

GROEN

IN DE WONING

A landscape photograph showing a wide, flat field of dry, yellowish-brown grass in the foreground and middle ground. In the distance, a single, dark green tree stands prominently against a pale, overcast sky. The horizon is low and flat, with a few more distant trees visible. The overall scene is a natural, open landscape.

EINDRAPPORT

Iris Bertens | Bas Korten | Stef de Jong

TITELPAGINA

Auteurs	Iris Bertens 573324 Stef de Jong 466089 Bas Korten 527767
Onderwijsinstelling	Hogeschool van Arnhem en Nijmegen
Faculteiten	Faculteit Built Environment Faculteit Engineering Faculteit Management, Economie en Recht
Opleidingen	Bouwkunde Industrieel Product Ontwerpen Vastgoed & Makelaardij
Begeleiders	Coosje Hammink Kristel Hermans
Lectoraat Minor Minoratelier	Architecture in Health ZorgGericht Bouwen Fit the Future
Opdracht Versie Datum voltooiing	Eindrapport 1 15 januari 2016

SAMENVATTING

In dit verslag wordt het resultaat van een onderzoek geformuleerd over de ontwikkeling van een vernieuwende manier om planten in huis toe te passen. Hierbij is het de bedoeling om deze planten meerdere functies te geven dan enkel de functie decoratie. Dit onderzoek is aan de hand van zowel een onderzoekend ontwerp als een ontwerpend onderzoek vormgegeven, waarbij de doelstelling luidt; 'Het bijdragen aan het mentale en fysieke welzijn van mensen in hun woning, door met de toepassing van planten een product te ontwikkelen.' Het welzijn van de mens wordt in deze doelstelling benadrukt omdat planten hier een positieve invloed op hebben. Echter zijn vele mensen zich niet bewust van deze invloed, waardoor dit effect gebagatelliseerd wordt. Daarnaast blijkt uit onderzoek dat mensen het overgrote deel van de dag in gebouwen doorbrengen en steeds minder in de natuur (Sik Yang, Pennisi, Son, Kays, 2009). Gemiddeld brengt men zo'n 90% van de dag door tussen de muren van een gebouw, naar verwachting zal dit percentage in de toekomst nog verder oplopen. Dit gegeven, en de gevolgen die daarmee samenhangen, zoals een toename van het ziekteverzuim, vormen de probleemstelling van het onderzoek. Een deel van de onderzoeksvragen in het verslag richt zich dan ook op het bundelen van reeds verrichte onderzoeken over de invloed van planten op de mens. Na beantwoording van deze deelvraag kan worden geconcludeerd dat planten een positieve invloed hebben op het welzijn van de mens. Zo

is uit diverse onderzoeken gebleken dat onder andere de gemoedstoestand en het concentratievermogen verbeteren en stress afneemt (Berg & Berg, 2001). Fysiek gezien kunnen planten eraan bijdragen dat mensen een hoger uithoudingsvermogen creëren, zich fitter gaan voelen en minder last hebben van bijvoorbeeld griep of verkoudheid (Pennebaker & Lightner, 1980, De vries, et al., 2000). Daarnaast is uit onderzoek van de NASA (1989) en Wolverton (1993) gebleken dat planten schadelijke stoffen uit de lucht halen en hiervoor in de plaats zuurstof produceren. De uitdaging is deze positieve effecten ook binnen woningen te kunnen ervaren zodat het minder erg is wanneer men een groot gedeelte van de dag in gebouwen doorbrengt.

Met bovenstaande aspecten als uitgangspunt genomen is in de vorm van een aantal deelvragen gekeken naar aanvullende informatie over het binnenklimaat in conventionele woningen en de groei en geschiktheid van diverse planten. Uit de literatuur is gebleken dat het binnenklimaat in woningen vele schadelijke stoffen bevat, maar dat planten vele van deze stoffen op kunnen nemen.

Na het analyseren en verwerken van bovenstaande deelvragen wordt gestart met de ontwerpfase. Aan de hand van een Programma van Eisen worden een drietal concepten bedacht, waarvan na de nodige afwegingen de keuze wordt gemaakt om het concept 'paneelwand met

geïntegreerde planten' verder uit te werken. Aan de hand van vele ideeën en schetsen wordt uiteindelijk het product 'de Multiwand' tot in detail uitgewerkt en toegelicht. De Multiwand is een flexibele paneelwand die aan één zijde is bedekt met planten. De paneelwand is verplaatsbaar via wieltjes en kan op deze manier geheel naar wens verschoven en geplaatst worden. De wanden dienen ter vervanging van niet-constructieve scheidingswanden, waardoor oppervlaktes efficiënter gebruikt kunnen worden. Deze functie vormt een meerwaarde van het product ten opzicht van bijvoorbeeld het plaatsen van een plant in een bloempot. De zijde met planten waarborgt, naast een natuurlijke uitstraling, ook een positief effect op het welzijn. Daarnaast zal er ook een luchtzuiverende werking optreden doordat er op een relatief klein oppervlak veel planten geplaatst kunnen worden. Een kanttekening hierbij is dat niet elke plant in dezelfde mate luchtzuiverend is. Onderin de constructie bevindt zich een waterbassin die ongeveer eens in de 14 dagen aangevuld dient te worden. Technisch gezien heeft het element alleen een elektriciteitsaansluiting nodig voor de pomp die het water uit het bassin omhoog. Op deze manier wordt de waterhuishouding vrijwel automatisch geregeld. Indien onderhoud aan de planten uitgevoerd dient te worden heeft men

de mogelijkheid losse elementen met planten uit de constructie te halen.

Om klanten een inbreng in de uitstraling van het product te laten hebben zijn er een drietal modules samengesteld met planten waaruit men kan kiezen. Dit betreffen een module met hoge luchtzuiverende planten, een module met teeltgewassen en een module met planten die weinig onderhoud vergen. Mits de planten met dezelfde behoeften kunnen gedijen, kunnen deze planten samen in de paneelwand geplaatst worden.

De Multiwand is een duurzame investering die bij kan dragen aan het welzijn van de mens. Wellicht is het positieve effect van planten op de mens groter dan tot nu toe gedacht wordt. Welzijn is een breed begrip, waarvan vele aspecten nog niet onderzocht zijn. Gezien reeds verrichte onderzoeken met planten zal de Multiwand bijdragen aan dit welzijn, echter is deze wand niet daadwerkelijk gemaakt en kon deze dus ook niet getest worden. Daarnaast bestaan er vele ideeën over de verdere vormgeving en toepassing van de wand. De wand wordt ook als zeer geschikt aangemerkt voor een toepassing in bijvoorbeeld retail- en kantoorgebouwen of in scholen.

VOORWOORD

Dit document bevat een verslag over een onderzoek naar de toepassing van 'groen' in de woonomgeving van de mens.

Drie studenten die het afgelopen halfjaar de minor ZorgGericht Bouwen aan de HAN in Arnhem hebben gevolgd, hebben in opdracht van het lectoraat Architecture in Health een onderzoek uitgevoerd binnen het atelier FitTheFuture. Bij de opdracht, genaamd 'Groen in de woning', is het doel een product te ontwerpen dat stimulerend en ondersteunend voor de bewoners van een woning kan zijn. De positieve invloed van een groene omgeving op de mens staat centraal binnen dit project en zal als uitgangspunt van het onderzoek dienen. Daarnaast zal ook naar de mogelijkheden worden gekeken om planten meerdere functies in huis te kunnen geven naast enkel decoratief te zijn.

