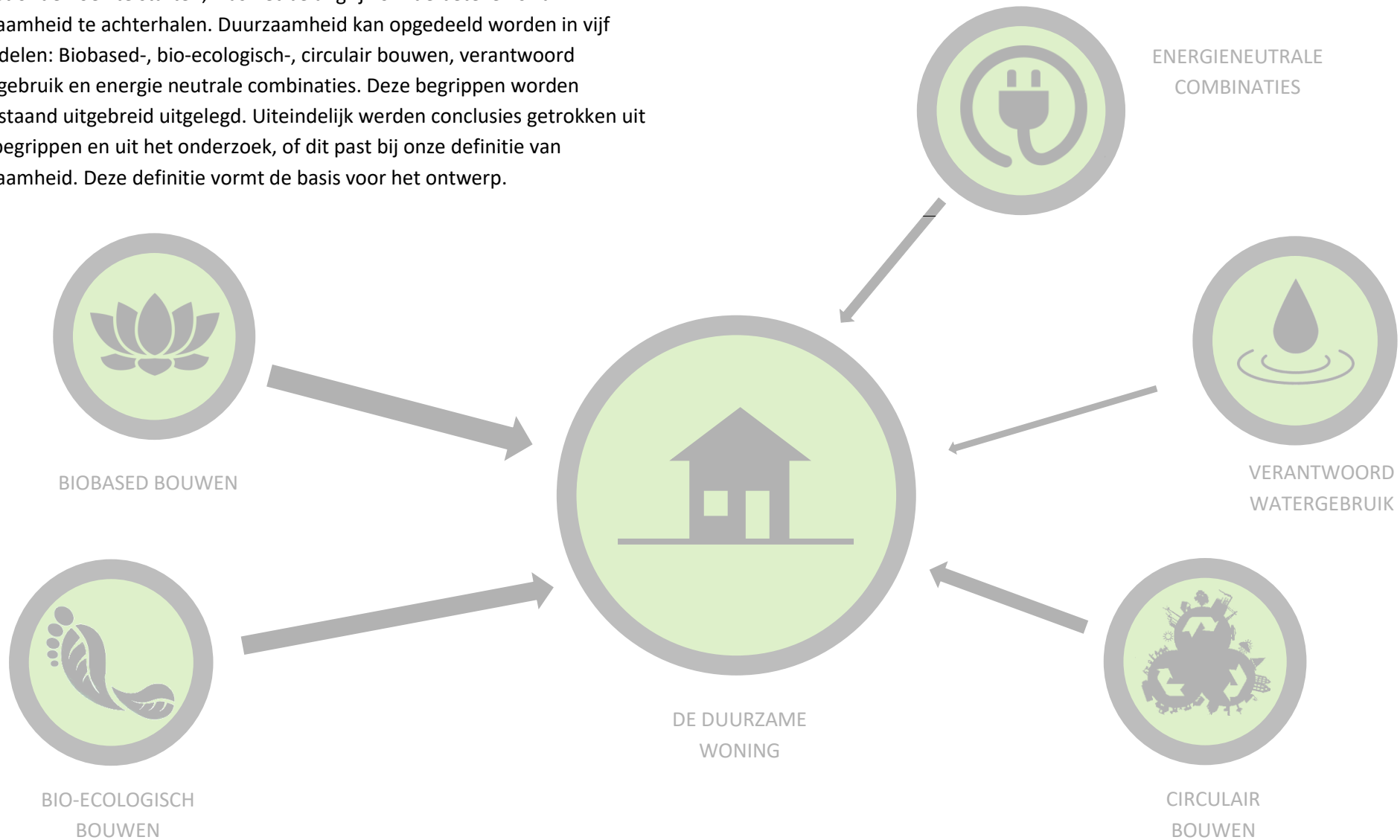
In het praktijkonderzoek werden leveranciers en experts benaderd om informatie over de duurzame materialen en technieken of combinaties te delen, indien deze relevant waren voor het onderzoek. Daarnaast werden verschillende analyses van bestaande projecten uitgevoerd, om de aanwezige kennis te gebruiken voor het eindproduct. Als laatste gaf de prototype woning, de mogelijkheid om op creatieve wijze de opgedane informatie te verwerken tot een maakbaar product. Dit gedeelte werd uitgewerkt door het maken van tekeningen en details.

1.7. Leeswijzer

Dit onderzoek is verdeeld in literatuuronderzoek, praktijkonderzoek en ontwerponderzoek. Hoofdstuk 2 bevat het duurzaamheidsonderzoek, dit valt onder het literatuuronderzoek. Hierin worden de definities van de begrippen vastgesteld en wordt het materialenonderzoek uiteengezet. In hoofdstuk 3 wordt de doelgroep behandeld. Hierin worden de behoeftes van de doelgroep besproken. Dit valt zowel onder het literatuur- als het praktijkonderzoek. Hoofdstuk 4 bevat het Programma van Eisen, dit bevat conclusies van hoofdstuk 3 en voorbereiding voor het ontwerponderzoek. In hoofdstuk 5 start het ontwerponderzoek. Hierin worden de concepten en varianten besproken. Hoofdstuk 6 geeft het eindontwerp weer. Het onderzoek wordt afgesloten in hoofdstuk 7 met de conclusies.

2. DUURZAAM BOUWEN

Om het onderzoek te starten, was het belangrijk om de betekenis van duurzaamheid te achterhalen. Duurzaamheid kan opgedeeld worden in vijf onderdelen: Biobased-, bio-ecologisch-, circulair bouwen, verantwoord watergebruik en energie neutrale combinaties. Deze begrippen worden onderstaand uitgebreid uitgelegd. Uiteindelijk werden conclusies getrokken uit deze begrippen en uit het onderzoek, of dit past bij onze definitie van duurzaamheid. Deze definitie vormt de basis voor het ontwerp.



Afbeelding 2; Duurzaam bouwen, eigen ontwerp



Afbeelding 3; Biobased bouwen, eigen ontwerp

2.1. Biobased bouwen

2.1.1. Wat is biobased bouwen?

Biobased bouwen is een bouwmethode die gebaseerd is op de natuur. Het begrip biobased kan op twee manieren opgevat worden. Enerzijds gaat biobased bouwen over het gebruik maken van biologische materialen die in de natuur gegroeid zijn. Anderzijds is biobased bouwen een methode die gebaseerd is op de natuur. Dit laatste heet 'biomimicry'. Hier wordt niet op ingegaan.

De biobased materialen zijn op twee verschillende manieren in te delen:

Ten eerste de natuurlijk gegroeide materialen. Als voorbeeld wordt een boom genomen. Hiervan zijn alle onderdelen te gebruiken in de bouwsector. De stam van een boom is te gebruiken voor bijvoorbeeld een kolom, wand of het maken van planken, het restmateriaal kan gebruikt worden voor spaanplaten en het zaagsel kan geperst worden tot isolatiemateriaal. Ook andere materialen zoals bamboe, met veel natuurlijke toepassingsmogelijkheden, of restproducten zoals stro, vlas- en hennepvezels. Klei en leem zijn ook na-groeibare grondstoffen in Nederland en kunnen ook als biobased gezien worden, maar dit is niet overal in de wereld het geval.

Ten tweede kunnen biobased materialen ingedeeld worden in kunstmatig gemaakte materialen, gebaseerd op natuurlijke gegroeide materialen. Voorbeelden hiervan zijn plantaardige dakbedekkingen zoals Derbipure of Biofoam geproduceerd uit plantaardige biopolymeren.^[14]

Een belangrijk begrip dat hoort bij het biobased bouwen is de hernieuwbaarheid van de materialen. Hernieuwbare materialen zijn bijvoorbeeld stro of bamboe. Deze materialen groeien even snel of sneller terug in de natuur dan dat de levensduur van de bouwproducten is. Hiermee kan gesteld worden dat het materiaal uit een 'onuitputtelijke bron' komt. Dit is belangrijk, omdat de traditionele bouwmaterialen aan het opraken zijn. Op deze manier wordt de aarde niet uitgeput.

¹⁴ Haas, M. (2015, maart 23). *Wat is nu eigenlijk biobased bouwen?* Opgeroepen op februari 19, 2018, van Duurzaam gebouwd: <https://www.duurzaamgebouwd.nl/visies/20150320-wat-is-nu-eigenlijk-biobased-bouwen>

2.1.2. Waarom wordt nog niet doorgaans biobased gebouwd?

Dit klinkt natuurlijk aantrekkelijk, maar er zijn ook een aantal nadelen van biobased bouwen. Ten eerste zijn de materialen die als biobased gezien worden vaak duurder dan andere bouwmaterialen. Het bewerken van de materialen is vaak duurder. Kosten zijn voor aannemers nog altijd een belangrijke reden om niet van bouwmethode te wisselen.

Het tweede nadeel van biobased bouwen is, dat over de meeste materialen te weinig bekend is. Belangrijke eigenschappen van de meeste materialen zijn nog niet bekend en daarom zijn bouwbedrijven onzeker of biobased bouwen daadwerkelijk geschikt is voor hun bedrijf en hun projecten.

Ten derde dekt het begrip biobased bouwen één belangrijk punt niet. Natuurlijke producten met giftige of toxische eigenschappen voor de mens, kunnen wel degelijk als biobased product gezien worden. Indien de na-groeibaarheid positief is. Een voorbeeld hiervan zijn hennepplanten. Hennepplanten bevatten de stoffen THC en CBD. Het binnenkrijgen van deze stoffen veroorzaken een ontspannen en opgewekte stemming, maar kunnen ook onrust, angstigheid en paranoia opwekken bij sommige mensen. De na-groeibaarheid van hennep is echter zeer goed, de vezels kunnen gebruikt worden voor de structuur van bouwproducten, omdat er nog niet veel mee gebouwd wordt, is het nog niet bekend of de effecten van deze stoffen via de lucht opgenomen kunnen worden. Hieruit kan geconcludeerd worden, dat het product wel biobased kan zijn, maar de gezondheid van de mens mogelijk kan aantasten.

2.1.3. Oplossingen

Zoals eerder is vermeld heeft biobased bouwen ook nadelen. De nadelen die biobased bouwen met zich meeneemt, zijn echter goed te compenseren. Dit zal duidelijk worden uit de onderstaande tekst.

Eerder is vermeld dat biobased materialen in de omloop vaak duurder zijn dan andere bouwmaterialen. Deze kosten zijn hoger doordat de meeste afname van biobased materialen in kleine aantallen zijn. Dit is op te lossen door, biobased producten in grotere hoeveelheden tegelijk te produceren of te laten groeien. Dit maakt het oogsten en verwerken goedkoper. De opdracht om de kosten omlaag te krijgen, ligt dus bij de afnemers van de bouwmaterialen. Het is essentieel dat bouwbedrijven de stap durven te maken om biobased te gaan bouwen en zo de biobased economie van de grond te krijgen.

Ook is te weinig informatie over de eigenschappen van de biobased materialen beschikbaar. Op dit moment zijn partijen zoals Centre of Expertise Biobased Economy (CoE BBE) druk bezig met onderzoek te doen, naar verschillende biobased materialen om deze onwetendheid tegemoet te komen. De weinige informatie die beschikbaar is, weerhoudt bedrijven om over te stappen naar biobased bouwen. De enige oplossing is om proeven uit te voeren om er achter te komen wat de eigenschappen van de materialen nu precies zijn, zodat deze op de juiste manier toegepast kunnen worden.

Het transport wordt niet vaak meegenomen bij de duurzaamheidsberekening. Als voorbeeld wordt het bouwproduct bamboe genomen. De groeitijd van bamboe is korter in Azië vergeleken met Europa vanwege het klimaat. Bamboe moet om deze reden geïmporteerd worden. Bamboe kan in repen gesneden worden om ze vervolgens compacter te kunnen vervoeren, waardoor het transport effectiever ingezet kan worden om de CO² uitstoot tot een minimum te brengen. Ook kan er gekozen worden om uitsluitend lokale materialen te gebruiken, wat de milieuvervuiling van transport nog verder laat afnemen.

Voor de productie van de biobased materialen is relatief veel landbouw oppervlakte nodig om aan de vraag te kunnen voldoen. Die ontstaat zodra alle bouwbedrijven over zouden stappen op biobased bouwen. Men is bang dat dit ten koste gaat van de landbouwoppervlakte, maar de meeste biobased materialen zijn restdelen van planten die op dit moment hoofdzakelijk gebruikt worden voor de voedselproductie. Slechts voor een deel van de biobased productie zal meer landbouwoppervlakte nodig zijn om te voldoen aan de vraag. Daarnaast zullen de industriegebieden die zich bezig houden met het produceren van non-biobased materialen plaats kunnen maken voor het verwerken van de biobased materialen.

Als laatste is 100% biobased bouwen (nog) niet haalbaar. Funderingen en constructieve verbindingen zijn biobased nog niet uitvoerbaar. Het voornaamste constructiemateriaal dat gebruikt wordt bij biobased bouwen is hout. Dit materiaal kan helaas niet gebruikt worden als funderingsmateriaal. Enkel de traditionele materialen bieden uitkomsten voor de fundering. Ook wordt tegenwoordig voor de constructieve verbindingstukken staal gebruikt. Staal is geen biobased materiaal maar levert verreweg het beste resultaat als verbindingmateriaal vanwege de sterke trek eigenschappen die staal op kan nemen. Op dit moment wordt nog onderzoek verricht naar een biobased oplossing.

Momenteel zijn er gebouwen ontwikkeld die voor 70% uit biobased materialen bestaan. De overige 30% bestaat uit de fundering en de verbindingmaterialen die nodig zijn om de woning te bouwen.^[15]

¹⁵ Jansen, K., & Scholtes, R. (2016, Februari). *Is biobased de weg naar een duurzame bouwwereld?* Opgeroepen op februari 19, 2018, van Stedebouw & Architectuur: <http://www.nibe.org/assets/images/content/user/files/SA1-2016-Biobased.pdf>



Afbeelding 4; Bio-ecologisch bouwen, eigen ontwerp

2.2. Bio-ecologisch bouwen

2.2.1. Wat is bio-ecologisch bouwen?

Bij bio-ecologisch bouwen wordt rekening gehouden met vier kernwaarden: het gebruik van ruimte, energie, materialen en water. Deze kernwaarden worden getoetst vanuit milieustandpunten en menselijke gezondheidsstandpunten. Dit heeft als doel een gezonde geest te creëren in een gezond lichaam in een gezond huis in een gezonde leefomgeving.

Ruimtegebruik

Bij het ruimtegebruik wordt nagedacht over het belang van de situering van de bebouwing op de begrippen ecologie en gezondheid gericht. Bij het plaatsen van een bio-ecologisch gebouw, zullen de verplaatsingen beperkt worden. Er zal worden gekeken naar de verweving van functies, de stads- en dorpskernen, het openbaar vervoer, het groen in de omgeving en de oriëntatie. De keuzes worden dus op het vlak van energie, water, materiaalgebruik en de ligging gemaakt.

Energiegebruik

Het energiegebruik bij bio-ecologisch bouwen zal bestaan uit hernieuwbare energiebronnen. Daarnaast zullen de gebouwen een goed isolatievermogen hebben en goede ventilatie hebben om een gezonde luchtkwaliteit te garanderen.

Materiaalgebruik

Er zal zo veel mogelijk gebruik gemaakt moeten worden van bio-ecologische materiaal alternatieven. Deze materialen zullen gemaakt zijn van bijna of volledig onuitputtelijke natuurlijke grondstoffen met een plantaardige, dierlijke en / of minerale oorsprong. Doordat ze geen of zo weinig mogelijk chemische toevoegstoffen bevatten en het milieu zo min mogelijk belasten zijn ze onschadelijk voor de menselijke gezondheid. Grondstoffen en energiebronnen die lokaal beschikbaar zijn, krijgen de voorkeur. Materialen die vanuit een uitputbare bron zijn gemaakt zoals fossiele of petrochemische grondstoffen zullen niet gebruikt worden bij het bio-ecologisch bouwen.