Het onderzoek is opgebouwd uit een drietal fases, te weten fase 1, het vooronderzoek, fase 2, de conceptontwikkeling, en fase 3 de productontwikkeling.

In fase 1, het vooronderzoek, is de maatschappelijke en wetenschappelijke relevantie van het onderzoek toegelicht, waarna de doelstelling en hoofd- en deelvragen zijn gevormd. In dit hoofdstuk zijn de deelvragen beantwoordt die nodig zijn om fase 2 te kunnen starten.

In fase 2, de conceptontwikkeling, is een concept gekozen dat uiteindelijk uitgewerkt is in fase 3. Om een concept te kunnen kiezen is allereerst een Programma van Eisen opgesteld en hebben diverse brainstormsessies plaatsgevonden om zo een aantal concepten te bedenken. De bedachte concepten en de daarbij behorende varianten zijn tegen elkaar afgewogen waarna één concept is gekozen.

Het gekozen concept dient als start voor fase 3, de productontwikkeling. In deze fase is een productieplan beschreven en is er uiteindelijk een prototype opgeleverd.

INHOUD

H1: Inleiding	8
1.1 Het probleemveld	8
1.2 Maatschappelijke en wetenschappelijke relevantie	9
1.3 Doel- en vraagstelling	11
1.4 Key Concepts	11
1.5 Methodologie	13
1.6 Leeswijzer	13
H2: Een gezond binnenklimaat, dat doet de mens goed	15
2.1 Belangrijke aspecten die de kwaliteit van het binnenklimaat bepalen	15
2.2 Gezondheidskundige advieswaarden op basis van RIVM	16
2.3 Het huidige binnenklimaat	16
H3: Begin bij de basis, laat de plant groeien	19
3.1 De voedingsstoffen van planten	19
3.2 Zonlicht	20
3.3 Koolstofdioxide	21
3.4 Water	21
3.5 Mineralen	21
3.6 Opname schadelijke stoffen	22
3.7 Groeimogelijkheden	22
H4: De kalmerende werking van moeder natuur	25
4.1 Verblijven in een natuurlijke omgeving	25
4.2 Actief bezig zijn met de natuur	26
4.3 Actief bezig zijn met een natuurlijke omgeving	26
4.4 Verblijf in ruimte met planten	27
4.5 Niet – echter natuur; kleur en beelden van natuur	27
4.6 Biofilia	28
4.7 De invloed van natuur op het sociaal vermogen	28
4.8 Negatieve invloed van natuur op de mens	28
H5: De kracht van moeder natuur	31
H6: Hoe planten zich de afgelopen jaren hebben bewezen	33
6.1 Huidige toepassing planten in huis	33
6.2 Eisen van de plant	34
H7: De binnenplant nieuwe stijl	35
7.1 Programma van Eisen	35
7.2 Concepten	37
7.3 Concept met (de meeste) potentie	39

H8: De Multiwand	39
8.1 De huidige paneelwand	39
8.2 Varianten	39
8.2.1 De groene paneelwand op wielen	40
8.2.2 Productnaam	40
8.3 Mogelijkheden van flexibele indeling	40
8.4 Het eindproduct	41
8.4.1 Uitstraling en opbouw	43
8.4.2 De constructie	44
8.4.3 Stabiliteit	45
8.4.4 Water, voedingsstoffen, licht en elektriciteit	46
H9: De inbreng van de klant	47
9.1 Voordelen aanschaffen wand	47
9.2 Opties diverse modules	48
9.2.1 De luchtzuiverende module	49
9.2.2 Module tuinieren	49
9.2.3 Module onderhoudsvrij	49
H10: Conclusie	51
H11: Discussie	53
H12: Referenties	55
H13: Bijlagen	59
13.1 Verduidelijking term planten	59
13.2 Advieswaarden agentia	60
13.3 Programma van Eisen	61
13.3.1 Programma van Eisen	61
13.3.2 Overige Wensen	62
13.3.3 Aandachtspunten	62
13.4 Ontwikkelingsproces	63
13.4.1 Vormgeving	63
13.4.2 Invulling elementen	63
13.4.3 Voorlopige ontwerpen	64
13.4.4 Detail uitwerken	66
13.5 Varianten	68
13.5.1 Variant 1: Scheidingswand aan rails	68
13.5.2 Variant 2: Scheidingselement met rails in de vloer	68
13.6 Uitwerking pakketten	68
13.6.1 Luchtzuiverende planten	69
13.6.2 Teelgewassen	72
13.6.3 Onderhoudsvrije planten	77

H1: INLEIDING

Dit hoofdstuk dient ter introductie van het gehele verslag. In het eerste tussenkopje zal het probleemveld van het onderzoek worden beschreven, waarna vervolgens onder 1.2 de relevantie van het onderzoek wordt toegelicht op maatschappelijk en wetenschappelijk vlak. Vervolgens zal de doelstelling van het onderzoek geformuleerd worden, met daarop volgend de hoofd- en deelvragen. Daarna volgt tussenkopje 1.4 keyconcepts, waarbij bepaalde begrippen nader zullen worden toegelicht zodat verwarring over de interpretatie voorkomen wordt. Ter afsluiting van dit hoofdstuk zal de methodologie van het onderzoek worden uitgelegd en zal in de leeswijzer de opbouw van het verslag worden toegelicht.

1.1 Het probleemveld

Tegenwoordig brengt men 90% van de tijd binnenshuis door, onder meer in woningen, op kantoor, in de auto enz. (Sik Yang, Pennisi, Son, Kays, 2009). Jaren geleden, in de tijd van onze grootouders en ver daarvoor, werd daarentegen vooral buiten geleefd (Sik Yang, Pennisi, Son, Kays, 2009). De kost werd verdiend met landbouw en/of veehouderij, kinderen speelden buiten, de auto was nog niet uitgevonden en technologie zoals computers en machines had zijn intrede nog niet echt gemaakt. Deze en vele andere kenmerken zijn in de loop der jaren door-

ontwikkeld, waarbij vele van deze buitenactiviteiten naar binnen zijn verplaatst. Hier is men steeds meer binnenshuis gaan leven (Sik Yang, Pennisi, Son, Kays, 2009). Uit een onderzoek van het CBS uit 1999 blijkt dat het in grote mate binnenshuis leven, in combinatie met een hoge werkdruk, ertoe leidt dat 1 op de 10 mensen in de loop van hun leven te maken krijgt met een burn-out. Naar verwachting zal deze ontwikkeling zich verder voortzetten en zal men een nog groter deel van de tijd binnenshuis doorbrengen (CBS, 1999). Het gevaar van deze ontwikkeling is een toename van onder andere burn-outs en ander ziekteverzuim.

Uit onderzoek is gebleken dat de natuur een positieve invloed heeft op de mens. Een natuurlijke omgeving verbetert het welzijn van de mens (Berg & Berg, 2011). De term welzijn staat voor het welbevinden van mensen in zowel mentaal, fysiek als sociaal opzicht. Enkele conclusies uit reeds verrichte onderzoeken zijn dat de natuur stress vermindert en de gemoedstoestand verbetert (Berg & Berg, 2001). Daarnaast kan de natuur zorgen voor een fitter en actiever gevoel (Berg & Berg, 2001; Ullrich, 1984). Anno nu lijkt het belang van deze positieve invloed op de mens groter, maar zondert men zich juist bewust of onbewust steeds meer van deze natuur af.

De uitdaging van dit onderzoek is het kijken naar de mogelijkheden om de positieve effecten van de natuur op het welzijn van de mens binnenshuis toe te passen. Uiteraard zal deze toepassing van meerwaarde moeten zijn ten opzichte van de bestaande planten in bloempotten in huis. Hoe dit vormgegeven zal worden is tot nog toe onbekend, wel is bekend dat het product meerdere functies moet gaan krijgen en niet enkel als decoratie in een ruimte moet gaan dienen. Een van deze aanvullende functies zou idealiter een bouwkundige functie kunnen zijn waardoor het product echt een onderdeel van de woning wordt.

Een van de eigenschappen van planten zelf, is de luchtzuiverende werking ervan (Wolverton, Johnson, Bounds, 1989). Planten nemen verschillende schadelijke stoffen op door de bladmondjes die zich op de bladeren bevinden en stoten zuurstof uit. Omdat zich in een woning vele stoffen bevinden die schadelijk zijn voor de gezondheid, zou dit een winfactor kunnen zijn voor het binnenklimaat in een woning. Enkele van deze schadelijke stoffen zijn koolstofdioxide en benzeen, die worden uitgestoten door mensen en apparaten (Dusseldorp & v Bruggen). Benzeen heeft een negatieve invloed op het bloedstelsel en kan kanker veroorzaken (Maas, Scheffers, Siegert, Wielaard, 2009). Hoe kleiner het percentage van deze stoffen is, hoe beter dat is voor de gezondheid. Schadelijke stoffen komen overal en in elke woning voor, maar niet in dezelfde mate. Door de opkomst van passieve woningen die volledig geïsoleerd worden, is het binnenklimaat in deze woningen vaak slechter dan in conventionele huizen (Boonstra, Clocquet, Joosten, 2006). Ook de uitdaging om met dit gegeven aan de slag te gaan kan van meer-

waarde zijn voor het product. Daarbij komt ook dat de luchtkwaliteit van invloed is op het welzijn van de mens wat het nog relevanter maakt hier onderzoek naar te doen.

1.2 Maatschappelijke en wetenschappelijke relevantie

De opdrachtomschrijving bevat de vraag welke functies groen, zowel in de vorm van kleur als in de vorm van planten, binnen een woning kan vervullen. Bij deze functies wordt onderscheid gemaakt tussen de invloed van groen op mensen en de mogelijkheid om planten als bouwkundige elementen te kunnen gebruiken. Daarnaast is de vraag welke planten in een binnenruimte kunnen leven en wat ze daarvoor nodig hebben. De relevantie van dit onderzoek en deze productontwikkeling is op verschillende gebieden te verdedigen.

Allereerst is de term gezondheid, of welzijn, van groot belang. Iedereen die in Nederland woont heeft een prettige woonomgeving nodig om op een fijne manier te kunnen leven. Ziekten en aandoeningen, maar ook zaken zoals stress, vermoeidheid en stemmingswisselingen kunnen vaak worden gewijd aan de omgeving waarin iemand leeft (Berg & Berg, 2001). Woningen en andere gebouwen zijn tegenwoordig zo goed geïsoleerd dat er sneller problemen ontstaan met droge lucht, te weinig zuurstof en het niet kunnen ontsnappen van schadelijke stoffen (Boonstra, Clocquet, Joosten, 2006). Deze gebreken kunnen leiden tot diverse gezondheidsklachten zoals slaap- en longproblemen. Mensen brengen steeds meer tijd binnen door, waardoor de kans op deze problemen steeds groter wordt (Sik Yang, Pennisi, Son, Kays, 2009).

Er zijn talloze onderzoeken en naar het voorkomen en verhelpen van gezondheidsproblemen zoals deze hierboven worden benoemd. Vanwege de verscheidenheid aan gezondheidsproblemen is er in dit onderzoek voor gekozen om de doelstelling te richten op het welzijn van de mens en de aspecten die daarbij horen. Zo blijkt onder andere uit een onderzoek van universiteit Wageningen dat de aanwezigheid van planten een positief effect heeft op het welzijn van de mens. Zowel fysiek als mentaal gezien helpen en voorkomen planten allerlei gezondheidsklachten die zich bewust, dan wel onbewust voor kunnen doen. Volgens het artikel zijn planten met name van invloed op het verminderen van stress, aandachtsmoeheid, en het bevorderen van stemming en zelfdiscipline (Vreke et al., 2006). Planten werken ontspannend en rustgevend en sporen aan tot beweging (Larsen, Adams, Deal, Kweon & Tyler, 1998). De term beweging staat in verband met het probleem dat steeds meer Nederlanders te maken hebben met overgewicht, planten hebben hier dus een positieve invloed op. In een ander onderzoek (Barton, & Pretty, 2010) komt de invloed van planten op gevoelszaken zoals zelfvertrouwen naar voren. Uit het onderzoek blijkt dat alle omgevingen met planten waarmee getest is een positief effect hebben op het zelfvertrouwen en de stemming van de proefpersonen.

Ook kunnen planten bijdragen aan het verbeteren van de leefomgeving door hun invloed op aspecten als een goede luchtkwaliteit, een aangename temperatuur en voldoende daglicht. Planten nemen CO₂ op en zetten die om in zuurstof, wat ervoor zorgt dat het binnenklimaat verbetert (Wolverton, Johnson, & Bounds, 1989). Dit gegeven is bijvoorbeeld zeer bruik-

baar voor mensen met longproblemen, want wanneer zij in een voor hen zo optimaal mogelijke omgeving kunnen leven zal dit ervoor zorgen dat deze patiënten minder hard achteruit gaan. De aanwezigheid van planten draagt dus zowel fysiek als mentaal bij aan het welzijn van de mens.

De huidige ontwikkelingen in relatie tot de toepassing van planten betreffen vooral toepassingen op daken en gevelbekledingen (Sempergreen, 2015). De toepassing van planten in een woning, anders dan in de vorm van potplanten of sierbloemen in vazen, staat nog in de kinderschoenen. Dit, in combinatie met het feit dat planten goed voor het welzijn van de mens zijn, maakt het relevant planten ook in de ruimtes waar men het overgrote deel van de dag doorbrengt, namelijk in huis, toe te passen (Dusseldorp et al, 2007). Door letterlijk het buitenleven naar binnen te halen kunnen wellicht de effecten en voordelen daarvan bijdragen aan het verhelpen of zelfs voorkomen van gezondheidsproblemen.

Daarnaast zijn nog vele andere toepassingen denkbaar waarbij planten een rol zouden kunnen spelen. Dit zou bijvoorbeeld urban farming kunnen zijn, waarbij in huis bepaalde gewassen verbouwd worden. Een andere toepassing zou een waterzuiveringsinstallatie zijn, waarbij water met behulp van planten gezuiverd wordt. Tot op heden is de gangbaarste toepassing van planten in een woning het plaatsen van een plant/bloem in een pot. Er is weinig onderzoek naar verdere toepassing van planten in een woning, met dit onderzoek zal geprobeerd worden bij te kunnen dragen aan het dichtenvan dit “gat” in de wetenschap.