Watergebruik

Het watergebruik omvat het gebied van milieu verantwoord en gezond bouwen een verantwoorde manier van water gebruik. Daarnaast zal er gebruik gemaakt moeten worden van regenwater en/of een kleinschalige waterzuivering. Voorbeelden van toepassingen zijn een dubbele doorspoelknop voor op het toilet en een duurzaam waterreservoir voor de douche.

Hieruit kan geconcludeerd worden dat bio-ecologisch bouwen niet alleen een andere manier van bouwen inhoudt, maar ook de leefgewoonte van de mens verandert.

Kortom bio-ecologisch bouwen houdt in dat zoveel mogelijk materialen worden gebruikt met bijna of volledig onuitputtelijke natuurlijke grondstoffen erin verwerkt, er zal energie- en waterbesparend gebouwd worden en er naar de situering gekeken worden, zodat het gezond is voor de mens en het milieu.

2.2.2. Waarom bio-ecologisch bouwen?

De bouwsector heeft grote invloed op de kwaliteit van de gezondheid en het milieu.

Gezondheid

Gemiddeld brengt een persoon 85 tot 90% zijn tijd binnen door, waarvan 70% in zijn eigen huis. Een gezond binnenklimaat is dus van groot belang. Uit onderzoek is gebleken dat de vervuiling in steden binnenshuis vaak groter is dan buitenshuis. Door deze slechte kwaliteit aan binnenklimaat kunnen vele medische klachten ontstaan, zoals letselschade, allergieën, slaapstoringen, moeheid, prestatievermindering, verandering in gedrag en psychen en in het ergste geval kanker. De slechte kwaliteit aan binnenklimaat bestaat uit, veel vocht en schimmels, huisstofmijten, chemische binnenhuisvervuiling en een groot deel kwam van de algemeen gebruikte bouwmaterialen. Hier kan dus wat aan verandert worden!

Milieu

Ongeveer 40% van alle grondstoffen worden verbruikt door de bouwsector. Daarnaast veroorzaakt het verwarmen van gebouwen meer dan 25% van de CO₂-uitstoot. Dit zijn genoeg redenen om milieu verantwoord en gezonder te gaan bouwen.

2.2.3. Aan welke aspecten moet een bio-ecologische woning voldoen?

Een woning dat goed is voor de gezondheid en het milieu zal voldoen aan de onderstaande punten:

Op het gebied van het binnenklimaat:

- De woning heeft een aangename temperatuur, zowel in de winter als in de zomer.
- De woning is voldoende geventileerd.
- De woning levert voldoende daglicht.
- De woning is vrij van vochtplekken.
- De woning bevat geen schadelijke oude bouwmaterialen.
- De woning is gebouwd met gezonde bouwmaterialen.

Op het gebied van de situering:

- De woning zal geplaatst worden in een stadskern of dorpskern in plaats van lintbebouwing of platteland.
- De woning zal geplaatst worden op een plaats wat toegankelijk is voor openbaarvervoer.

Op het gebied van energiegebruik:

- De woning zal optimaal gebruik maken van zonne-energie. Rekening houdend met de oriëntatie van de woning en gebruik te maken van zonne-energie.
- De energievraag moet zoveel mogelijk beperkt worden door te isoleren, oriënteren en dan pas te verwarmen.

Op het gebied van materiaalgebruik:

- Voor elk materiaal zal er een levenscyclus analyse worden uitgevoerd. (LCA)
- Er zullen hergroeibare materialen worden gebruikt.
- Het socio-ecologische aspect zal bekeken worden, zoals de ontginning van materialen die een ecologische economie bevorderen.
- Er zal gebruik gemaakt worden van groendaken, indien mogelijk.
- Indien renovatie mogelijk, heeft dit de voorkeur bij nieuwbouw.
- Het energiegebruik in het productieproces van een materiaal moet meegenomen worden in de afweging van het materiaal. ⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾

¹⁶ Archi4. (sd). Wat is bio-ecologisch bouwen? Opgeroepen op Maart 19, 2018, van Archi4:
http://www.archi4.be/bio_ecologisch_bouwen.html

¹⁷ VIBE. (sd). Gezond wonen met milieuverantwoorde materialen. . Opgeroepen op Maart 19, 2018, van VIBE:
https://www.vibe.be/wp-content/uploads/2016/06/Gezond_wonen_met_milieuverantwoorde_materialen.pdf



Afbeelding 5; Circulair bouwen,
eigen ontwerp

2.3. Circulair bouwen

2.3.1. Wat is circulair bouwen?

Circulair bouwen is het tegenovergestelde van lineair bouwen. Lineair bouwen houdt in dat de grondstoffen aan de aarde worden onttrokken, deze worden verwerkt in een gebouw, bij sloop wordt er afval overgehouden. Bij circulair bouwen worden de grondstoffen en onderdelen opgenomen in een cyclus. Bij een circulaire economie gaat het

dus om het slim gebruiken van grondstoffen, producten en goederen, met als gevolg dat ze oneindig hergebruikt kunnen worden, waardoor er een gesloten kringloop ontstaat. De basisgedachte van circulair bouwen is dan ook om een gesloten kringloop te vormen. Dit houdt in het blijven gebruiken van de materialen, door middel van bijvoorbeeld recycling, vernieuwing of hoogwaardig hergebruik.

Het sluiten van een kringloop door middel van hergebruik

Gebouwen zullen moeten worden gebouwd, op een manier dat ze over tachtig of honderd jaar gemakkelijk te demonteren zijn. Dit houdt in dat alle onderdelen zo zijn ontworpen dat ze na hun laatste levensfase niet weggewerkt worden als afval. Ze zullen moeten worden hergebruikt of gerecycled worden. Een voorbeeld dat niet zou voldoen, zijn onderdelen die verbonden worden door middel van de verbindingsmiddelen; lijm, kit, cement of PUR. Om de kringloop te kunnen sluiten, zouden deze onderdelen geschroefd of geklikt kunnen worden.

De onderdelen die hergebruikt worden, moeten ook een lange levensduur hebben. Anders is de kans groot dat er geen milieuwinst is, omdat het produceren van een materiaal zoals metaal, staal of aluminium veel energie kost waardoor er vele emissies vrij komen.

Daarnaast moeten de hergebruikte of gerecyclede materialen vrijgemaakt worden van gevaarlijke substanties. In veel bouwmaterialen die gebruikt zijn in het verleden en heden, werden toxische stoffen verwerkt. Om deze materialen mee te nemen in een gesloten kringloop zullen deze gedetoxificeerd moeten worden. Sommige materialen zoals asbest kunnen dus wel circulair zijn, maar kunnen niet gedetoxificeerd worden, waardoor deze materialen alsnog niet goed zijn voor mens en milieu. Om deze reden is het soms lastig om een materiaalstroom te sluiten en daarom zal er bij circulair bouwen ook gebruik gemaakt worden van hergroeibare materialen en restproducten uit de land- en bosbouw.

Het sluiten van een kringloop door middel van hergroeibare en biobased materialen

Materialen met hergroeibare grondstoffen worden aan het einde van hun levensduur opgenomen in natuurlijke kringlopen, dit kan bijvoorbeeld door materialen te composteren. Hierdoor wordt de kringloop gesloten en is het dus circulair als men hergroeibare en biobased materialen gebruikt in de bouw. Naast dat deze hergroeibare en biobased materialen na hun levensduur opgenomen worden in een natuurlijke kringloop, nemen deze materialen gedurende het gehele groeiproces CO₂ op. Daarnaast kunnen deze materialen vaak zonder veel moeite en energie geteeld worden. Dit moet dan wel gebeuren zonder dat het materiaal een schadelijke toevoeging opneemt.

Het sluiten van alle kringlopen

Naast dat de grondstofkringlopen gesloten moeten worden bij het circulair bouwen, geldt hetzelfde voor bijvoorbeeld energie, water en de voeding kringlopen. Deze kringlopen kunnen ook met elkaar overlappen, zodat bijvoorbeeld de reststof bij één kringloop gebruikt kan worden als grondstof bij een andere kringloop. Wat geldt voor deze grondstoffen en hulpbronnen, geldt ook voor de gebouwen zelf.

Een gebouw zou ook flexibel ingezet kunnen worden. Doordat er een flexibele benadering van functies en toepassingen van gebouwen gebruikt wordt, zal de levensduur van een gebouw verlengd worden. Dit houdt in dat bij een wisseling van eigenaar of bestemming het gebouw goed aan te passen is voor hergebruik, in plaats van dat het gebouw wordt gesloopt, leeg staat of een ingrijpende renovatie moet ondergaan.

2.3.2 Waarom circulair bouwen?

De bouw is wereldwijd verantwoordelijk voor:

- 17% van de drinkwaterconsumptie
- 25% van de kap van de bossen
- 33% van de CO2 emissies
- 30-40% van het energieverbruik
- 40% van de afvalproductie
- 40- 50% van het grondstoffenverbruik

Om deze reden wil de overheid dat de Nederlandse economie in 2030 voor 50% circulair is en in 2050 volledig circulair is. Deze wetten zijn nog niet vastgesteld, maar zijn in de maak. De bouw is een grote veroorzaker van het gebruik van grondstoffen, energie en afval. Voor de bouw zijn er een aantal strategische doelstellingen opgesteld in het Rijksbrede programma Nederland Circulair in 2050:

- Er zal vooral gebruik gemaakt moeten worden van hernieuwbare grondstoffen in de woning- en utiliteitsbouw.
- Over de hele levensduur is het materiaalgebruik van het bouwwerk geoptimaliseerd.
- Er moeten zoveel mogelijk CO2-emissies worden gereduceerd, dit geldt voor de productiefase, bouwfase en de gebruiksfase.
- Er zal proactief worden ingespeeld door de bouw op de veranderingen in de samenleving en de vraag van de markt en consument.

Om tot een circulaire economie te komen, zullen de gebouwen vanuit een circulair punt ontworpen moeten worden. Om dit te bereiken zal er als eerste het materiaalgebruik moeten worden geminimaliseerd, ten tweede moeten er materialen gekozen worden met een lage milieu belasting en ten derde moet er nagedacht worden over het materiaalhergebruik na de gebruiksfase.

2.3.3. Waarom wordt er nog niet circulair gebouwd?

Het begrip circulair bouwen komt steeds meer ter sprake in de bouwwereld, maar wordt nog niet veel in de praktijk gebracht. Onderstaand zijn de redenen opgesomd:

Ten eerste is het een kwestie van 'willen'. De mensheid heeft het in zich om niet te willen veranderen, omdat we dat eng vinden. Er worden dus vaak nieuwe oplossingen verzonnen om niet te hoeven veranderen. Daarnaast voelt de mens zich individueel vaak niet verantwoordelijk voor het milieuprobleem. In de bouwwereld moet men zich ook meer verantwoordelijk gaan voelen, dus grondstoffen gebruiken die niet verloren gaan. Het is dus een kwestie van niet afwachten op andere maar zelf actie ondernemen en verantwoordelijk voelen.

Ten tweede is er een gebrek aan samenwerking. Partijen durven nog niet circulair te bouwen, omdat nog niet alles mogelijk is om circulair uit te voeren. Om deze reden laten ze het idee al snel gaan. Om dit probleem op te lossen, zullen partijen meer moeten samenwerken en overleggen om samen tot een goed eindresultaat te komen.

Ten derde blijven onderliggende belangen onbesproken. Alle mogelijkheden qua ontwerp wordt vaak niet met de klant besproken. Alles zal besproken moeten worden, zodat duidelijk is wie wat wil en kan.

Ten vierde wordt de bouwwereld tegengehouden door beperkende werking door de huidige contracten. De contracten sluiten niet goed aan op het principe circulair bouwen. De focus wordt gehouden op het nakomen van verplichtingen. Er zal dus meer focus gelegd moeten worden op het proces in plaats van op de verplichtingen.

Als laatste past het circulair bouwen nog niet in ons wereldbeeld. Om op een andere manier te willen gaan bouwen, moet men eerst een andere kijk naar de wereld hebben.

2.3.4. Aan welke aspecten moet circulair bouwen voldoen?

Circulair bouwen zal aan de onderstaande principes voldoen:

- Er zullen zo weinig mogelijk primaire grondstoffen gebruikt worden bij het vervaardigen van bouwmaterialen;
- Er zal een gesloten kringloop ontstaan, doordat de materialen op de juiste plaats en met de juiste bouwtechniek worden ingezet;
- Bij nieuwbouw zullen er geen bouwproducten met een gevaarlijke stof erin verwerkt worden gebruikt. Wanneer een gebouw wordt gesloopt of gedemonteerd zullen de gevaarlijke stoffen uit de kringloop gehaald worden;
- Materialen zullen op een makkelijke manier uit een nieuwbouw project gehaald moeten worden;
- Gebouwen zullen flexibel moeten worden ontworpen, zodat deze na gebruik door een nieuwe gebruiker ook een andere functie aan gegeven kan worden.⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾

¹⁸ Bouwwereld, R. (2017, 12 06). *Waarom circulair bouwen belangrijk is*. Opgeroepen op 02 02, 2018, van Bouwwereld: <https://www.bouwwereld.nl/nieuws/waarom-circulair-bouwen-belangrijk-is/>

¹⁹ Gebouwinzicht. (2016, 06 02). *Blog: Transparantie in duurzaam gebouwbeheer*. Opgeroepen op 02 11, 2018, van Gebouwinzicht: <https://gebouwinzicht.nl/wat-is-circulair-bouwen-nu-precies/>



Afbeelding 6; Verantwoord watergebruik, eigen ontwerp

2.4. Verantwoord watergebruik

In dit subhoofdstuk wordt uitgezocht waarom verantwoord watergebruik belangrijk is en wat het precies inhoudt, maar ook wat de bouw voor invloed heeft op dit gebruik.

2.4.1. Wat is verantwoord watergebruik?

Verantwoord watergebruik is bedoeld om bewust om te gaan met water. Hierbij is belangrijk om geen water te verspillen of water te vervuilen. Water is immers de belangrijkste grondstof voor de mens.

In een gemiddeld huishouden verbruiken de wasmachine en douche samen ongeveer 80% van het totale watergebruik. Doordat dit de grootste verbruikers zijn, kan hier veel bespaard aan worden. Om deze reden worden bijvoorbeeld campagnes gehouden om mensen bewust te maken dat minder lang douchen veel energie kan schelen en beter is voor het milieu.

De bouwsector kan ook verminderen in de hoeveelheid water die gebruikt wordt bij het bouwproces. Bijvoorbeeld bij het aanmaken van metselcement en beton wordt water gebruikt. Door bijvoorbeeld te bouwen met biobased materialen en minder gebruik te maken van materialen zoals beton kan het waterverbruik in de bouwsector terug gedrongen worden tot een minimum.

Daarnaast moet de bouwsector bewust omgaan om het vervuilen van (grond) water tegen te gaan. Bijvoorbeeld bij het lekken van chemische stoffen of andere stoffen die schadelijk zijn voor de mens en opgenomen kunnen worden door het grondwater.

Het reinigen van water wordt gedaan door toevoegingen van chemicaliën. Deze chemicaliën zijn slecht voor de gezondheid van de mens, om deze reden moet dit voorkomen worden. Ook bijvoorbeeld wasmiddelen kunnen het water vervuilen, door stoffen te gebruiken die gemakkelijk gefilterd kunnen worden, wordt de mensheid beschermd.

2.4.2. Waarom is verantwoord watergebruik duurzaam?

Uit cijfers van een onderzoek van de Technische Universiteit Delft blijkt dat tussen de 20% en 47% van het gasverbruik in een huishouden, gebruikt wordt om water te verwarmen. Het warme water wordt op zijn beurt gebruikt voor bijvoorbeeld douchen, afwassen of voor de wasmachine. Door verantwoord gebruik te maken van onder andere warm water kan het energieverbruik en de energiekosten enorm terug gedrongen worden.^[20]

In het kader van duurzaam bouwen is een verlaging van het gasverbruik essentieel voor een goed milieu. In het regeerakkoord van januari 2018 is vastgesteld dat alle nieuwbouwwoningen geen gebruik meer mogen maken van een CV ketel op gas. Door het verminderen van het gebruik van water, vooral warm water, kan het gasverbruik terug gedrongen worden tot een minimum. Voor het opwarmen van water kan een elektrische boiler gebruikt worden.

²⁰ TU Delft. (2010, maart 29). Hoeveel energie gebruik ik waarvoor. Opgehaald van TU Delft: www.otb.tudelft.nl/fileadmin/Faculteit/Onderzoeksinstituut_OTB/Onderzoek/Onderzoek_en_advies/Onderzoeksthema_s/Nederlands/Duurzame_woningkwaliteit/Duurzaam_en_gezond_wonen/De_ond erzoeken_binnen_de_groep_Duurzaam_en_Gezond_wonen/Energie_en_comfort/doc/4_stap1_EH29 mrt10.pdf



Afbeelding 7; Energie neutrale combinaties

2.5. Energie neutrale combinaties

De energie neutrale combinaties zijn onderverdeeld in autarkisch bouwen en passief bouwen.

2.5.1. Autarkisch

Een woning kan op vele verschillende manieren duurzaam worden uitgevoerd, zoals energieneutraal, een passief huis of nul-op-de-meter. Autarkisch bouwen is ook een manier om een woning duurzaam uit te voeren. Autarkisch bouwen kan ook gezien worden als zelfvoorzienend leven.

Wat is autarkisch bouwen?

Met autarkisch bouwen wordt er respect getoond voor de natuur. Het gaat over een levensstijl, waarbij wordt geprobeerd het evenwicht tussen mens en natuur te herstellen. Een autarkisch gebouw is geheel zelfvoorzienend en onafhankelijk op het gebied van energie, voedsel, water en afvalverwerking.

Autarkisch wonen is in principe niet iets nieuws, de mensheid van vroeger leefde namelijk al autarkisch. Het verschil met vroeger is dat tegenwoordig men individueler wil leven.

Bij autarkisch wonen wordt er gebruik gemaakt van oneindige energiebronnen, afbreekbare materialen en recycling. Door deze aspecten wordt het milieu verbeterd.

Waarom autarkisch bouwen?

Naast dat duurzaam bouwen goed voor het milieu en de mens is, heeft het autarkisch bouwen nog een ander groot voordeel. Door de exponentiële groei van de mensheid heeft er zich een enorme sprong in de bouwwereld plaatsgevonden. Alles is efficiënter geworden en men kan gaan en staan waar men wilt. Als nadeel hiervan is de mensheid erg afhankelijk van elkaar. Men is bijvoorbeeld afhankelijk van de energie. Men heeft deze zaak niet in eigen handen en verliest hierdoor de vrijheid. Het autarkisch bouwen verwijst dan ook naar de drang van onafhankelijk zijn, vooral van de energiemaatschappij. Bij het autarkisch wonen, kunnen de bewoners zelf de mate van afhankelijkheid en milieubelasting bepalen door de levensstijl aan te passen. Elke bewoner heeft zijn eigen levensstijl en duurzaamheidswensen.

Welke mogelijkheden zijn er bij autarkisch bouwen?

Er zijn twee manieren om autarkisch te leven. Ten eerste kan de luxe worden beperkt. Ten tweede kan er een wil naar onafhankelijkheid zijn. Hier wordt gezocht naar de nieuwste technologische ontwikkelingen om zelfvoorzienend te kunnen leven. Dit betekent niet dat zelfvoorzienend leven een achteruitgang hoeft te zijn op het gebied van luxe en comfort, maar de luxe en comfort kan ook juist vooruitgaan.

Waarom wordt er nog niet veel autarkisch gebouwd?

Ten eerste is er een gebrek aan kennis. Veel bouwbedrijven hebben nog niet de kennis voor deze vorm van bouwen. Slechts enkele bedrijven in Nederland hebben de kennis om autarkisch te bouwen.

Ten tweede houdt de regelgeving het soms tegen. Het is vanuit de (lokale) regelgeving niet altijd mogelijk om volledig autarkisch te bouwen. Dit komt doordat het bijvoorbeeld niet altijd mogelijk is om het regenwater op te vangen en te zuiveren.

Aan welke aspecten moet een autarkische woning voldoen?

- De woningen moeten zo gesitueerd worden, dat de woningen door de oriëntatie optimaal gebruik kunnen maken van de zon. Hier moeten passieve warmtewinsten uitgehaald worden en het natuurlijke lichtinval moet de benodigdheden van kunstlicht verminderen.
- Er moet zo min mogelijk energieverlies gecreëerd worden op het buitenoppervlakte/volume- verhouding. Compact bouwen is dus belangrijk.
- Om zo min mogelijk energie van buitenaf nodig te hebben, moet de woning goed geïsoleerd zijn en een luchtdichte buitenschil hebben.
- Indien men een houtkachel gebruikt, moet men zelf het gekapte hout aanplanten, zodat het CO₂-neutraal gebouwd is.⁽²¹⁾

²¹ Stomphorst, M. (2016, 02 18). Autarkisch bouwen? Zeg maar zelfvoorzienend leven. Opgeroepen op 02 11, 2018, van Dutch Design Studio: <http://www.dds-bta.nl/duurzaamheid/autarkisch-bouwen-zeg-maar-zelfvoorzienend-leven/>

2.5.2. Passief bouwen



Afbeelding 8; Passief bouwen, eigen ontwerp

In 1991 ontwikkelde bouwfysicus dr. Feist het eerste passieve huis. Dit concept is in eerste instantie ontwikkeld om economische redenen, om geld te besparen op de maandelijkse woonlasten. Later is dit door de bouw opgepakt als energie besparende optie. Passief bouwen bestaat uit zes principes die ervoor zorgen dat er geen tot weinig installaties nodig zijn om een woning te verwarmen.

De volgende zes principes worden gebruikt bij passief bouwen:

1. Goede isolatie. Door het toepassen van goede isolatie wordt het warmte verlies in een gebouw drastische verlaagd en kost het minder energie om een gebouw op temperatuur te houden. Met andere woorden vormt het een fijner binnenklimaat.
2. Luchtdichtheid. Passief bouwen gaat uit van geen ventilatie lekken. Dus geen grote of kleine openingen waar lucht door kan ontsnappen. Dit wordt vaak gecontroleerd door een “Blow through test” uit te voeren. Hierbij wordt het gebouw opgewarmd en van buitenaf met een infrarood camera bekeken of er ergens lekken zijn.
3. Voorkomen van koude bruggen. Net zoals bij de luchtdichtheid en de goede isolatie zijn koude bruggen een oorzaak van warmte verlies. Door tijdens het ontwerpen en het bouwproces de koude bruggen te minimaliseren wordt het warmteverlies in een gebouw drastisch verminderd.
4. Kwalitatief goede ramen. Vaak wordt in passieve gebouwen drie-dubbel-glas toegepast om het warmte verlies door de ramen te verminderen. Glas is namelijk geen goede warmte isolator. Door tussen de lagen glas een laag stilstaande lucht te hebben kan er voldoende isolerend vermogen worden opgewekt om de warmte in het gebouw te houden.
5. Goede oriëntatie en schaduwvorming. Door een overstek te maken voor raampartijen wordt er zonwering gecreëerd die ervoor zorgen dat het gebouw in de zomer koel is, maar in de winter, als de zon lager staat, het toe laat om zonlicht, door het glas, het gebouw te verwarmen.
6. Gebruik maken van een WTW-systeem. WTW staat voor warmte-terugwin systeem. Deze installatie wordt aangesloten op het ventilatiesysteem van het gebouw. Door de warme lucht die uit het gebouw gelaten wordt, de koude lucht die het gebouw in komt te laten verwarmen, gaat minder van de warmte verloren door de lucht die naar buiten gaat en hoeft de koude lucht van buiten minder verwarmt te worden.

Door alle principes toe te passen in een gebouw, kan het energieverbruik voor het verwarmen van het gebouw met 90% verminderd worden. De overige 10% wordt opgewekt door de warmte uitstoot van de gebruiker van het gebouw, de installaties en verlichting in het gebouw en de zon die van buitenaf verwarmd.^[22] Om deze redenen wordt passief bouwen veelal toegepast in de utiliteitsbouw, maar kan net zo effectief zijn in de woningbouw. Met toevoeging van een warmtepomp en vloerverwarming kan in de woning een aangenaam klimaat worden gecreëerd.

²² Eich, H.-J. (Producent). (2018). *Passive house explained in 90 seconds [Film]*. Opgeroepen op maart 19, 2018, van <https://player.vimeo.com/video/74294955>

Alles bij elkaar heeft passief bouwen dus veel voordelen, maar natuurlijk neemt passief bouwen ook nadelen met zich mee. Namelijk:

- Passief bouwen is duurder. Over het algemeen is passief bouwen ongeveer 10% duurder dan de standaard bouwmethodes, maar deze kosten kunnen over een tijdsperiode terug verdiend worden door de vermindering van het energiegebruik. Na deze periode is passief bouwen winstgevend.
- Beperkt aanbod. Op dit moment zijn weinig bouwbedrijven gespecialiseerd in passief bouwen of maken er gebruik van. Dit heeft invloed op de prijs en zorgt ervoor dat deze manier van bouwen duurder is. Deze “bouwmethode” vereist immers vakkennis en expertise.
- Tot slot geeft passief bouwen een hogere milieubelasting. Er is immers meer materiaal nodig voor bijvoorbeeld de isolatie van het gebouw. Deze materialen nemen meer transport kosten met zich mee en hebben op die manier een hogere milieubelasting. Door optimaal gebruik te maken van het transport kan de milieubelasting verminderd worden. Dit kan behaald worden door bijvoorbeeld meer materiaal tegelijk te vervoeren als de opslagruimte dit toe laat.^[23]

²³ Simons, K. (2015, november 07). Een passiefhuis: de voor- en nadelen. Opgeroepen op maart 19, 2018, van Homify: <https://www.homify.nl/ideabooks/189694/een-passiefhuis-de-voor-en-nadelen>

2.6. Conclusie deelconcepten duurzaamheid

Op basis van de resultaten van het literatuuronderzoek naar de deelconcepten die onder duurzaamheid vallen, wordt in dit subhoofdstuk de conclusie gevormd. Voor het ontwerp van de starterswoning die als eindproduct gemaakt zal worden, formuleren wij onze definitie van het woord duurzaamheid. Een aantal van de punten van de deelconcepten overlappen, maar andere punten spreken elkaar tegen. Deze definitie bevat, wat de belangrijkste punten zijn, rondom duurzaamheid zonder tegenstrijdigheden.

Duurzaam bouwen betekent voor in dit onderzoek:

1. De juiste materialen en technieken toepassen
 - Gebruik maken van hernieuwbare materialen zonder toxische eigenschappen. Minimaal 70% van het gebouw moet hiervan gemaakt zijn.
 - Gebruik maken van materialen en technieken die niet schadelijk zijn voor de gezondheid van de mens en milieu.
 - Het (grond)water mag niet vervuild raken
2. Alle kringlopen sluiten
 - Op basis van grondstoffen van materialen. *Indien mogelijk gebruik maken van hernieuwbare materialen.*
 - Op basis van de flexibiliteit van een gebouw. *De gebruiksfunctie moet veranderd kunnen worden zonder aanpassingen.*
 - Grijs water hergebruiken of reinigen
 - Huis- tuin- en keukenafval omzetten tot grondstoffen
3. Zelfvoorzienend wonen
 - Op basis van energie
 - Op basis van water
 - Op basis van voedsel
 - Gebruik maken van situering en oriëntatie
4. Positieve bijdrage leveren
 - Het ondersteunen van biodiversiteit
 - Het reinigen van de omgeving

Onze definitie omvat alle sterke punten van de deelconcepten en breidt uit op de punten waar nog iets ontbreekt. Op basis van deze definitie van duurzaamheid zal het ontwerp van de starterswoning worden gemaakt.

2.7 Materialen onderzoek

In dit subhoofdstuk wordt het onderzoek naar geschikte materialen gestart. Om te beginnen is het belangrijk om onderscheid te maken in de onderdelen van een woning. Ieder onderdeel heeft andere eigenschappen en eisen. Om die reden wordt het gebouw ingedeeld aan de hand van de NL-SfB codering. Deze codering maakt onderscheid in de onderdelen van een gebouw op basis van nummers. Een aantal onderdelen zijn in de tabel hieronder te zien, zie tabel 2. De codering wordt landelijk vaker gebruikt voor projecten, maar ook bij het gebruik maken van BIM (Build Information Model).

11	Bodemvoorzieningen	23	Vloeren	33	Vloeropeningen
13	Vloeren op grondslag	24	Trappen en hellingen	34	Balustrades en leuningen
16	Funderingsconstructies	27	Daken	37	Dakopeningen
17	Paalfunderingen	28	Hoofddraagconstructies	38	Inbouwpakketten
21	Buitenwanden	31	Buitenwandopeningen	41	Buitenwandafwerkingen
22	Binnenwanden	32	Binnenwandopeningen	42	Binnenwandafwerkingen

Tabel 3; NL-SfB-codering, eigen ontwerp

De NL-SfB-codering gaat ook in op afwerkingen van wanden en vloeren zoals hierboven te zien is. Die diepgang is voor dit onderzoek niet van belang. Om deze reden worden enkel de volgende onderdelen meegenomen in het onderzoek; 13, 16, 21 t/m 23, 27, 31 en 32.

De volgende stap is om te kijken welke eigenschappen van een materiaal belangrijk kunnen zijn. Per bouwdeel is een tabel gemaakt met daarin de mogelijk interessante materialen en de eigenschappen, die belangrijk zijn voor dat specifieke bouwdeel, waarop deze materialen worden getoetst. Deze tabellen zijn te vinden in bijlage II: Materialen onderzoek. De opbouw van de tabellen is te zien in tabel 3.

NL-SfB CODERING	
CRITERIA/EIGENSCHAPPEN	
CONSTRUCTIEF/NIET CONSTRUCTIEF	

Tabel 2; NL-SfB Codering opbouw tabellen, eigen ontwerp

Nadat de tabellen ingevuld zijn worden de materialen getoetst. Om gewogen scores te krijgen is het belangrijk om onderscheid te maken tussen belangrijke en minder belangrijke eigenschappen van de materialen. Daarom wordt het volgende scoresysteem gehanteerd;

- Als een eigenschap van een materiaal als een van de beste uit de test komt, wordt dit vakje groen gekleurd.
- Als een eigenschap van een materiaal niet als een van de beste uit de test komt, wordt dit vakje rood gekleurd.
- Als een eigenschap van een materiaal niet bekend is wordt deze ingevuld met N.B. en het vakje grijs gekleurd.
- Alle eigenschappen die belangrijk zijn voor dat bouwdeel worden geel omlijnd. De scores die aan deze eigenschappen worden toegekend tellen zwaarder mee in de eindscore.
- Alle eigenschappen die groen gekleurd zijn krijgen een score +1.
- Alle eigenschappen die groen gekleurd zijn en geel omlijnd krijgen een score +2
- Alle eigenschappen die rood gekleurd zijn krijgen een score -1.
- Alle eigenschappen die rood gekleurd zijn en geel omlijnd krijgen een score -2
- Alle eigenschappen die grijs gekleurd zijn krijgen een score +0.
- Alle eigenschappen die grijs gekleurd zijn en geel omlijnd krijgen een score -1

In de tabel is het scoresysteem toegelicht zie tabel 4.

NL-SfB CODERING																			
		CRITERIA/EIGENSCHAPPEN																	
CONSTRUCTIEF / NIET CONSTRUCTIEF	MATERIALEN																		

Tabel 4; NL-SfB Codering opbouw tabellen, eigen ontwerp

De eindscore bepaalt uiteindelijk of het materiaal voldoet of niet. Deze scores zijn echter vastgesteld op de eisen die voor het onderzoek als belangrijk worden gezien. Mogelijk wordt een ander project met andere eisen op een andere manier beoordeeld, waardoor de eindscores niet overeen komen. De eindscores van de materialen worden voor het onderzoek meegenomen in de afweging welke materialen gekozen zullen worden. Om in één oog opslag te kunnen zien welke materialen voor dit onderzoek geschikt zijn, worden staafdiagrammen toegevoegd in de bijlage II: Materialen onderzoek

Deze materialen zullen dan ook met voorkeur gekozen worden tijdens het uitwerken van het eindontwerp.