1.3 Doel- en vraagstelling

Elk onderzoek heeft een focus en een doel van waaruit het onderzoek gedaan wordt. In dit onderzoek ligt de focus op de vraag hoe 'groen' in de leefomgeving van de mens toegepast kan worden zodat deze bijdraagt aan het stimuleren en ondersteunen van deze bewoners. De doelstelling die op basis van dit uitgangspunt is gevormd luidt:

“Het doel van dit onderzoek is het bijdragen aan het mentale en fysieke welzijn van mensen in hun woning, door met de toepassing van planten een product te ontwikkelen.”

De hoofdvraag die uit deze doelstelling volgt luidt:

“Hoe kunnen planten bijdragen aan het verbeteren van het mentale en fysieke welzijn van mensen in hun woning door middel van het ontwikkelen van een product?”

Om deze hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn een zevental deelvragen opgesteld die op de verschillende vlakken van het onderwerp inzoomen. Daarnaast zijn in deze deelvragen de drie fases van het onderzoek verwerkt. De deelvragen 1 t/m 5 gaan over fase 1 het vooronderzoek, deelvragen 6 en 7 gaan over fase 2 conceptontwikkeling en fase 3 productontwikkeling.

- Deelvraag 1: Wat is het huidige binnenklimaat in conventionele woningen?
- Deelvraag 2: Wat zijn de vereisten om planten binnenshuis toe te passen?
- Deelvraag 3: Wat is de invloed van planten op het mentale welzijn van de mens?

- Deelvraag 4: Wat is de invloed van planten op het fysieke welzijn van de mens?

- Deelvraag 5: Op welke manieren worden planten reeds toegepast in woningen?

- Deelvraag 6: Op welke vernieuwende wijze kunnen planten worden toegepast in een woning zodat deze bijdragen aan het verbeteren van het welzijn van de bewoner?

- Deelvraag 7: Op welke manieren kan de nieuwe toepassing van planten vormgegeven worden?

1.4 Key Concepts

In dit tussenkopje worden bepaalde begrippen die gedurende het verslag veel gebruikt zullen worden nader toegelicht. Per begrip wordt de omschrijving en betekenis gegeven zoals deze in het verslag bedoeld worden. Op deze manier ontstaat er duidelijkheid over de betekenis van deze begrippen, en wordt eventuele verwarring over de interpretatie voorkomen.

Agens: De definitie van agens is 'een luchtverontreinigende stof (component) die nadelige effecten kan veroorzaken aan de gezondheid en omgeving'. Binnen het onderzoek is dit een belangrijke term die veelvuldig gebruikt wordt voor het benoemen van verschillende schadelijke stoffen.

Conventionele woningen: De definitie van conventioneel is 'door het vaste gebruik bepaald, traditioneel, klassiek'. Dit betekent binnen het onderzoek dat conventionele/ traditionele woningen de woningen zijn die de afgelopen decennia gerealiseerd zijn.

Fijnstof: Fijnstof is een van de meest schadelijke stoffen die luchtverontreiniging veroorzaken.

Het bestaat uit deeltjes met een verschillende grootte en een verschillende samenstelling. Andere termen voor fijnstof zijn: zwevende deeltjes, aerosolen of de Engelse term Particulate Matter (PM). Fijnstof heeft verschillende oorsprongen, deze zijn bepalend voor de schade die fijnstof veroorzaakt. Zo lijkt fijnstof dat veroorzaakt wordt door menselijk handelen (bijvoorbeeld de uitstoot door verkeer) schadelijker voor de gezondheid dan stofdeeltjes die uit de natuur afkomstig zijn, (bijvoorbeeld uit de bodem).

Er zijn drie maten van fijnstof:

1. Deeltjes met een omvang kleiner dan 10 micrometer (een micrometer is een duizendste millimeter). Deze worden aangeduid met de term PM10. PM betekent Particulate Matter;
2. Deeltjes met een omvang kleiner dan 2,5 micrometer (PM2,5);
3. Deeltjes kleiner dan 0,1 micrometer (ultra fijnstof).

Hoe kleiner de deeltjes zijn, hoe meer schade ze kunnen aanrichten. (Milieuloket, 2015)

Formaldehyde: De definitie van Formadehyde is; hetgeen dat ontstaat bij onvolledige verbranding van vele organische stoffen. Het is een brandbaar, kleurloos gas met een verstikkende geur, is goed oplosbaar in water, is sterk reactief en zeer prikkelend. Binnen het onderzoek is het van belang om deze stof en zijn impact te kennen. De stof is schadelijk voor de gezondheid en komt voor in het binnenklimaat van woningen en andere gebouwen.

Kooldioxide (CO₂): Organische verbinding van koolstof en zuurstof. Het is een reukloos gas dat van nature in de aardatmosfeer voorkomt en daarnaast vrijkomt bij vele verbrandingsreac-

ties. De stof is in hoge(re) concentraties schadelijk voor de gezondheid, wat het relevant maakt de aanwezigheid van deze stof te reduceren.

Natuur/natuurlijke omgeving: De term natuur staat voor; alle plekken en gebieden buitenshuis waar natuurlijke elementen dominant aanwezig zijn. Onder dit begrip vallen natuurgebieden zoals bossen en moerassen, maar ook agrarische gebieden, stedelijk groen en achtertuinen. De nadruk ligt op de elementen groen en water (Berg, & Berg, 2001).

Planten: Het volledige plantenrijk. Dit rijk is in vijf categorieën te verdelen; de algen en wieren, de varens, de mossen, de paardenstaarten en de zaadplanten. Hieronder vallen dus alle bomen, bloemen, hagen, struiken, mossen enz. die verspreid over de gehele wereld voorkomen. Wanneer in het verslag de term 'planten' wordt genoemd, wordt dit algehele geheel bedoeld. (Zie bijlage 13.1)

Stikstofdioxide (NO₂): Een anorganische verbinding van stikstof en zuurstof. Het gas is een sterke oxidator, is zwaarder dan lucht en reageert heftig met andere stoffen, zoals metalen. Deze stof kan irritatie veroorzaken aan ogen, neus en keel en dringt door tot in de kleinste vertakkingen van de luchtwegen. Deze schadelijke effecten maken het relevant de aanwezigheid van deze stof in het binnenklimaat te reduceren met betrekking tot dit onderzoek.

Stress: stress kan worden omschreven als 'een reeks biologische en psychologische mechanismen die op gang komen naar aanleiding van een reële of vermeende bedreiging van het lichamelijk of psychisch evenwicht.

VOC (Volatile Organic Compounds): In het Nederlands wordt deze term vertaald naar VOS (Vluchtige Organische Stoffen). VOS komen vrij bij verdamping van organische stoffen en bij onvolledige verbranding. Voorbeelden van VOS zijn benzine, verf, reinigingsmiddelen, schoonmaakmiddelen en cosmetica. Vluchtige organische stoffen (VOS) veranderen onder invloed van zonlicht naar ozon (O₃), dat zeer schadelijk is voor de gezondheid. Dit benadrukt dat deze stof niet thuishoort in het binnenklimaat wat het relevant maakt deze stof te reduceren middels het project (infomil., 2015).

Welzijn: Het welbevinden van mensen in lichamelijk en geestelijk opzicht.

1.5 Methodologie

De methode waarmee het onderzoek wordt uitgevoerd betreft zowel onderzoekend ontwerpen als ontwerpend onderzoeken.