3. DOELGROEP

In dit hoofdstuk is onderzoek verricht naar de doelgroep. Als eerste werd de definitie van een starter vastgesteld. Daarna werd gekozen welk type starter als doelgroep gebruikt is. Ten tweede werd de huidige starterswoning geanalyseerd. Zoals die op de woningmarkt aangeboden wordt. Hierna werden de functionele en ruimtelijke behoeftes opgesteld door middel van een inspiratiespel. De conclusies zijn in het Programma van Eisen verwerkt.



3.1 Doelgroep

De definitie van het begrip ‘starter’ is vrij algemeen. Het Centraal Bureau voor de Statistiek geeft een definitie van het begrip ‘starter’. Deze is als volgt:

“Een huishouden dat na verhuizing hoofdbewoner van een woning is en dat nieuw gevormd is (huwelijk, samenwonen, scheiding, zelfstandig wonen) of geïmmigreerd, of voor de verhuizing geen hoofdbewoner van een woning was.”
[24]

Zoals te zien is wordt er geen onderscheid gemaakt tussen bijvoorbeeld een starter die voor het eerst samen gaat wonen en een starter die zojuist gescheiden is en daarom op zichzelf gaat wonen. Echter zijn de behoeftes die bij deze verschillende doelgroepen naar voren komen verschillend. Zo kan een starter die net van zijn of haar opleiding af komt geen behoefte hebben aan een extra slaapkamer, maar een starter die bezig is met gezinsuitbreiding kan deze behoefte wel hebben.

Het begrip ‘starter’ kan worden opgedeeld in de volgende categorieën*:

- Pas afgestudeerde starter
- Zelfstandig wonende starter
- Samenwonende starter zonder kinderen
- Samenwonende starter met kinderen of kindwensen
- Getrouwde starter
- Gescheiden starter
- Geïmmigreerde starter

*Alle categorieën kunnen verder onderverdeeld worden in met- en zonder kinderen. In kader van ons onderzoek krijgt alleen de categorie samenwonende starters een toevoeging zoals hierboven.

²⁴ Centraal Bureau voor de Statistiek. (sd). Begrippen. Opgeroepen op maart 06, 2018, van cbs.nl: <https://www.cbs.nl/nl-nl/onze-diensten/methoden/begrippen?tab=s#id=starter--woningmarkt-->

In dit onderzoek wordt in gegaan op de doelgroep ‘pas afgestudeerde starter’ met mogelijke partner. Dit heeft de volgende redenen:

1. De doelgroep ligt het dichtste bij ons

In deze doelgroep zouden wij ons het makkelijkste kunnen inleven. Niet alleen op het gebied van functionele & ruimtelijke eisen, maar ook op het gebied van esthetische eisen.

2. Op de woningmarkt is vraag naar een nieuw concept starterswoning

Afgestudeerde kunnen momenteel lastig aan een lening komen, omdat deze doelgroep vaak nog geen vast arbeidscontract heeft. Daarnaast zijn de leningen die afgesloten moeten worden om een woning te financieren te hoog, waardoor het ondenkbaar wordt om een woning te kopen. De woningen zijn te groot voor een afgestudeerde en daarmee onnodig duur.^{[25][26]}

3. Deze doelgroep heeft en krijgt het meest te maken met duurzaamheid

Dit is de doelgroep die zich veel bezig houdt met de nieuwste technologieën en ontwikkelingen. Zij staan hier het meest open voor, omdat zij de generatie zijn die met milieubewustheid (ontstaan eind 1980) zijn opgegroeid en hier het meeste belang bij voelen.

Door deze redenen sluit het onderzoek perfect aan op de doelgroep.

²⁵ Korsuize, S. (2015, april 25). Afgestudeerden hebben niet, ook geen kamer meer. Opgeroepen op maart 08, 2018, van NRC: <https://www.nrc.nl/nieuws/2015/04/25/afgestudeerden-hebben-niets-ook-geen-kamer-meer-1491872-a1331153>

²⁶ Schonewille, G. (2016, augustus 10). Na de studentenkamer: kopen of huren? Opgeroepen op maart 08, 2018, van NIBUD: <https://www.nibud.nl/consumenten/studentenkamer-kopen-huren/>

3.2 Functionele & ruimtelijke eisen

3.2.1. Behoeftes

Uit onderzoek van het Bouwfonds MAB Ontwikkeling is gebleken dat starters, in het algemeen, minder kritisch zijn dan doorstromers, voor wat betreft de locatie. Voor de meesten is de locatie minder van belang, wel wordt er nauwkeurig naar de buurten gekeken, een sterk verpauperde wijk zal een starter ook niet voor lief nemen. Een rumoerige omgeving zullen starters als minder negatief punt opvatten.

Uit onderzoek is gebleken dat 75% van de starters, die in een stedelijk gebied een woning zoeken, een woning met een tuin willen. Aan deze eis kan niet vaak worden voldaan, waardoor de starters worden doorverwezen naar de appartementensector.

Een starter gaat er over het algemeen vanuit dat ze niet lang in de woning blijven wonen, hierdoor is de grootte van de woning ook minder van belang. Voor de starters staat de prijs van de woning voorop, een goedkope woning zal hun voorkeur hebben, hierna volgt de locatie en de buurt en dan pas de kwaliteit of grootte van de woning.^[27]

Voordat het Programma van Eisen kan worden opgesteld, wordt eerst geanalyseerd wat op dit moment als starterswoning aangeboden wordt. Uit deze analyses kunnen mogelijke eisen voor het Programma van Eisen gehaald worden. De analyses zijn te vinden in Bijlage III: Starterswoning analyses.

Uit deze starterswoninganalyses zijn de belangrijkste kenmerken over het ontwerp op het gebied van plattegronden en gevels opgesteld:

Plattegronden:

- Deze zijn op een middenwoning van een rij huizen gebaseerd. De reden dat de woning aangrenzend aan andere woningen ontworpen wordt, is omdat rijtjeswoningen goedkoper te bouwen zijn.
- Hieruit is op te merken dat de opbouw van de woningen grotendeels hetzelfde is. Onder andere de oppervlakte en de aantallen van de ruimtes.
- De hal biedt toegang tot de wc, de trappen naar boven en beneden en de overige kamers. Verder is op te merken dat bij elk ontwerp één of twee kleine slaapkamers zijn opgenomen. Deze kamers zijn bedoeld voor eventuele gezinsuitbreiding.

Gevels:

- De gevels hebben een eenvoudige indeling. Er zitten weinig tot geen ornamenten in de gevels verwerkt. Mogelijk dat er behoefte is aan een strakke uitstraling of op dit gebied bespaard zal worden op de kosten.^[28]

²⁷ Bouwfonds MAB. (2005). Dossier Starters op de woningmarkt. Opgeroepen op maart 08, 2018, van Bouwfonds MAB: <https://www.bpd.nl/media/83823/naw-19-dossier-bpd.pdf>

²⁸ Ontwikkelen, J. B. (sd). Starterwoning. Opgeroepen op Maart 06, 2018, van Janssen Bouwen Ontwikkelen : <http://www.janssenbo.nl/Variant/Starterwoning>

Conclusie starterswoninganalyse:

1. Veel opties

Het valt op dat zowel bij de plattegronden als de gevels die de bedrijven aanbieden, de starters veel verschillende mogelijkheden aangeboden krijgen. Dit ontstaat mogelijk doordat starters de behoefte hebben om hun woning persoonlijker te maken. Het vermoeden dat de uitstraling aan de straatkant van de starterswoning belangrijk is voor de kopers wordt bevestigd door de meerderheid van verschillende type voorgevels die de bedrijven aanbieden ten opzichte van de hoeveelheid achtergevels. Hieruit kan worden opgemaakt dat uitstraling naar de buitenwereld belangrijk is, ook al is de plattegrond, los van de locatie in de rij en het type, nagenoeg hetzelfde zijn.

2. Ontworpen voor samenwonenden met kinderen of kinderwensen

Het meest opvallende van de gehele analyse is dat de starterswoning, zoals deze gedefinieerd is, vrijwel altijd ontworpen wordt voor samenwonenden met kinderen of kinderwensen. Zoals eerder werd vermeld kunnen de behoeftes van de verschillende doelgroepen die onder een starter vallen verschillen. Vandaar dat de doelgroep waar wij in dit onderzoek mee verder gaan, een ander woningconcept wenst.

Om een beeld te krijgen wat de behoeftes zijn van een pas afgestudeerde starter, is een klein onderzoek verricht naar hun woonbehoeftes. Door middel van een inspiratiespel die bestaat uit de algemene ruimtes van een woning, in verschillende grootte en met symbolische prijzen, werd geprobeerd een beeld te krijgen, hoe afstudeerders een woning vormgeven. Door het onderzoek te hebben gedaan bij afstudeerders, die voor de fase afgestudeerde starter zitten, was hun mening minder beïnvloed door wat al op de woningmarkt werd aangeboden, omdat zij hier tot dusver nog niet mee bezig zijn geweest. Hierdoor werd een overzicht gecreëerd over de belangen van deze doelgroep.

3.2.2 Het inspiratiespel

Het doel van het spel was om een idee te krijgen welke ruimtes belangrijk zijn voor starters en op welke ruimtes bespaard zouden worden als kosten een belangrijke rol spelen bij het zoeken naar een woning. Daarnaast was het ook belangrijk om de verbanden tussen ruimtes en de schakeling in een woning bloot te leggen. Dit spel werd uitgevoerd door het maken van een puzzel. Deze puzzel bestaat uit puzzelstukjes van de 'normale type' woonruimtes (woonkamer, keuken, slaapkamer enz.) in verschillende maten met daaraan verbonden symbolische prijzen.

Deze prijzen zijn niet de daadwerkelijke vierkante meter prijzen van zulke ruimtes, maar eerder een symbolische prijs die de verhoudingen van de ruimtes weergeeft. Het getal was ontstaan door het aantal vierkante meters te vermenigvuldigen met € 320. Dit getal is symbolisch en komt niet overeen met de daadwerkelijke vierkante meter prijs.

Op de puzzelstukjes is ook een interieur indeling te zien. De indeling was om een visueel beeld te creëren voor de personen die de puzzel maken. Daarmee gezegd was de indeling niet onveranderbaar, maar simpelweg een indicatie om aan te geven wat allemaal in de ruimte paste.

Aan de afstudeerders werd gevraagd of zij een plattegrond wilden maken van de woning die zij zouden willen kopen na het afstuderen als kosten wel meespelen in de beslissingen. Hieruit werd naar verwachting bespaard op extra ruimtes zoals een extra slaapkamer of een kantoor/hobbyruimte, maar ook op de oppervlakte van de verblijfsgebieden. Nadat de afstudeerder de puzzel had gemaakt werd hiervan een foto gemaakt om het vast te leggen. Deze zijn in Bijlage IV: Inspiratiespel.

Daarna werd dezelfde vraag voorgelegd aan de afstudeerders, maar deze keer hoefde zij niet te letten op de kosten. Hieruit zou naar verwachting vaker gekozen worden voor een extra ruimte of een groter vloeroppervlakte vergeleken met het spel hierboven. In theorie zouden de afstudeerders de plattegrond ontwerpen van de woning met alle wensen die zij zouden hebben voor een woning.

Achteraf werd gevraagd naar de motivatie achter de gemaakte keuzes aan de afstudeerders om dieper in te duiken in de beslissingen van de starters.

Door dit spel uit te voeren en beide uitkomsten van de plattegronden te combineren en te vergelijken, kon uiteindelijk een vlekkenplan ontworpen worden. Deze legde de onderlinge verhoudingen tussen ruimtes en gewenste ruimtelijkheid bloot, die voldoet aan de wensen van een pas afgestudeerde starter. De uitwerking van het inspiratiespel staat verwerkt in tabellen zie Bijlage IV: Inspiratiespel.

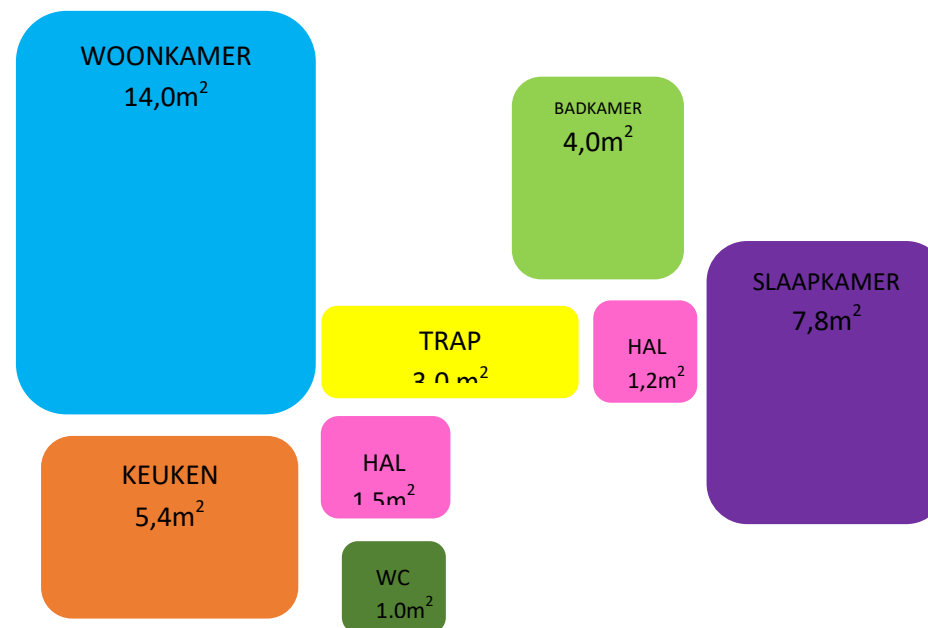
4. PROGRAMMA VAN EISEN

In dit hoofdstuk komen de conclusies van de vorige hoofdstukken en nieuwe onderzoeken bij elkaar, om een Programma van Eisen te vormen voor het ontwerp onderzoek. Vanuit het inspiratiespel werden de functionele en ruimtelijke eisen opgesteld. Daarnaast werd onderzocht wat voor type woning ontworpen werd en hoe de clustering van meerdere woning in zijn werkt gaat. Ook werd een keuze gemaakt in het type architectuur die voor het ontwerp werd gebruikt. Als laatste werden de belangrijkste kostenposten onderzocht en hoe deze verminderd kunnen worden. Aan het einde van dit hoofdstuk werden de randvoorwaarden voor het ontwerp duidelijk en kon gestart worden met het ontwerp onderzoek.

4.1. Conclusie inspiratiespel

Vanuit het inspiratiespel zijn overzichtstabellen gemaakt die in Bijlage IV: Inspiratiespel zitten. Hierin staan de aantallen en type ruimtes die gekozen zijn door de afstudeerders. De ruimtes die het meest gekozen werden, vormden de basis voor onze vlekkenplannen. Ook werd de schakeling tussen de ruimtes verwerkt vanuit het inspiratiespel naar het vlekkenplan. Op deze manier ontstonden twee vlekkenplannen die hieronder te zien zijn. Bij het eerste vlekkenplan moesten afstudeerders rekening houden met de symbolische prijzen van de ruimtes en het bedrag dat zij maximaal voor hun woning uit wilden geven. Bij het tweede vlekkenplan hoefden de afstudeerders geen rekening te houden met de symbolische prijzen van de ruimtes. De verschillen tussen de vlekkenplannen laten zien wat de doelgroep het belangrijkste vindt.

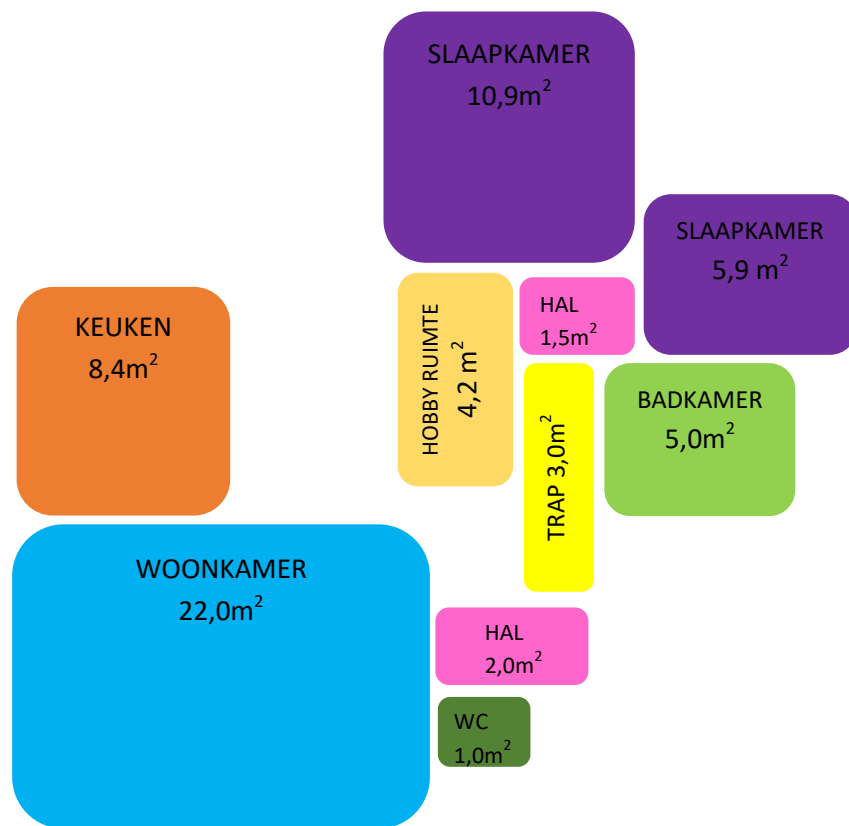
4.1.1. Vlekkenplan starterswoning puzzel (met symbolische prijs)



Figuur 1; Vlekkenplan met symbolische prijs, eigen ontwerp

Enkel benodigde ruimtes werden meegenomen in dit ontwerp. Echter werd voor de verblijfsruimtes (woonkamer, keuken & slaapkamer) vaak meer ruimte gewenst dan het minimale. Dit vlekkenplan heeft een bruto vloeroppervlakte van rond de 38 m² zie figuur1.

4.1.2. Vlekkenplan starterswoning puzzel (zonder symbolische prijs)



Figuur 2; Vlekkenplan zonder symbolische prijs, eigen ontwerp

Niet alleen benodigde ruimtes werden meegenomen in dit ontwerp, maar ook een aantal extra ruimtes. Deze extra ruimtes bestaan vaak uit hobby ruimtes, slaapkamers of een extra grote badkamer. Dit ontwerp is toekomstgericht. De doelgroep denkt hier langer te blijven wonen, vandaar dat ook andere ruimtes werden toegevoegd. Daarnaast werd over het algemeen ook gekozen voor meer beweegruimte. Niet alleen voor de verblijfsruimtes, maar ook voor bijvoorbeeld de badkamer. Dit vlekkenplan heeft een bruto vloeroppervlakte van 64 m² zie figuur 2.

Kortom, de verschillen tussen de vlekkenplannen zitten voornamelijk in de hoeveelheid en afmetingen van de verblijfsruimtes. Dit komt, omdat men met twee verschillende gedachtes de woningen heeft ontworpen. In eerste instantie moest men letten op het geld. Men kon bij dit ontwerp niet in alle luxe voorzien worden. De verblijfsruimtes zijn voor de doelgroep de belangrijkste ruimtes van de woning, daarom werd over het algemeen gekozen voor de middenmaat. Zodra de doelgroep geen rekening hoefde te houden met de symbolische prijzen, kozen zij over het algemeen voor een ontwerp waar de doelgroep voor een langere tijd in wilde wonen. Een ruimere opzet in de plattegrond had de voorkeur.

Eén aspect wat ook bij beide woningen opviel, is dat over het algemeen gekozen werd voor een woning met twee bouwlagen. Een appartementsvorm had niet de voorkeur. Daarnaast viel een aspect op met betrekking tot de schakeling van de ruimtes. Bijna alle ruimtes werden namelijk geschakeld aan een verkeersruimte.

Voor het ontwerp vormde het vlekkenplan met symbolische prijs de basis. Indien mogelijk werd het vlekkenplan zonder symbolische prijs geïmplementeerd om een comfortabele woning te creëren.

4.2. Verplaatsbaar/grondgebonden

De omgeving van een woning is belangrijk. Pas afgestudeerde starters hebben behoefte aan verschillende voorzieningen in de omgeving. Een van de eisen is dat werk goed toegankelijk moet zijn. Een locatie of eigenlijk de plek waar de woning staat hoeft niet altijd grondgebonden te zijn. De woning kan ook demontabel of verplaatsbaar zijn. In dit hoofdstuk werden deze opties onderzocht. De conclusie bepaalde wat voor soort woning het eindontwerp werd.



Afbeelding 10; Verplaatsbaar/grondgebonden, eigen ontwerp



Afbeelding 11; Grondgebonden
woning, eigen ontwerp

4.2.1. Grondgebonden

Grondgebonden woningen zijn woningen waarvan een van de bouwlagen aansluit op het maaiveld. Meestal hebben ze een terras of tuin bij de woning. Starterswoningen, zoals ze op de markt aangeboden worden, zijn over het algemeen grondgebonden woningen. Een belangrijk kenmerk van grondgebonden woningen is dat deze niet verplaatsbaar zijn.

De voordelen van grondgebonden woningen zijn dat ze veel ruimte en privacy bieden aan de gebruiker. Grondgebonden woningen bestaan doorgaans uit twee of drie bouwlagen en

bevatten meerdere slaapkamers en een ruime woonkamer. Een voordeel van deze type woningen is dat deze woningen over het algemeen een oprit en parkeerplaats hebben. Ideaal voor het veilig parkeren van een auto of ander vervoersmiddel.

Daarnaast hebben grondgebonden woningen het voordeel dat, naast de privacy die ze hebben in de woning, ook een sociale gemeenschap gevormd wordt in de buurt waar de woning staat.

Grondgebonden woningen hebben een hogere milieubelasting dan andere type woningen, doordat het gebouw in de grond verankerd zit en gebruik maken van milieubelastende materialen.

De grond waarop de woning staat moet gekocht worden bij de gemeente. Deze grondkosten zijn een opmerkelijk deel van de totale bouwsom. Om de bouwkosten te verminderen is het verstandig om een andere vorm van locatie te gebruiken waarbij deze grondkosten deels of in het geheel wegvallen.



Afbeelding 12; Verplaatsbaarheid,
eigen ontwerp

4.2.2. Verplaatsbaarheid

De toekomst verandert, zo ook de vraag naar woningen. De woningvraag is momenteel hoog, maar zal naar ongeveer 20 jaar weer dalen. Daarnaast is het belangrijk om rekening te houden met vergrijzing, vereenzaming, klimaatverandering en vluchtelingenopvang. Hier moet goed op ingespeeld worden, zodat de mens en het milieu gelukkig en gezond blijven en de investeringen niet voor niets gedaan worden. Om deze reden worden goedkopere woningen geplaatst, met weinig comfort en die snel weer

af te breken zijn. Deze oplossing is voor korte levensduur, kan moeilijk worden aangepast en is slecht voor het milieu. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de toekomst vraagt om een structurelere en flexibelere aanpak van woningbouw.

De oplossing voor dit probleem kan worden vertaald naar verplaatsbare woningen, kleine woningen die volledig zelfvoorzienend zijn. Deze woningen kunnen gemakkelijk getransporteerd worden en zo in een ander gebied worden geplaatst.⁽²⁹⁾

²⁹ Doodeman, M. (2017, 08 11). 'Verplaatsbare huizen vliegen de fabriek uit'. *Opgeroepen op 03 01, 2018, van Cobouw*: <https://www.cobouw.nl/woningbouw/nieuws/2017/07/verplaatsbare-huizen-vliegen-de-fabriek-uit-101251118>

Tiny House

De Tiny Houses zijn ontstaan rond de jaren van de financiële crisis (2008). Het is een beweging die over is komen waaien uit Amerika.

Wat is een Tiny House?

Een Tiny House is een primaire, volwaardige woning op kleine schaal. Deze woningen worden gebouwd met het principe dat men genoeg moet nemen met de onderdelen die daadwerkelijk belangrijk zijn. Hierdoor ontstaat er een eenvoudiger leven die minder is gericht op consumeren en die een kleine ecologische voetafdruk met zich meeneemt. Bij de woningen wordt efficiënt gebruik gemaakt van ruimte en worden innovatieve technologieën toegepast. De woningen hebben een oppervlakte van maximaal 50 m², zijn idealiter zelfvoorzienend, hebben een goede esthetische als bouwtechnische kwaliteit en functioneren als full-time bewoonbare woning.

Naast de Tiny Houses bestaan er ook Micro Houses and Small Houses. De Micro House is een woning die geschikt is om mee te reizen, dus mobiel. De Small House is een woning die groter is dan een Tiny House en op een fundering gebouwd moet worden.⁽³⁰⁾⁽³¹⁾

³⁰ Pellemans, J. (2016, 10 16). *Ondernemer. Opgeroepen op 01 18, 2018, van Heeft de kleinehuisjestrend een toekomst?*: <https://www.deondernemer.nl/nieuwsbericht/120104/heeft-de-kleinehuisjestrend-een-toekomst>

³¹ *Onderzoek naar verplaatsbaarheid verplaatsbare woningen. (2010, 05 03). Opgeroepen op 02 06, 2018, van BOUW&WONEN*: <https://www.bouwenwonen.net/artikel/Onderzoek-naar-verplaatsbaarheid-verplaatsbare-woningen/25129>

Wat zijn de voordelen van een Tiny House?

Vanuit Tiny Houses analyses zie Bijlage V: Tiny House zijn de volgende conclusies te trekken;

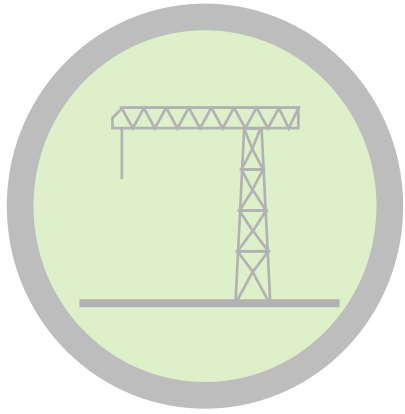
- Men heeft meer vrijheid
Als men wil verhuizen, kan het huis meegenomen worden naar de nieuwe locatie. Deze vrijheid spreekt mensen aan. Daarnaast hoeven mensen zich niet druk te maken over hoge woonlasten die gemaakt worden als men ondertussen op vakantie is.
- Men leeft eenvoudiger
In een kleinere woning kunnen minder spullen opgeborgen worden, zodat een simpeler leven geleid wordt, waarbij de focus ligt op wat men daadwerkelijk belangrijk vindt. Kortom, door minder afleiding wordt bewuster geleefd en kunnen de hobby's makkelijker nagestreefd worden.
- Het duurzaamheidsaspect
De mensheid krijgt steeds meer door dat niet goed omgegaan wordt met het milieu, hier moet wat aan gedaan worden. Als men zelf zo duurzaam mogelijk gaat wonen en leven, wordt beter omgegaan met het milieu. Bij de bouw van een Tiny House wordt twee keer zo weinig afval geproduceerd dan bij de bouw van regulier huis. Daarnaast wordt minder energie en water verbruikt.
- Hogere esthetische kwaliteit
Tiny Houses worden gebouwd met hun aandacht gericht op het woonplezier en niet op de verkoopwaarde. De huizen worden vaak gebouwd door kleine bedrijven, die veel oog hebben voor de kwaliteit. Daarnaast zijn de woningen kleiner en wordt de focus gelegd op de esthetische afwerking.

- Kost minder geld
Een Tiny House kost in het algemeen al minder, maar heeft ook nog eens lagere woonlasten, doordat het verbruik van gas, water en licht veel lager is. Ten tweede kunnen er minder spullen in de woning geplaatst worden, om deze reden zullen mensen keuzes moeten maken en zo minder consumeren.
- Neemt minder tijd in beslag
Doordat de woning minder kost en minder hoge woonlasten heeft, kan men minder gaan werken, waardoor men meer vrije tijd heeft. Daarnaast zorgt de kleine woning voor minder werk aan onderhoud, waardoor er meer tijd vrijkomt.
- Betere sociale verbinding
Doordat de woning klein is, zal men meer tijd buitenshuis doorbrengen. Dit komt door bijvoorbeeld dat men niet alle zaken thuis kan uitvoeren en daarvoor naar buiten moet.

Rekening houdend met dat het ontwerp zowel klein en compact wordt, kunnen een aantal van de bovenstaande aspecten meegenomen worden in het ontwerpproces. Het duurzaamheidsaspect speelt een grote rol in het ontwerp, net zoals de kosten. Vandaar dat deze aspecten meegenomen zullen worden.⁽³²⁾⁽³³⁾

³² Gerard (Regisseur). (2017). *Mill Home - Huizenjacht SBS 6 Tiny House straatje* [Film].

³³ Lena. (2017, 06 05). *Zelfvoorzienend eiland Utopia*. Opgeroepen op 05 03, 2018, van Waldenstudio: <http://www.waldenstudio.nl/het-eiland-utopia/>



Afbeelding 13; Demontabel, eigen ontwerp

4.2.3. Demontabel

Een ander type woning is een demontabele woning. Een demontabele woning geeft de mogelijkheid om, zodra de woonlocatie verandert, de woning uit elkaar te halen en te verplaatsen naar een nieuwe gewenste locatie.

Voor het onderzoek was het de vraag of starters een demontabele woning als een optie overwegen. Het geeft de mogelijkheid om het bezit van de starter in één keer op te pakken en mee te nemen naar een andere locatie.

De bouwmethode bij een demontabele woning is veelal prefab. Bij prefab bouwen worden de elementen van tevoren in een werkplaats of fabriek geprefabriceerd. Deze hoeven later alleen met behulp van een kraan op de juiste plek gezet te worden. Deze manier van bouwen is tijdbesparend en brengt minder technische fouten met zich mee wegens hoge precisie van apparaten die niet op de bouwplaats beschikbaar zijn.

Bij demontabele geprefabriceerde woningen wordt de energiezuinigheid en bouwsnelheid gepromoot. Dit zijn de ijzersterkte speerpunten waarmee prefab bouwen zich afzet tegen de andere bouwmethode.

Zijn er varianten op demontabele woningen?

Een variant op een demontabele woning is het 'doe-het-zelf woning' concept. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een "Open Source". Via een "Open Source" kan een ontwerp naar een lokale lasersnijder verstuurd worden die deze uit snijdt. Met behulp van een handleiding kunnen deze uitgesneden stukken in elkaar gezet worden tot een woning.

WikiHouse is een voorbeeld van zo'n woning. De site dient als open source waar verschillende ontwerpen te vinden zijn. Naast het basisontwerp, dat geleverd wordt vanuit WikiHouse, kunnen alle gebruikers eigen ontwerpen uploaden en delen met het netwerk. Het is mogelijk om deze ontwerpen te downloaden en naar eigen hand te zetten door aanpassingen te doen. Het enige wat daarna nog uitgevoerd moet worden, is de woning in elkaar te zetten door middel van de handleiding die bij de geprinte stukken zit.

Mocht de woning te klein worden, dan kan simpelweg een extra deel aan de woning toegevoegd worden door extra delen te printen.^[34]

Een aantal van deze woningen zijn gerealiseerd. Om dit concept plan technisch toe te kunnen passen, zullen lokale voorzieningen open gesteld moeten worden voor het gebruik.

³⁴ Wikihouse. (2018). Homepage . Opgeroepen op 03 08, 2018, van Wikihouse: <https://wikihouse.cc>

4.2.4. Conclusie verplaatsbaar/grondgebonden

In het onderstaande overzichtsschema zijn de grondgebonden, verplaatsbare en demontabele woningen getoetst op de naar onze mening belangrijkste aspecten. Deze aspecten zijn tot stand gekomen door de definitie van duurzaamheid en de behoeftes van starters. Een “X” betekent dat dit voldoet. Een “/” betekent dat het deels voldoet. Geen tekens betekent dat dit niet voldoet. De beoordeling volgt uit de vergelijkingen die met elkaar zijn gemaakt. De tabel hieronder geeft overzicht over het geheel, zie tabel 4.