De eerste fase van het onderzoek betreft onderzoekend ontwerpen. Dit houdt in dat aan de hand van wetenschappelijke literatuur informatie wordt geanalyseerd en verwerkt die van belang is voor het ontwerpen van een product. De doelstelling en de daarbij gevormde deelvragen vormen het uitgangspunt waarmee bronnen gezocht en geselecteerd kunnen worden. Vervolgens dient de bruikbare informatie uit de bronnen verwerkt te worden bij de beantwoording van de deelvragen. Het resultaat dat hierbij ontstaat wordt het vooronderzoek genoemd, welke als basis dient voor het ontwerpend onderzoek in de volgende fase.

Bij de start van het ontwerpend onderzoek wordt een Programma van Eisen opgesteld,

waarin de eisen en wensen met betrekking tot het te ontwikkelen product worden omschreven en worden gerangschikt naar mate van relevantie. Met dit PvE in het achterhoofd kan de creativiteit zijn gang gaan. Aan de hand van ideeën en schetsen is het de bedoeling dat er een aantal concepten worden bedacht die allen potentie hebben voor een verdere ontwikkeling. Deze concepten dienen tegen elkaar worden afgewogen waarna uiteindelijk één concept wordt gekozen voor een verdere uitwerking. Om dit concept verder te ontwikkelen dienen een aantal varianten worden bedacht, waarvan er uiteindelijk ook één wordt gekozen voor de uitwerking tot eindproduct. Bij deze uitwerking dient over alle aspecten van het product nagedacht en geschetst te worden. Op die manier ontstaat er steeds een verbetering van het concept waardoor uiteindelijk een goedwerkend en zo optimaal mogelijk eindproduct ontstaat.

1.6 Leeswijzer

Dit verslag is opgebouwd uit 12 hoofdstukken. Hoofdstuk 1 diende ter introductie van de opdracht. In paragraaf 1.3 werden de doelstelling en de deelvragen van het onderzoek beschreven. Het vervolg van de hoofdstukken wordt gebruikt om een antwoord op deze vragen te geven en hier een conclusie uit te trekken. Elk van de hoofdstukken 2 t/m 9 beoogt antwoord te geven op de deelvraag die daaraan is gekoppeld. Hoofdstuk 2 gaat over het binnenklimaat in conventionele woningen, waarbij de focus voornamelijk ligt op de aanwezige agentia in woningen en de normen die hieraan worden gesteld. In hoofdstuk 3 wordt toegelicht welke categorieën planten er zijn, wat hun eigenschappen zijn en welke voedingsstoffen zij nodig hebben om te kunnen leven. Daarnaast

wordt de werking van een aantal substraten uitgelegd. Hoofdstuk 4 wijdt zich aan het uiteenzetten van reeds verrichte onderzoeken op het gebied van de invloed van planten en natuur op het mentale welzijn van de mens. De resultaten van deze onderzoeken worden kort toegelicht. Hoofdstuk 5 is op dezelfde wijze opgebouwd. Dit hoofdstuk richt zich op de invloed van planten op het fysieke welzijn van de mens. Hoofdstuk 6 legt haar focus op een overzicht van de huidige toepassingen van planten in woningen. Het doel hiervan is de huidige markt te screenen zodat uiteindelijk echt een nieuw product ontwikkeld kan worden. Hoofdstuk 7 vormt de start van de productontwikkeling. Aan de hand van een Programma van Eisen worden drie concepten kort toegelicht waarna een concept gekozen wordt die tot eindproduct uit-

gewerkt wordt. De uitwerking van dit concept komt in het daaropvolgende hoofdstuk 8 aan bod. In dit hoofdstuk zal het eindproduct tot in detail tekstueel en visueel uitgewerkt worden, waarna wordt beschreven met welk proces tot dit eindproduct is gekomen. Hoofdstuk 9 wijdt zich aan de klant, wat inhoudt dat in dit hoofdstuk een aantal modules worden samengesteld waaruit de toekomstige klant kan kiezen. Deze modules bestaan uit planten in diverse soorten en maten, waarbij elke module een specifieke eigenschap heeft die voor de mens zeer gewenst kan zijn. Hoofdstuk 10 bespreekt de conclusie van het onderzoek, waarna in hoofdstuk 11 via de discussie zal worden gereflecteerd op de belemmeringen die tijdens het onderzoek zijn opgetreden. Ten slotte zullen hoofdstuk 12 en 13 worden gewijd aan de literatuurlijst en bijlagen.

H2: EEN GEZOND BINNEN- KLIMAAT, DAT DOET DE MENS GOED

In een gezond binnenklimaat in gebouwen behoort zich veel zuurstof te bevinden, en weinig schadelijke stoffen. In dit hoofdstuk wordt gekeken naar de huidige situatie van het binnenklimaat in conventionele woningen. Er wordt gekeken naar de samenstelling van dit binnenklimaat en tevens naar de waarden van een optimaal binnenklimaat, oftewel welke huidige specificaties en normen voor deze leefomgeving gelden. De deelvraag die in dit hoofdstuk wordt behandeld luidt: *Wat is het huidige binnenklimaat in conventionele woningen?*

2.1 Belangrijke aspecten die de kwaliteit van het binnenklimaat bepalen

Veel factoren zijn van invloed op het binnenklimaat in woningen. Het is daarom belangrijk om met deze factoren rekening te houden bij het ontwerpen, bouwen en onderhouden van woningen. Het betreft de volgende factoren (Dusseldorp et al., 2007):

Bouwjaar: de afgelopen jaren is de term duurzaamheid steeds belangrijker geworden binnen de bouwsector. Een van de gevolgen daarvan is dat er steeds meer andere, duurzame bouwmaterialen gebruikt worden. Deze bouwmaterialen hebben andere productspecificaties dan conventionele bouwmaterialen. Zo worden bijvoorbeeld kozijnen steeds vaker in kunststof

uitgevoerd waardoor de kans op vochtintrede kleiner wordt. Tevens wordt er anno 2015 steeds gedetailleerder gebouwd waardoor een woning luchtdicht gerealiseerd kan worden. Het bouwjaar van een woning geeft dus een indicatie van de gebruikte bouwmaterialen weer, en daardoor een verschillend binnenklimaat.

Ventilatie en verwarmingsvoorzieningen: doordat woningen tegenwoordig steeds vaker luchtdicht gebouwd worden is een gebalanceerd ventilatiesysteem steeds belangrijker. Wanneer de uitvoering van een dergelijk systeem verkeerd wordt gedaan, kunnen er meteen negatieve consequenties optreden omdat het gebouw dan zozegd niet meer 'ademt'. Tevens zijn er de afgelopen jaren door allerlei ontwikkelingen veel betere en efficiëntere installaties ontwikkeld. Voorbeelden hiervan zijn geisers en boilers zonder een afvoer. Deze installaties zijn zeer gemakkelijk toe te passen in woningen, maar stoten verschillende schadelijke stoffen voor de gezondheid uit, zoals NO₂.