Aan de hand van deze tabel kon geconcludeerd worden dat demontabele woningen het beste type woning is voor deze doelgroep.

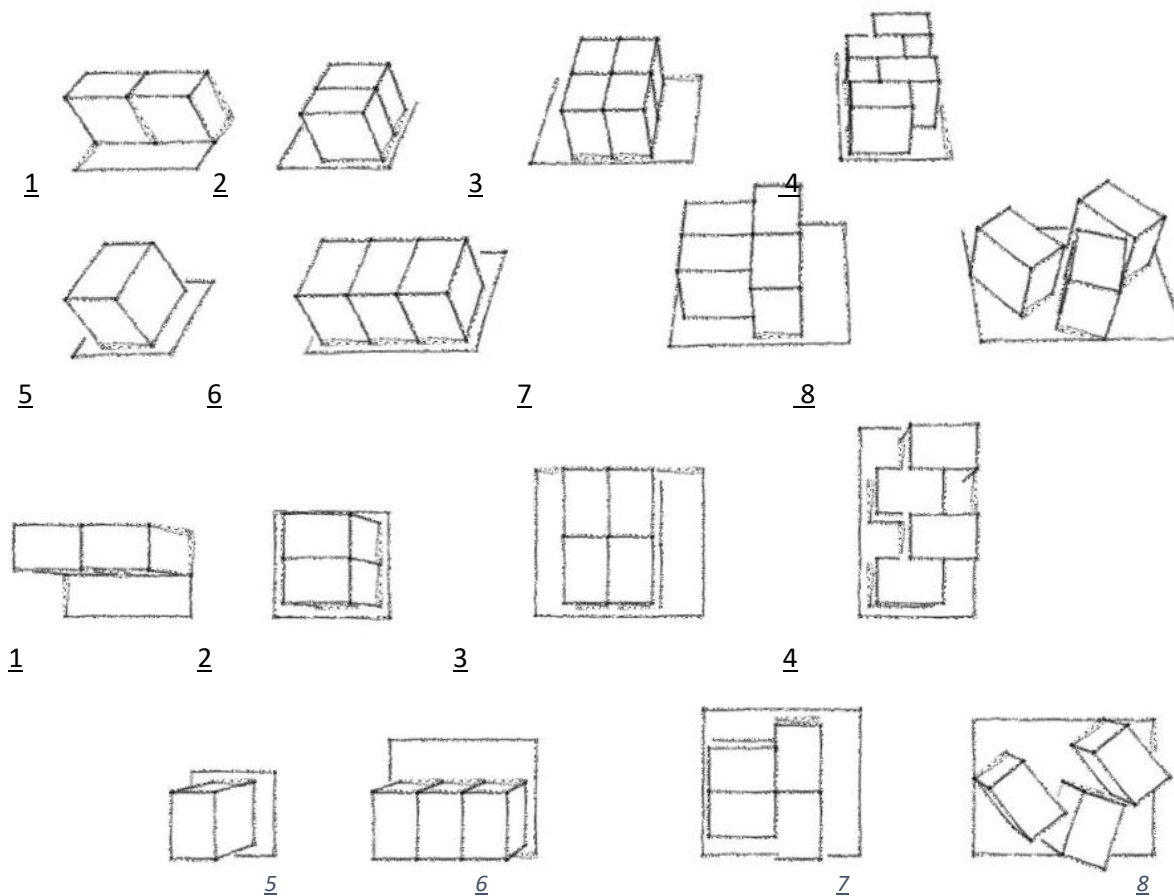
			
	GRONDGEBONDEN	VERPLAATSBAAR	DEMONTABEL
VERPLAATSBAAR		X	X
UITBREIDBAAR	X		X
GEEN GRONDAANTASTING		X	/
LICHTЕ CONSTRUCTIE		X	X
MOGELIJKHEID TUIN	X	X	X
RUIMTELIJKHEID	X		X
VERSCHILLENDE ARCHITECTUUR STIJLEN	X	X	X
LAGE KOSTEN		X	X

Tabel 5; Conclusie verplaatsbaar/grondgebonden, eigen ontwerp

4.3. Situering/oriëntatie

Voor het ontwerp is het belangrijk om rekening te houden met de situering en oriëntatie. De volgende punten spelen hier een grote rol in: zichtlijnen, richtlijnen, windrichtingen, voorzieningen en kavelvorm / grootte.

Vanuit het volgende onderzoek werd een situatie opgesteld waar het ontwerp geplaatst wordt. Als eerste waren een aantal mogelijke schakelingen / kavelvormen opgesteld. De voor-en nadelen werden vervolgens per vorm behandeld, zie afbeelding 14.



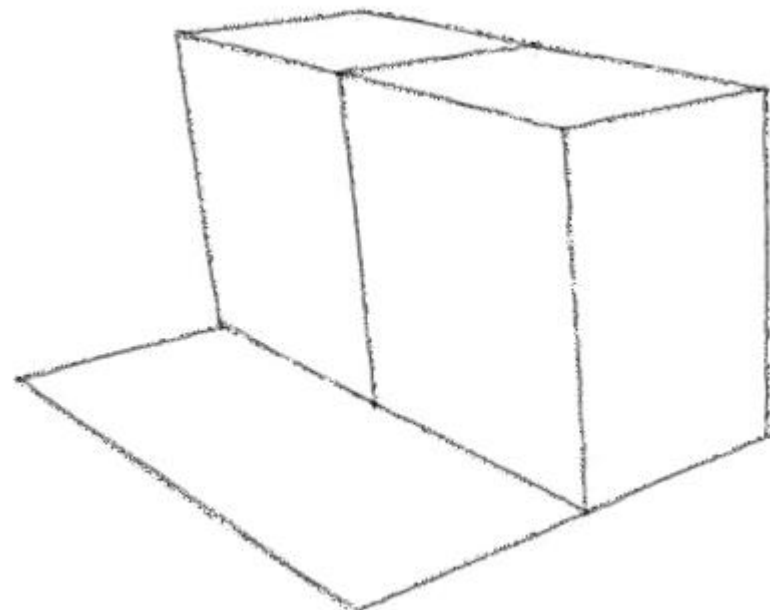
Afbeelding 14; Situering/oriëntatie, eigen ontwerp

Een “X” betekent dat dit voldoet. Een “/” betekent dat het deels voldoet. Geen tekens betekent dat dit niet voldoet. De beoordeling volgt uit de vergelijkingen die met elkaar zijn gemaakt, zie tabel 5.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Lichtinval	X				X			
Woningscheidende wanden		/	X			X	X	
Prive tuin	X	X	X	X	X	X		X
Nuttig oppervlakte gebruik	X		X	X		X		
Orientatie	X				X			X
Zichtlijnen	X		X	X	X			X
Goedkoop		X	X	/		X		

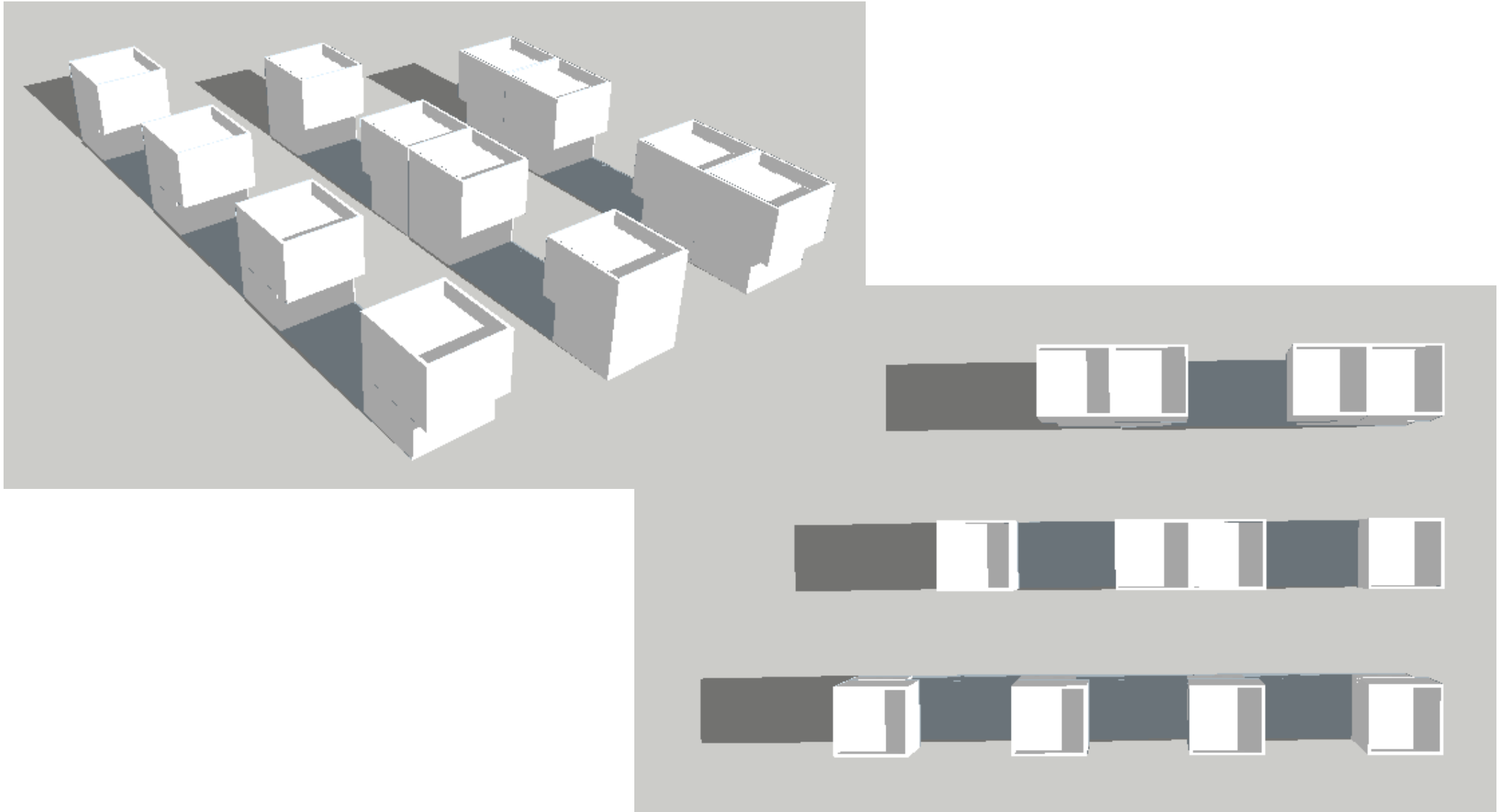
Tabel 6; Beoordelingstabel situatie, eigen ontwerp

Vanuit deze standpunten is gekozen voor ontwerp nummer 1. Deze standpunten komen het meest overeen met de aspecten van duurzaam bouwen en de wensen van deze doelgroep, zie afbeelding 15.



Afbeelding 15; Ontwerp nummer 1, eigen ontwerp

Onderstaand is het 3D beeld weergegeven van nummer 1. Deze uitwerking is een uitgebreide versie van de voorgaande schakeling. Gekozen is voor de vrijstaande woning, omdat de oriëntatie een zeer belangrijk punt is en bij optie 2 en 3 was een tweede ontwerp vereist, zie afbeelding 16.



Afbeelding 16; 3D beelden schakeling, eigen ontwerp

4.4. Architectuur

De grootste onderdelen van de architectuur zijn hier onder beschreven. Hierbij wordt uitgelegd hoe deze zijn bepaald.

4.4.1. Functioneel & ruimtelijk

De functionele en ruimtelijke beslissingen komen voort vanuit het inspiratiespel, maar mede ook door onze eigen inzichten naar onderzoek. Daarnaast zijn de starterswoningen van tegenwoordig geanalyseerd, de meningen van de doelgroep over deze woningen zijn onderzocht. Vanuit deze ondervindingen zijn de functionele en ruimtelijke beslissingen genomen.

4.4.2. Vorm & stijl

Mensen hebben verschillende meningen over architectuur stijlen. Om deze reden zal het ontwerp nooit kunnen voldoen aan ieders behoefte. De vorm en stijl van de woning zal daarom naar eigen inzicht van de behoeftes van de starters worden ingevuld. Dit komt voornamelijk, doordat wij in deze doelgroep zitten. Daarnaast willen wij een 'mooi' ontwerp creëren voor onze afstudeeropdracht, iets dat iedere architect later als doel heeft. De architectuur stijlen van tegenwoordig zijn meegenomen, maar ook de architectuur stijlen die wij verwachten in de toekomst vaak toe willen passen.

4.4.3. Materiaal

De materialen die zijn gebruikt bij het ontwerp, komen uit het materialenonderzoek. Wij wilden met bepaalde materialen het direct zichtbaar laten maken voor anderen dat het ontwerp zeer duurzaam is ontworpen.

Vanuit deze aspecten is de architectuur van het ontwerp bepaald. Om een beeld te geven wat wij voor ogen hadden, zijn in de Bijlage VI: Architectonische inspiratie inspiratie beelden weergegeven.

4.5. Kosten

Uit het inspiratiespel is gebleken dat kosten voor de doelgroep grote invloed hebben op hun ideale woning. Over het algemeen heeft onze doelgroep na het afstuderen nog niet meteen een vaste baan en geen (groot) eigen vermogen. Om deze reden was het belangrijk om voor het ontwerp rekening te houden met de kosten. In dit subhoofdstuk wordt gekeken wat de grootste kosten waren in een bouwproces. Hierbij wordt uitgelegd om welke redenen die kosten zo hoog zijn en op welke manier bespaard kan worden. Bij het ontwerpen van de concept woning werden de kosten meegenomen. Dit leidde tot andere ontwerpkeuzes.

4.5.1. De grootste posten

Bouwkosten bestaan uit verschillende categorieën en kunnen op verschillende manieren onderverdeeld worden. D + B architecten legde uit waar de grootste kosten posten zitten in een bouwproces;

- Procedure kosten (bestemmingsplan, vergunningen, ontwerpen, overleg enz.)
- Arbeidskosten (manuren, bouwsystemen, ervaring enz.)
- Grondkosten (rentekosten, winst en risico's, bouwrijp maken, aankoop grond, afgravingen enz.)
- Geveloppervlakte (open delen, uitstraling en materialen)
- Materiaal (in- uitheemse materialen, verwerkingsmogelijkheden, aanbod, kwaliteit enz.)

Deze kosten zijn de grootste posten van de totale bouwsom. Door bewust te ontwerpen kunnen de kostenposten hierboven verminderd worden, zodat het voor starters toegankelijker is om een woning te kopen.

Procedure kosten

Deze post wordt steeds groter. Bouwbedrijven investeren tegenwoordig meer in het voortraject om faalkosten (kosten voor problemen die ontstaan tijdens het bouwproces) naar een minimum te brengen, door bijvoorbeeld gebruik te maken van BIM. Vooral bij grotere projecten of bij bijzonder ingewikkelde gebouwen. De conceptwoning die uit dit onderzoek komt heeft een klein vloeroppervlak en geen ingewikkelde constructie. Om deze reden zal deze post voor dit onderzoek in verhouding niet zo hoog zijn als bij reguliere projecten.

Ook kost het tegenwoordig meer geld om vergunningen aan te vragen. Wetten worden strenger waardoor meerdere vergunningen aangevraagd moeten worden of zelfs meerdere keren aangevraagd moeten worden als het ontwerp niet voldoet aan de eisen.

Arbeidskosten

Deze post is mogelijk de grootste kostenpost van de totale bouwsom. Doordat verschillende onderdelen van een gebouw een andere expertise vereisen zijn veel verschillende partijen betrokken bij een bouwproces. Hier kan niet op bespaart worden, omdat vak deskundige mensen gewoonweg nodig zijn. In geval van automatisering, robotisering en digitalisering van de bouw, verschuift dit vak deskundig gebied.