Locatie: ook de plek waar een woning wordt gebouwd is van invloed op het binnenklimaat. Zo zorgt een hoge grondwaterstand bijvoorbeeld voor veel vocht in een woning en hebben woningen in regio's met een hoge verkeersintensiteit meer kans op schadelijke stoffen zoals fijnstof. Daarnaast is de ligging ten opzichte van

de zon bepalend voor de temperatuur en luchtvochtigheid in de woning. In een te vochtig huis met grote temperatuurschommelingen (condensvorming) is de kans op schimmels groter. Het gedrag van de bewoner: ook het gedrag van de bewoners van een woning heeft invloed op het binnenklimaat. Dit betreft dus geen technisch probleem in de bouw van een woning, maar onder andere een communicatieprobleem over het gebruik van deze woning. Naast communicatie is de bewoner misschien ook te lui, of zijn er andere redenen te noemen. Anno 2015 kan er voor elke woning een ventilatiesysteem op maat gemaakt worden. Echter zijn de gebruikers ervan in vele situaties niet op de hoogte over hoe zij de installatie moeten onderhouden en gebruiken, waardoor de effectiviteit van het systeem niet benut wordt. Daarnaast kunnen huisdieren, hobby's en zaken als bijvoorbeeld roken negatieve invloed hebben op het binnenklimaat in woningen.

Onderhoud en beheer van de woning: het onderhoud en beheer van een woning valt ook onder het gedrag van de bewoner. Echter zijn de gevolgen van eventueel slecht onderhoud van invloed op de woning zelf. Als gevolg van slecht onderhoud kan bijvoorbeeld vocht (lekka-ges) en schimmel ontstaan. Enkele voorbeelden waarbij de kans op deze consequenties groot is zijn:

- Verouderd dakleer: lekkages in het dak waardoor vocht via de dakconstructie naar binnen kan.
- Onderhoud schilderwerk: wanneer dit niet frequent genoeg gebeurt kan het hout gaan rotten en kan in sommige situaties vochtintreding optreden, zoals bij kozijnen en dakkapellen.

2.2 Gezondheidskundige advieswaarden op basis van RIVM

In het binnenklimaat van conventionele woningen komen veel agentia in hoge concentraties voor. In het schema in bijlage 13.2 worden van al deze agentia (Dusseldorp et al., 2007) de verschillende advieswaarden weergegeven die

gelden voor het binnenmilieu in woningen. Het doel van deze advieswaarden is dat bij de bouw en het gebruik van een woning aan deze normen wordt voldaan, zodat het binnenmilieu van woningen beter wordt dan in de huidige situatie. Al de advieswaarden die worden vermeld zijn gebaseerd op het zogenaamde Maximale Toelaatbare Risico (MTR) (Dusseldorp et al., 2007).

In de literatuurstudie van het onderzoek zal een vergelijking worden gemaakt tussen deze advieswaarden en de huidige situatie in woningen. In het vervolg van het onderzoek zal worden gekeken naar de mogelijkheden om deze agentia te kunnen reduceren.

Voor vluchtige organische verbindingen (VOC's) geeft de gezondheidsraad in het RIVM rapport (Dusseldorp et al., 2007) hun mening en melden dat de totale VOC-concentratie een duidelijk effect heeft als deze boven de 200 µg/m³ uitkomt. Deze claim zal nog nader onderzocht moeten worden maar kan worden gebruikt als advies of richtlijn in het verder onderzoek. (GR, 2000/10)

2.3 Het huidige binnenklimaat

In een wetenschappelijk onderzoek van het RIVM en het TNO is onderzoek gedaan naar meetwaarden van agentia en de invloed daarvan op het binnenklimaat van woningen. In het onderzoek zijn alle beschikbare meetwaarden van Nederlandse woningen vanaf 1995 tot het opstellen van het rapport (2007) meegenomen, waarbij een onderscheid is gemaakt tussen verschillende typen woningen en de ouderdom van die woningen. Zoals eerder omschreven maken fysieke kenmerken van het huis uit.

Oorspronkelijke agentia

In het binnenklimaat zijn veel verschillende agentia aanwezig. Waar deze agentia zoal vandaan kunnen komen wordt in onderstaande figuur 1 geïllustreerd. In de tabel wordt van een aantal agentia weergegeven in welke voorwerpen of producten zij voor kunnen komen.



Figuur 1 (Bron: NASA, 1989)

Uit deze tabel blijkt dus dat agentia uit vele alledaagse producten kan ontstaan. Zoals in paragraaf 2.2 wordt benoemd heeft het RIVM advieswaarden opgesteld betreffende de concentratie van deze stoffen in huis. In figuur 2 hieronder zijn de gezondheidsconsequenties weergegeven van blootstelling aan enkele van deze agentia. Hieruit blijkt dus dat agentia daadwerkelijk schadelijk voor de gezondheid kunnen zijn. De advieswaarden, opgesteld door het RIVM, zijn dus belangrijke waarden omdat zij gebruikt kunnen worden als richtlijn, waarna praktijkgerichte onderzoeken kunnen worden vergeleken met deze advieswaarden. Op deze manier kunnen conclusies worden getrokken over de kwaliteit van het binnenklimaat in won-

ingen en de schadelijkheid daarvan voor de bewoners.

De grootste groep agentia die schadelijk is voor de bewoners van een woning zijn de chemische agentia. Uit het RIVM rapport (Dusseldorp et al., 2007) en het TNO onderzoek (Dongen, Vos., 2007) is gebleken dat met name van de volgende agentia een te hoge concentratie in woningen voorkomt:

- Fijnstof (PM10): tot max. 87 µg/m³
- Fijnstof (PM2-5): tot max. 78 µg/m³
- Formaldehyde: tot max. 1.9 µg/m³
- Kooldioxide (CO₂): 59% van de woonkamers en 47% van de slaapkamers gaan over de 1200ppm (zie het kader 'CO₂-gehalte' ter ver-

duidelijking van deze agentia).

- Stikstofdioxide (NO₂): tussen de 32 en 102 µg/m³ in stedelijke omgevingen, wat betekent dat er een forse overschrijding is t.o.v. de advieswaarden.

- VOC's (vluchtige organische stoffen): 40% overschrijdt de advieswaarde van 200 µg/m (Dongen, Vos, 2007+Dusseldorp et al., 2007)

In de bovenstaande opsomming is te zien dat er alleen voor VOC's, NO₂ en CO₂ dusdanig veel informatie is verzameld waardoor er een percentage gevormd kan worden wat een betrouwbaar beeld geeft over de aanwezigheid van deze stoffen. Bij de overige agentia zijn ook overschrijdingen gemeten, maar zijn er slechts tientallen woningen gemeten waardoor er niet voldoende bewijsmateriaal is om een betrouwbare uitspraak te kunnen doen.

CO₂-gehalte

Uit onderzoek blijkt dat het kooldioxidegehalte (CO₂) in de binnen lucht een geschikte indicator is voor de luchtverontreiniging die de mens veroorzaakt. Verschillende onderzoeken besteden aandacht aan de veranderde inzichten in het hanteren van een criterium hiervoor.

Voor gezonde volwassenen (20 tot 55 jaar) zou een grenswaarde van 800 ppm (parts per million) moeten worden aangehouden; voor ouderen (>55 jaar) en kinderen geldt een waarde van 700 ppm en voor de groep met aandoeningen in intoleranties 600 ppm. Vanaf 600 à 700 ppm kan irritatie ontstaan aan ogen en luchtwegen. Het Bouwbesluit (2012) gaat nochtans uit van 1.200ppm (Roelofsen, Eng, 2012)

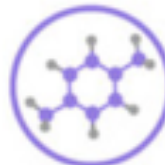
WHAT ARE THE EFFECTS ON HUMANS?

Like most chemicals, the adverse health effects you may encounter depend on several factors, including the amount to which you are exposed, the way you are exposed, the duration of exposure and the form of the chemical. Below are common symptoms associated with each toxic agent.