Deze kostenpost kan echter wel in het ontwerpproces verminderd worden. Door een bewuste keuze te maken in het type bouwsysteem en dan vooral de bevestigingsmethode kunnen deze kosten verlaagd worden. Manuren op de bouwplaats zijn duurder dan manuren in de fabriek. Daarom kiezen sommige bouwbedrijven voor prefab bouwen. Deze methode zorgt ervoor dat de manuren op de bouwplaats verminderd kunnen worden en bouwfouten ook minder vaak voorkomen.

Grondkosten

Deze post is afhankelijk van de locatie waar het gebouw wordt gerealiseerd. De gemeente bepaald wat de grond kost om erop te mogen bouwen. De bodem samenstelling bepaald wat voor type fundering toegepast moet worden, maar ook of de grond gereinigd moet worden vanwege gevaarlijke bodemstoffen. Deze post is daarom voor elk project verschillend. Als resultaat is een oplossing (meestal) niet voldoende om de kosten terug te kunnen dringen. Voor het ontwerp van de concept woning wordt rekening gehouden met de kavel oppervlakte. Ondanks dat de woning uit zichzelf geen groot grondvlak zal hebben, is het belangrijk om rekening te houden met de kavelgrootte.

Geveloppervlakte

Een andere kostenpost die bepalend is voor het ontwerp is de hoeveelheid geveloppervlakte. In het kader van passief bouwen is het aantrekkelijk om, met de juiste oriëntatie, het percentage open delen (ramen en deuren) te vergroten. Op deze manier kan de woning worden verwarmd door middel van de zon.

Echter is vanuit het kosten standpunt dit een slechtere optie. Geveloppervlakte is namelijk altijd duurder dan bijvoorbeeld een woning scheidende wand. Tijdens het ontwerpproces wordt hier rekening mee gehouden.

Materiaal

De laatste grote kostenpost zijn de materiaalkosten. Doordat het ontwerp gemaakt wordt met duurzame bouwmaterialen is deze kostenpost automatisch groter, dan hetzelfde gebouw die met de gangbare materialen gebouwd zou worden.

Toch wordt gekozen om wel gebruik te maken van de materialen die eerder in het onderzoek behandeld zijn. De voordelen die deze materialen met zich mee nemen zijn vele mate groter dan dat de extra kosten zijn voor de duurzame materialen.

Zoals eerder beschreven staat in het subhoofdstuk 'biobased bouwen', geldt ook hier dat de materiaalkosten afnemen als de vraag naar deze producten toeneemt en massaproductie mogelijk wordt.⁽³⁵⁾

4.5.2. Het ontwerp

Bij het eindontwerp was het niet de bedoeling dat een prijs voor de woning bepaald ging worden. Zoveel verschillende factoren spelen mee bij het bepalen van de exacte prijs. Hier ligt onze deskundigheid niet, om deze reden is hier niet op ingegaan.

³⁵ Brouwer, P. (2018, 03 18). Kosten woning. (T. A, Interviewer)

5. ONDERZOEK ONTWERP

5.1. Concepten

Om te starten met het ontwerpen waren allereerst een aantal concepten opgesteld. De concepten kwamen uit de conclusies van de vorige hoofdstukken. De concepten die in het ontwerp onderzoek gebruikt werden zijn;

- Compactheid
- Comfortabel
- Oriëntatie
- Nuttig grondgebruik
- Privacy
- Flexibiliteit

5.2. Varianten

Ruimtelijkheid was een terugkerend onderwerp bij het onderzoek. Om die reden begon het ontwerpen van de varianten bij de plattegrond. Als basis voor de minimale oppervlaktes van ruimtes werd het vlekkenplan met symbolische prijzen uit het inspiratiespel genomen. Door zo dicht mogelijk bij dit vlekkenplan te blijven werd de compactheid van de woning gewaarborgd. Ook de indeling van de verdiepingen werd meegenomen vanuit het inspiratiespel. Echter stond nog niet vast welke verdieping op welk niveau werd geplaatst. Om de ruimtes groter te laten lijken dan dat ze daadwerkelijk zijn, zijn in de woonkamer en keukens grotere verticale ramen geplaatst.

De oppervlaktes van de verdiepingen verschillen iets van elkaar. De pas afgestudeerde eiste een groter oppervlakte bij de woonkamer en keukens dan bij de badkamer en slaapkamer. Om deze reden zijn de ruimtes die verbonden moesten worden met een verkeersruimte op de begane grond geplaatst. Om de principes van passief bouwen mee te nemen in het ontwerp is gekozen om de grootste verdieping boven op de kleinste verdieping te plaatsen om op die manier een overstek te creëren dat functioneert als zonlicht barricade in de zomer, maar waar in de winter de zon gemakkelijk onder door kan schijnen. De oriëntatie van de woning wordt optimaal gebruikt door de overstek en de grootste raamoppervlaktes op het zuiden te richten, zie Bijlage VII:

Door de verdieping met de badkamer en slaapkamer op de begane grond te plaatsen en de verdieping met de woonkamer en keuken daar boven op te zetten, wordt de grondaantasting onder het gebouw tot een minimum gebracht. Om het oppervlakte grond, die gebruikt wordt voor de fundering, te compenseren is besloten om een tweede verdieping toe te voegen. Bovenop het dak komt een dakterras waar de bewoners kunnen genieten van het weer, zie Bijlage VII.

Privacy in een woning is zeer belangrijk. Zo ook voor de woning van een pas afgestudeerde starter. De ruimtes zoals de slaapkamer en de woonkamer, waar privacy gewenst is, zijn om die reden aan de achterkant van de woning geplaatst. De slaapkamer is op de begane grond geplaatst, waardoor een schutting geplaatst zal worden voor de privacy aan de achterkant van de woning. De badkamer en het toilet zitten echter aan de voorkant van de woning. Om de privacy te waarborgen, maar ook om natuurlijk licht in de ruimte te krijgen, zitten in deze ruimtes kleine hoogstaande ramen, zie Bijlage VII.

Zoals in hoofdstuk 4 is besproken, zal de woning demontabel worden. De constructie zal daarom bestaan uit Hout Skelet Bouw-wanden en vloeren. Door gebruik te maken van dit type wanden kan de woning uit elkaar worden geschroefd en verplaatst. Om de flexibiliteit van de woning te verhogen zullen voor het eindontwerp verschillende typen indelingen gepresenteerd worden. Hierdoor kunnen de bewoners kiezen voor het interieur dat bij hun past. Deze indelingen gaan grotendeels over de woonkamer, keuken en sanitair voorzieningen, zie Bijlage VII.

Bij het indelen van de HSB elementen in de gevel werd geconcludeerd dat de maten hart-op-hart niet uit kwamen. Om het wooncomfort te vergroten en om binnen de hart-op hart maten te blijven is ervoor gekozen om de woning in de diepte iets uit te breiden ten opzichte van het oorspronkelijke vlekkenplan. De extra ruimte die nu beschikbaar wordt in de woning wordt gebruikt om een eettafel voor vier personen op de verdiepingsvloer te kunnen zetten. Op de begane grond ontstaat meer beweegruimte in de slaapkamer en extra opbergruimte, zie Bijlage VII.

In de ontwerpfase zitten alle concepten in het ontwerp verwerkt. De plattegronden zijn hierbij bijna definitief. Om een gevelbeeld te creëren, wordt in eerste instantie functioneel gekeken vanuit de plattegrond. Ruimtes zoals slaapkamers, woonkamers en keukens is zonlicht gewenst. In deze ruimtes zullen dan ook grote ramen geplaatst worden. Voor extra comfort is gekozen om op de badkamer en het toilet ook twee kleine ramen te plaatsen, zodat deze ruimtes indien gewenst geventileerd kunnen worden. Over het totaal beeld van de gevel zijn verticale openingen in horizontale richting geplaatst. Op deze manier wordt de verticaliteit van de woning benadrukt. Voor de balustrade op het dak die de afscherming van het dakterras met de gevel weergeeft, zijn verticale openingen geplaatst. Deze benadrukken opnieuw de verticaliteit en daarnaast zal het de mensen nieuwsgierigheid opwekken vanaf het straatbeeld.

6. EINDONTWERP

In dit hoofdstuk komt het onderzoek tot een einde en is het eindproduct uitgewerkt in de vorm van een ontwerp van een starterswoning. Dit ontwerp is ontstaan door het onderzoek dat in voorgaande hoofdstukken is uitgevoerd. Het doel van dit hoofdstuk is om uitleg te geven over de ontwerpkeuzes die gemaakt zijn voor dit ontwerp.

In het vorige hoofdstuk werden de concepten behandeld die ontstaan zijn vanuit het programma van eisen en hoe deze werden geïmplementeerd in de ontwerpvarianten.

Vanuit het bouwbesluit worden eisen gesteld over het minimum van deze Rc-waarde. In het jaar 2020 moeten alle nieuwbouw woningen BENG (Bijna Energie Neutrale Gebouwen) zijn. Dit houdt in dat nieuwbouwwoningen grotendeels hun eigen energie op moeten wekken. Om bij het eindontwerp rekening te houden met de veranderingen die plaats gaan vinden in 2020 zijn hieronder punten opgesteld waaraan de woning zal voldoen om deze prestatie te kunnen halen:

- Goede thermische isolatie. De Rc-waardes van alle gebouwonderdelen liggen boven het gemiddelde. Rc-waarde hoger dan 6 voor het dak, hoger dan 4,5 voor de gevelwanden en hoger dan 3,5 voor de begane grondvloer.
- Goede kierdichting. De meeste warmte gaat verloren aan kieren en naden in de gebouwstructuur. Om dit tegen te gaan worden alle naden en kieren afgeplakt met speciale tape en folie. Bij bijzondere knopingspunten in het ontwerp, zoals een kozijndetail, is gedetailleerd waar de tape moet komen te zitten.

- Zonlichttoetreding. Alle woningen zijn met de leefgebieden en grootste glaspartijen gericht op het zuiden om de woning grotendeels passief op te warmen door middel van de zon.
- Zonnepanelen. Voor elke woonfunctie in een woonblok is een minimum aan 10m² PV-panelen aanwezig op het terrein om het energieverbruik van de woning op te vangen.

Het eindontwerp bestaat uit een woningblok van minimaal twee woningen. Om de toekomstige bewoners de mogelijkheid te geven om de indeling van hun woning te bepalen zijn meerdere varianten ontworpen. De bewoners kunnen hiermee hun eigen indeling samenstellen naar hun wensen.

Doordat de woningen zeer compact zijn ontworpen, komt de uitwerking vaak neer op millimeter werk. Door één ruimte iets in te korten krijgen twee andere ruimtes meer indelingsmogelijkheden. Dit resulteert in een haast oneindige puzzel met oplossingen en problemen.

Voor de materialisatie van het gebouw zijn zoveel mogelijk duurzame materialen gebruikt. In sommige gevallen was het echter niet mogelijk om alleen maar duurzame materialen te gebruiken. In dat geval wordt een vervangend niet biobased materiaal gebruikt. Een goed streven is om 70% van de woning te maken met duurzame materialen. De overige 30% is opgebouwd uit fundering, verbindingsmaterialen en afwerkingsmaterialen. Voor deze onderdelen van het gebouw bestaan nog geen duurzame alternatieven. Een goede tegemoetkoming is om de materialen die niet duurzaam zijn, te maken van gerecyclede materialen.

De fundering van de woningen bestaan uit schroefpalen. Deze schroefpalen worden normaal gesproken toegepast bij het funderen van uitbouwen en scheepscontainers. Het voordeel van het gebruiken van deze palen is dat de grondaantasting minimaal is. Ook kan de woning, als deze door verzakking scheef komt te staan, individueel aan de palen omhoog gedraaid worden, zodat deze weer recht komt te staan. Als laatste voordeel is dat de woning hiermee volledig demontabel is. De fundering kan simpelweg uit de grond gehaald worden en verplaatst worden naar de nieuwe locatie. Doordat deze fundering hoger geplaatst is dan het maaiveld, is een optreden nodig om de woning te betreden. Om een beter gevelbeeld te creëren aan de voorzijde van de woning, is gekozen voor twee treden. Aan de achterzijde vanuit praktische oogpunten is gekozen voor één traptreden. Op deze manier ontstaat een veranda, zie afbeelding 17.



Afbeelding 17; Traptreden voorgevel, eigen ontwerp

De gevelwanden zijn opgebouwd uit HSB-elementen. Dit vormt de constructie van het gebouw. Houten balken en stijlen vormen de structuur, met daartussen een isolatiemateriaal. Voor het isolatiemateriaal is gekozen voor vlaswol. Vlaswol is een zachte isolatie met goede thermische eigenschappen. Door een dikker pakket vlaswol in een kleine ruimte te persen wordt de isolatiewaarde van het materiaal nog beter. Daarom hebben de vlaswolrollen een dikte van 175 mm.

Deze HSB wanden zijn aan de buitenkant afgewerkt met houtvezelplaten. Deze platen hebben nagenoeg dezelfde isolerende waardes als vlaswol. Door de houtvezelplaten voor de HSB elementen te bevestigen wordt de kierdichting van de wanden beter.

Als gevelafwerking is gekozen voor kalkstuc op houtvezelplaten en voor Platowood houten rabatdelen. Leemstuc kan niet toegepast worden op de buitengevels vanwege afstroming door regen. Deze zullen daarom uitsluitend voor het interieur worden toegepast. Het stucwerk van het interieur en het exterieur hebben beide een witte kleur. De witte kleur bij het exterieur zal de focus leggen op het woongedeelte in plaats van het privé gedeelte. De witte kleur bij het interieur zal de woning een ruimtelijker gevoel geven. De combinatie van Platowood vuren houten naturel rabatdelen met het witte stucwerk, geven een moderne warme uitstraling aan de woning, zie afbeelding 18.



Afbeelding 18

Om naast het woongedeelte de focus ook op de entree te leggen, is gekozen om door middel van een luifel boven de voordeur te plaatsen. Naast dit esthetische standpunt, dient de luifel ook als functionele overkapping.

De vloeren en het dak bestaat uit balklagen van 200mm hoge balken. Deze zijn aan beide kanten afgewerkt met OSB platen om de krachten op de balken gelijkmatig te verdelen. Boven op de dakplaten ligt houtvezelisolatie. Houtvezel is een harde isolatie en daarom kan dit bij een dakterras toegepast worden. Bovenop de houtvezelplaten ligt een Debipure dakbedekking. Deze is 100% biobased en biologisch afbreekbaar.

Alle kozijnen in het gebouw zijn gemaakt van hout. Het voordeel van houten kozijnen is de vormvrijheid. Om betere afwatering te krijgen onder de ramen is gekozen voor houten raamdorpels. Het type hout dat toepast wordt voor de dorpels is Accoya. Accoya hout kan zonder afwerking voor een langere tijd mee in de buitenlucht. In de kozijnen wordt driedubbel glas toegepast.