TRICHLOROETHYLENE

Symptoms associated with short term exposure include excitement, dizziness, headache, nausea and vomiting followed by drowsiness and coma.



XYLENE

Symptoms associated with short term exposure include irritation to mouth and throat, dizziness, headache, confusion, heart problems, liver and kidney damage and coma.



FORMALDEHYDE

Symptoms associated with short term exposure include irritation to nose, mouth and throat, and in severe cases, swelling of the larynx and lungs.



AMMONIA

Symptoms associated with short term exposure include eye irritation, coughing and sore throat.



BENZENE

Symptoms associated with short term exposure include irritation to eyes, drowsiness, dizziness, increase in heart rate, headaches, confusion and in some cases can result in unconsciousness.

PLEASE NOTE

Several of these plants are known to be toxic to cats, dogs and other pets. If you are a pet owner, please do check the toxicity of plants before introducing them to your home.

Figuur 2

H3: BEGIN BIJ DE BASIS, LAAT DE PLANT GROEIEN

In dit hoofdstuk zal antwoord wordt gegeven op de vraag hoe planten in huis kunnen groeien. Om deze vraag te beantwoorden wordt deze opgesplitst in twee delen. Allereerst zal worden toegelicht welke voedingsstoffen planten nodig hebben om te kunnen groeien. Vervolgens zullen diverse groeimethodes van planten die in huis toepasbaar zijn nader worden toegelicht. De deelvraag die beantwoord wordt luidt: *Wat zijn de vereisten om planten binnenshuis toe te passen?*

3.1 De voedingsstoffen van planten

De plantenwereld is te verdelen in vijf categorieën; wieren en algen, mossen, paardenstaarten, varens en zaadplanten (Schoot, & Leegwater, 2015). Al deze categorieën hebben andere eigenschappen en leven in andere omstandigheden (Schoot, & Leegwater, 2015):

Wieren en algen leven over het algemeen in zeeën, rivieren, meren, sloten en vijvers en hebben geen wortels, stengels of bladeren. Om te kunnen leven hebben ze zonlicht nodig, die door de plant wordt opgenomen door middel van fotosynthese.

De planten die onder de categorie mossen vallen hebben ook geen bladeren, stengels of wortels. Mossen nemen water op met hun op bla-

deren lijkende structuren, en zijn voorzien van een soort haartjes, waarmee ze aan de bodem vastzitten. Mossen leven over het algemeen op het land in een vochtige omgeving, zoals op bosgrond, tegen boomstammen of op vochtige tegels. Sommige mossen kunnen wel tegen droogte, deze soorten drogen uit en groeien verder wanneer ze een regenbui krijgen.

Paardenstaarten komen overal voor, deze categorie heeft niet zo'n vochtige omgeving nodig om te kunnen leven. De plant heeft zowel wortels, stengels als bladeren. De stengels en bladeren bevatten een wasachtige laag tegen uitdroging en hebben vaatbundels waarmee water en voedingsstoffen door de plant verspreid kunnen worden.

Ook de categorie varens zijn landplanten die op vele plekken voorkomen. Varens bezitten over wortels, veernervige bladeren en stengels die water en voedingsstoffen vervoeren. Varens kunnen slechts een paar centimeter groot zijn, maar er zijn ook soorten die 25 meter hoog kunnen worden.

De laatste categorie is die van de zaadplanten. Ook zaadplanten hebben wortels, bladeren en stengels met een wasachtige laag. Zaadplanten zijn overal te vinden, omdat ze het beste tegen droogte kunnen beschikken zij over het groot-

ste leefmilieu. Het kenmerk van zaadplanten is dat zij zaadknoppen bezitten die uitgroeien tot zaden.

In bovenstaande alinea's zijn de hoofdgroepen waaruit planten bestaan kort toegelicht. In feite bestaan al deze categorieën uit honderdduizenden verschillende soorten. Elke soort heeft haar eigen eigenschappen en levenswijze. In hoofdlijnen kan worden gesteld dat planten kunnen groeien als het de beschikking over water, zonlicht en kooldioxide hebben (Schoot, & Leegwater, 2015). Met deze elementen zijn planten in staat om zelf voedsel te maken. Dat doen ze door middel van fotosynthese (Schoot, & Leegwater, 2015; Schooltv, 2010). Voor dit proces heeft de plant water en kooldioxide (CO₂) nodig. Het water haalt de plant via de wortels uit de bodem, of via de bladeren bij regenval. Kooldioxide haalt de plant uit de lucht, door middel van huidmondjes die op de bladeren van de plant zitten. Het zonlicht gebruikt de plant als energie om water en kooldioxide om te kunnen zetten in voedingsstoffen.

De voedingsstoffen die de plant produceert betreffen verschillende koolhydraten. De afvalstof die bij dit proces vrijkomt is zuurstof. Planten beschikken over chlorofyl, ofwel bladgroen. Chlorofyl geeft planten een groene kleur en bevindt zich in de zogenaamde bladgroenkorrels. In deze korrels vindt de fotosynthese plaats. Hoe meer bladgroenkorrels een plant bezit, hoe meer fotosynthese er plaats zal vinden (Schoot, & Leegwater, 2015). De reden dat planten omhoog groeien, is vanwege de zon. Planten halen haar energie uit het zonlicht en zal dus altijd proberen zo optimaal mogelijk van dit zonlicht gebruik te kunnen maken (Schooltv, 2012).

De hoeveelheid zonlicht, kooldioxide en water die planten per dag nodig hebben om te kunnen leven is bij elke soort plant anders. Omdat het bij dit onderzoek gaat om planten die binnenshuis kunnen overleven, wordt gekeken naar welke verschillende soorten planten op diverse plekken in huis een overlevingskans hebben als er aan bepaalde normen voldaan wordt.

3.2 Zonlicht

De eerste norm is zonlicht. Sommige soorten planten kunnen goed tegen de hitte, andere juist niet. In hoofdlijnen is er een rangschikking te maken van veel naar weinig zon (123kamerplant, z.d.):

- Volle zon (plaatsing voor het raam, gericht op het zuiden): Deze plek is het warmst en heeft met name in de zomer te maken met hoge temperaturen. Om die reden zijn alleen vetplanten, cactussen en sansevieria's geschikt om op deze plaats in huis te zetten. En mits de planten regelmatig water krijgen komen ook de Phoenix soorten voor deze plek in aanmerking.

- Zonnig (plaatsing tot twee meter van het raam): zonnige plekken in huis zijn geschikt voor woonplanten die gedijen in direct zonlicht. Wanneer een dergelijke plant tot twee meter van het raam geplaatst wordt (of één meter bij een raam op het noorden) ontvangt de plant ongeveer vijf uur zonlicht per dag.

- Halfschaduw (plaatsing drie- vier meter van het raam): Planten die geschikt zijn voor deze plek ontvangen drie tot vijf uur direct zonlicht per dag. Wanneer deze plant voor een raam op het noorden, oosten of westen staat, moet de plant dichterbij het raam staan wil deze ook drie tot vijf uur zonlicht op willen kunnen vangen.

- Schaduw (Schaduwrijke standplaats, lage lichtintensiteit): Planten die op deze standplaats kunnen overleven hoeven niet letterlijk in de schaduw te staan, maar hebben veel minder zonlicht nodig. Voor deze standplaats geldt, hoe verder de plant van het raam staat, hoe lager de lichtintensiteit. Dit houdt in dat de plant zo'n vier á vijf meter van het raam staat, of op een plek waar minder dan drie uur per dag zonlicht komt (bijvoorbeeld een raam op het noorden of een standplaats naast het raam).