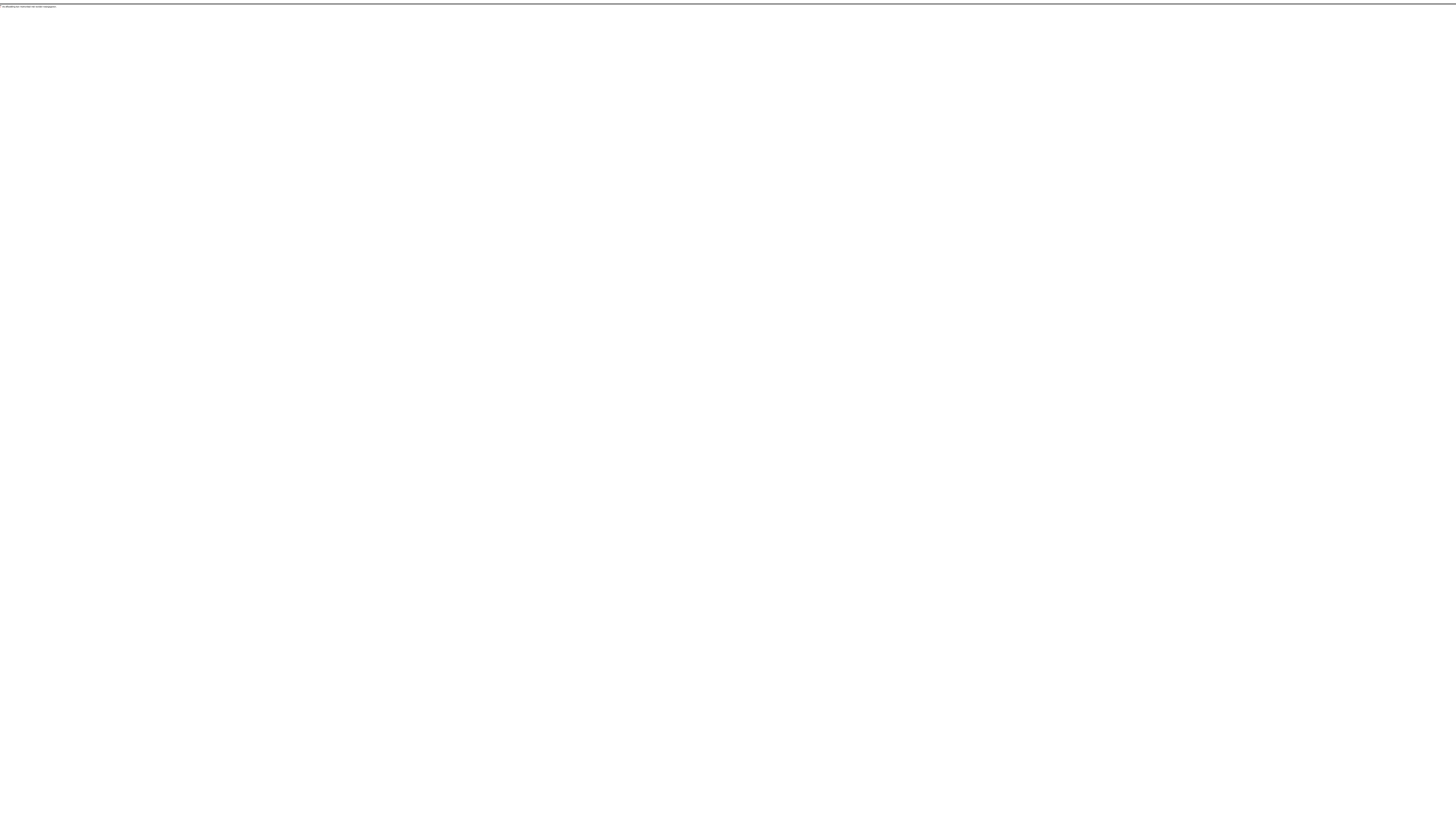
Het exterieur en interieur is te zien in de afbeeldingen 19, 20, 21 en 22.



Afbeelding 19: Impressiebeeld voorgevel, eigen ontwerp



Afbeelding 20: Impressiebeeld achtergevel, eigen ontwerp



Afbeelding 21; Interieur keuken, eigen ontwerp



Afbeelding 22; Interieur woonkamer, eigen ontwerp

7. CONCLUSIE

In dit hoofdstuk wordt antwoord gegeven op de hoofdvraag die luidt: ***“Wat is een passend ontwerp voor een bijdetijdse starterswoning die voldoet aan de eisen van autarkisch-, circulair-, bio-ecologisch-, en biobased bouwen?”***

Duurzaam bouwen wordt onderverdeeld in vijf verschillende begrippen, die geen vaste definitie hebben. Om deze reden worden de begrippen vaak verkeerd geïnterpreteerd of gebruikt. Alle vijf de begrippen overlappen elkaar op sommige gebieden, maar omvatten niet het hele begrip van duurzaam bouwen.

Duurzaam bouwen betekent in dit onderzoek:

- De juiste materialen en technieken toepassen
- Alle kringlopen sluiten
- Zelfvoorzienend bouwen
- Positieve bijdrage leveren

Het onderzoek spitst zich toe op starters op de woningmarkt. Het begrip van een starter is breed. In dit onderzoek wordt de focus gelegd op de pas afgestudeerde starter. Deze doelgroep heeft de ambitie om carrière te maken en heeft niet veel leefruimte nodig, omdat deze doelgroep alleen of met een partner samenwoont en over het algemeen geen kinderen heeft. De huidige starterswoning die aangeboden wordt op de woningmarkt is te groot en te duur voor deze doelgroep. Het eindproduct is om het ontbrekende deel in de woningmarkt voor deze doelgroep op te vullen.

Het ontwerp dat passend is voor deze doelgroep is compact, duurzaam, prijsbewust, demontabel en esthetisch onderbouwd. Dit vraagt om een ontwerp dat op de millimeter nauwkeurig is ontworpen en waarbij bewust om is gegaan met ontwerpkeuzes om kosten te besparen. Om het percentage duurzame materialen van een gebouw te verhogen is gekozen voor een kleinere fundering zonder beton.

De woning maakt optimaal gebruik van de omgeving en biedt flexibiliteit. De doelgroep heeft de keuze om de woning te verplaatsen naar een andere locatie indien gewenst. Om energie te besparen voor het verwarmen van de woning is het echter essentieel dat de achtergevel van de woning op het zuiden gericht is.

Kortom, na dit onderzoek te hebben verricht, de mogelijkheden en oplossingen te hebben voorgelegd, willen wij de huidige bouwwereld aanraden om bewust te gaan ontwerpen met oog op duurzaamheids aspecten!

LITERATUURLIJST

Onderzoek naar verplaatsbaarheid verplaatsbare woningen. (2010, 05 03).

Opgeroepen op 02 06, 2018, van BOUW&WONEN:

<https://www.bouwenwonen.net/artikel/Onderzoek-naar-verplaatsbaarheid-verplaatsbare-woningen/25129>

50plusser.nl. (sd). *Dutch Design Architectuur Villa*. Opgehaald van Pinterest:

<https://nl.pinterest.com/pin/528047125035591784/>

8A Architecten. (2015). *Brick House*. Opgehaald van 8A Architecten:

<http://8aa.nl/moderne-zelfbouw-woningen/rij-tussenwoning/brick-house.html>

Archi4. (sd). *Wat is bio-ecologisch bouwen?* Opgeroepen op Maart 19, 2018, van

Archi4: http://www.archi4.be/bio_ecologisch_bouwen.html

Architecten, B. v. (2005, 12). *Tabellen*. Opgeroepen op 06 03, 2018, van STABU:

NL/SfB–Tabellen Inclusief gereviseerde - STABU.org

Bouwfonds MAB. (2005). *Dossier Starters op de woningmarkt*. Opgeroepen op

maart 08, 2018, van Bouwfonds MAB:

<https://www.bpd.nl/media/83823/naw-19-dossier-bpd.pdf>

Bouwwereld, R. (2017, 12 06). *Waarom circulair bouwen belangrijk is*.

Opgeroepen op 02 02, 2018, van Bouwwereld:

<https://www.bouwwereld.nl/nieuws/waarom-circulair-bouwen-belangrijk-is/>

Brouwer, P. (2018, 03 18). Kosten woning. (T. A, Interviewer)

Centraal Bureau voor de Statistiek. (sd). *Begrippen*. Opgeroepen op maart 06,

2018, van cbs.nl: [https://www.cbs.nl/nl-nl/onze-](https://www.cbs.nl/nl-nl/onze-diensten/methoden/begrippen?tab=s#id=starter--woningmarkt--)

[diensten/methoden/begrippen?tab=s#id=starter--woningmarkt--](https://www.cbs.nl/nl-nl/onze-diensten/methoden/begrippen?tab=s#id=starter--woningmarkt--)

Custom Mobile Tiny House With Large Kitchen And Two Lofts Plans Interior. (sd).

Opgehaald van GrandViewRiverhouse:

<http://www.grandviewriverhouse.com/1507154311/pyt/b1489978e9508040/>

D + B Architecten . (sd). *D + B Architecten* . Opgeroepen op Januari 30, 2018, van

D + B Architecten : <http://www.dplusb.nl/buro>

D+B architecten. (2017). *D+B architecten*. Opgeroepen op December 13, 2017,

van D+B architecten: <http://www.dplusb.nl/buro>

Doodeman, M. (2017, 08 11). *'Verplaatsbare huizen vliegen de fabriek uit'*.

Opgeroepen op 03 01, 2018, van Cobouw:

<https://www.cobouw.nl/woningbouw/nieuws/2017/07/verplaatsbare-huizen-vliegen-de-fabriek-uit-101251118>

Duurzaam thuis. (sd). *Duurzaam bouwen* . Opgeroepen op Februari 05, 2018, van

Duurzaam thuis: <https://www.duurzaamthuis.nl/verbouwen/bouwen>

Encyclo. (2009, april 24). Opgeroepen op juni 07, 2018, van Encyclo:

<http://www.encyclo.nl/begrip/Houtskeletbouw>

Ensie. (2015, Maart 30). *Architectuur*. Opgeroepen op Februari 05, 2018, van

Ensie: www.ensie.nl/redactie-ensie/architectuur

Ensie. (2016, december 21). *Energieprestatiecoëfficiënt (EPC)*. Opgehaald van

Ensie: <https://www.ensie.nl/duurzaam/energieprestatiecoefficient-epc>

- ENZO Architecten. (sd). Opgehaald van Pinterest:
<https://nl.pinterest.com/pin/463378249143066307/>
- Fiberplast BV. (2017). *Fiberplast BV*. Opgeroepen op Februari 5, 2018, van Fiberplast BV: <https://www.fiberplast.nl/over-ons/>
- Gebouwinzicht. (2016, 06 02). *Blog: Transparantie in duurzaam gebouwbeheer*. Opgeroepen op 02 11, 2018, van Gebouwinzicht:
<https://gebouwinzicht.nl/wat-is-circulair-bouwen-nu-precies/>
- Gerard (Regisseur). (2017). *Mill Home - Huizenjacht SBS 6 Tiny House straatje* [Film].
- Haas, M. (2015, maart 23). *Wat is nu eigenlijk biobased bouwen?* Opgeroepen op februari 19, 2018, van Duurzaam gebouwd:
<https://www.duurzaamgebouwd.nl/visies/20150320-wat-is-nu-eigenlijk-biobased-bouwen>
- Heijmans . (2016, Juli). *Heijmans ONE*. Opgeroepen op Maart 22, 2018, van Heijmans.
- Hoger Onderwijs Groep, Bouw en Ruimte. (2017). *Hoger Onderwijs Groep, Bouw en Ruimte*. Opgeroepen op December 13, 2017, van <https://www.hbo-bouwenruimte.nl/publicaties/194-eindkwalificaties-domein-built-environment>
- Instituut Voor Vastgoed & Duurzaamheid. (2016, april 19). *Biobased huis is nu te koop*. Opgehaald van IVVD: <http://www.ivvd.nl/biobased-huis-is-nu-te-koop/>
- Jansen, K., & Scholtes, R. (2016, Februari). *Is biobased de weg naar een duurzame bouwwereld?* Opgeroepen op februari 19, 2018, van Stedebouw & Architectuur:
<http://www.nibe.org/assets/images/content/user/files/SA1-2016-Biobased.pdf>
- Korsuize, S. (2015, april 25). *Afgestudeerden hebben niet, ook geen kamer meer*. Opgeroepen op maart 08, 2018, van NRC:
<https://www.nrc.nl/nieuws/2015/04/25/afgestudeerden-hebben-niets-ook-geen-kamer-meer-1491872-a1331153>
- Kuit, M. (2010, september 30). *Toename hoeveelheid bouw- en sloopafval*. Opgeroepen op januari 30, 2018, van Cobouw:
www.cobouw.nl/bouwbreed/nieuws/2010/09/toename-hoeveelheid-bouw-en-sloopafval-101154891
- Lena. (2017, 06 05). *Zelfvoorzienend eiland Utopia*. Opgeroepen op 05 03, 2018, van Waldenstudio: <http://www.waldenstudio.nl/het-eiland-utopia/>
- Livos. (sd). *Verschil duurzaam en bio-ecologisch bouwen?* Opgeroepen op februari 1, 2018, van Livios:
<https://www.livos.be/nl/bouwinformatie/bouwen-verbouwen-of-kopen/duurzaam-wat-waarom-en-hoe/bio-ecologisch-bouwen/verschil-duurzaam-en-bio-ecologisch-bouwen/>
- Maas Architecten. (sd). *Woonhuis Enschede*. Opgehaald van Pinterest:
<https://nl.pinterest.com/pin/572872015079043274/>
- Mill Home. (sd). *Prijslijst Smart Tiny Loft*. Opgeroepen op 02 03, 2018, van Mill Home: <http://www.millhome.nl/wp-content/uploads/2017/06/Opties-Tiny-Loft-Mill-Home.pdf>
- Morel, J. (2016, Juni 14). *Einde fossiele brandstof komt in zicht*. Opgeroepen op Februari 06, 2018, van Trouw : <https://www.trouw.nl/groen/einde-fossiele-brandstof-komt-in-zicht~a6aaae3d/>

MVO Nederland. (sd). *Circulair bouwen*. Opgeroepen op Februari 05, 2018, van MVO Nederland: <https://mvonederland.nl/dossier/circulair-bouwen>

Ontwikkelen, J. B. (sd). *Starterwoning*. Opgeroepen op Maart 06, 2018, van Janssen Bouwen Ontwikkelen : <http://www.janssenbo.nl/Variant/Starterwoning>

Pellemans, J. (2016, 10 16). *Ondernemer*. Opgeroepen op 01 18, 2018, van Heeft de kleinehuisjestrend een toekomst?: <https://www.deondernemer.nl/nieuwsbericht/120104/heeft-de-kleinehuisjestrend-een-toekomst>

Eich, H.-J. (Producent). (2018). *Passive house explained in 90 seconds* [Film].

Raven. (sd). Opgehaald van Pinterest: <https://nl.pinterest.com/pin/293578469451563174/>

Rijksoverheid. (sd). *Duurzaam bouwen*. Opgeroepen op Februari 06, 2018, van Rijksoverheid: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzaam-bouwen-en-verbouwen/duurzaam-bouwen>

Schonewille, G. (2016, augustus 10). *Na de studentenkamer: kopen of huren?* Opgeroepen op maart 08, 2018, van NIBUD: <https://www.nibud.nl/consumenten/studentenkamer-kopen-huren/>

Simons, K. (2015, november 07). *Een passiefhuis: de voor- en nadelen*. Opgeroepen op maart 19, 2018, van Homify: <https://www.homify.nl/ideabooks/189694/een-passiefhuis-de-voor-en-nadelen>

Snellen architectenbureau. (2010). *VBM starterswoning*. Opgeroepen op maart 06, 2018, van Snellen architectenbureau: http://www.snellenarchitecten.nl/project_VBM.php

Staalframebouw Nederland. (sd). *Droomhuis ontwerpen*. Opgehaald van Staalframebouw-nederland: <http://www.staalframebouw-nederland.nl/droomhuis-ontwerpen/item/166-m100>

Stomphorst, M. (2016, 02 18). *Autarkisch bouwen? Zeg maar zelfvoorzienend leven*. Opgeroepen op 02 11, 2018, van Dutch Design Studio: <http://www.dds-bta.nl/duurzaamheid/autarkisch-bouwen-zeg-maar-zelfvoorzienend-leven/>

TU Delft. (2010, maart 29). *Hoeveel energie gebruik ik waarvoor*. Opgehaald van TU Delft: http://www.otb.tudelft.nl/fileadmin/Faculteit/Onderzoeksinstituut_OTB/Onderzoek/Onderzoek_en_advies/Onderzoeksthema_s/Nederlands/Duurzame_woningkwaliteit/Duurzaam_en_gezond_wonen/De_onderzoeken_binnen_de_groep_Duurzaam_en_Gezond_wonen/Energie_en_comfort/d

VIBE. (2012). *Wat is bio-ecologisch bouwen*.

VIBE. (sd). *Gezond wonen met milieuverantwoorde materialen*. . Opgeroepen op Maart 19, 2018, van VIBE: https://www.vibe.be/wp-content/uploads/2016/06/Gezond_wonen_met_milieuverantwoorde_materialen.pdf

Wikihouse. (2018). *Homepage* . Opgeroepen op 03 08, 2018, van Wikihouse: <https://wikihouse.cc>

Biobased demonstratiehuis (2016). [Film].