- Donker (plaatsing tot zeven meter bij een raam op het zuiden en tot vijf meter bij een

raam op het noorden): De planten die op deze standplaats kunnen overleven zijn vaak diep donkergroen van kleur. Echter hebben ook deze planten zonlicht nodig voor hun fotosynthese.

3.3 Koolstofdioxide

De tweede norm is de hoeveelheid koolstofdioxide. Uit een artikel van Plant Research International uit 2004 blijkt dat bij de hoeveelheid CO₂ die een plant nodig heeft, geldt dat hoe meer CO₂ in de lucht aanwezig is, hoe beter. Meer CO₂ betekent dat er meer fotosynthese plaats kan vinden en de plant dus het hardste zal groeien.

3.4 Water

De laatste norm is de hoeveelheid water die een plant nodig heeft om zo optimaal mogelijk te kunnen groeien (123kamerplant, z.d.). Water is mede verantwoordelijk voor het transport van voedingsstoffen en daardoor onmisbaar voor de plant. Een plant die buiten groeit en een overschot aan water heeft kan deze afvoeren. Er zijn 8 factoren die de waterbehoefte van een plant beïnvloeden (kamerplant, z.d.), waardoor het lastig is hier een norm voor te geven. Deze factoren zijn:

1. Het soort kamerplant: er zijn tal van verschillende kamerplanten die in huis kunnen worden geplaatst. Qua waterbehoefte is hier in hoofdlijnen de volgende driedeling in te maken:
 - o Planten waarbij de grond altijd vochtig moet worden gehouden: voorbeelden hiervan zijn palmen en ficussen;
 - o Planten waarbij de grond kort uit kan drogen voordat nieuwe watertoevoer wordt gegeven: hieronder vallen bijvoorbeeld de *Dracaena's* en *Aglaonema's*;
 - o Planten waarbij de grond gedurende langere tijd kan uitdrogen: voorbeelden hiervan zijn *Sansevieria's*, *Yucca's* en *Beaucarnea's*.

2. De grootte van de plant: hoe groter de plant, hoe meer bladoppervlak de plant heeft, hoe meer water is vereist;

3. De grootte van de pot: hoe groter de pot, hoe meer aarde er in deze pot kan en hoe meer water deze aarde kan opnemen. Deze opzuigende kracht zorgt ervoor dat het water zich niet op de bodem verzamelt waardoor de kans op verstikking van de wortels kleiner is;

4. Het soort substraat: er zijn, behalve aarde, meerdere soorten substraat waarop een plant kan groeien (zie kopje "Groeimogelijkheden" later dit hoofdstuk). Elk substraat heeft andere eigenschappen, zo ook in wateropname. Het substraat bepaalt dus mede de hoeveelheid water die men de plant mag geven;

5. De standplaats: hoe dicht een plant bij het raam wordt geplaatst, en dus meer zonlicht ontvangt, hoe meer water deze nodig heeft;

6. Het seizoen: in de winterperiode komen planten in een rustperiode doordat er een lagere lichtintensiteit is. Dit betekent dat de plant minder water gebruikt;

7. De kamertemperatuur: gedurende het jaar verschilt deze, ondanks systemen als een kachel en airco's;

8. De eventuele aanwezigheid van een kachel en airco: het gebruik van een kachel of airco zorgt ervoor dat de luchtvochtigheid in huis daalt, waardoor een plant meer water verbruikt en dus meer water nodig heeft.

De hoofdregel die geldt bij het geven van water is dat dit net zoveel mag zijn als de grond waarin de plant staat kan opnemen.

3.5 Mineralen

Naast de elementen water, koolstofdioxide en zonlicht haalt een plant in de vrije natuur ook mineralen uit de bodem. Binnenshuis heeft een

plant deze optie niet tot zijn beschikking. Dit kan een reden zijn om de plant extra te voeden, echter moet hier voorzichtig mee om worden gegaan omdat een overdosis snel gegeven is (123kamerplant, z.d.). Zo mag je planten in de winter niet bemesten, maar alleen tijdens de groeiperioden. Wanneer een plant net is verpot mag deze niet bemest worden, evenals wanneer de plant last heeft van ongedierte. Een overdosis kan de plant schaden, of zelfs doden.

Een hoofdregel die bij het voeden geldt is dat hoe minder zonlicht de plant nodig heeft, hoe langzamer deze groeit en hoe minder bemesting deze nodig heeft. Daarnaast is bekend dat een bloeiende kamerplant meer kalium nodig heeft en een groene kamerplant juist meer stikstof wenst.

3.6 Opname schadelijke stoffen

Planten nemen naast zuurstof en koolstofdioxide ook andere luchtverontreinigende stoffen op. De manier waarop planten deze agentia uit de lucht halen hangt af van de aard van deze stof (Hoffman, 2009). Gasvormige stoffen als SO₂, NO_x en O₃ worden net als zuurstof en CO₂ via de huidmondjes opgenomen. Wanneer deze huidmondjes openstaan worden de stoffen opgenomen, dit gebeurt overdag meer dan 's nachts. Gladde, grote en platte bladeren zijn het meeste geschikt voor het opnemen van deze agentia.

Een andere manier waarop planten agentia op kunnen nemen is door middel van een waslaag in de bladeren. Met name de Vluchtige Organische Stoffen (VOS/ VOC) en PCB's kunnen worden opgenomen door deze waslaag. Deze opname is overdag en 's nachts gelijk. Planten met een dikke waslaag nemen de meeste VOS op. De derde manier waarmee planten agentia uit de lucht filteren is door middel van zogenaamde afzetting op de bladeren en de stengels/takken van de plant. Kleine fijnstofdeeltjes, zoals PM₁₀ slaan neer op de plant als gevolg van de wind of de zwaartekracht.

3.7 Groeimogelijkheden

Er bestaan verschillende manieren waarop een plant kan groeien. In onderstaande opsomming worden vele hiervan benoemd en kort toegelicht:

Hydrocultuur: hierbij worden planten opgekweekt in het water, waarbij de wortels van de plant in dit water staan (123kamerplant, z.d.). Water bevat minder zuurstof dan potgrond, waardoor een ander soort wortels wordt ontwikkeld. Doordat de plant in het water staat kan op een relatief eenvoudige en nauwkeurige manier voedingsstoffen worden toegediend. Het substraat dat bij hydrocultuur wordt gebruikt zijn hydrokorrels, dit zijn luchtige kleikorrels waartussen de wortels van de plant groeien en waarbij deze wortels de mogelijkheid hebben om zuurstof uit de lucht op te nemen. Met behulp van watermetersystemen kan worden afgelezen hoeveel water een plant nodig heeft, gemiddeld hoeft een plant maar twee keer per jaar bemest worden met een speciaal daarvoor bestemde voeding. Vrijwel alle kamerplanten kunnen omgekweekt worden naar een hydrocultuur.

Potgrond: De meeste bekende en traditionele wijze van de toepassing van een plant binnenshuis is deze te laten groeien in een pot. Potgrond is een verzamelnaam voor diverse soorten grond met elk hun eigen samenstelling en specifieke structuur. Afhankelijk van het soort plant is een bepaalde potgrondsoort nodig. Potgrond heeft een goede water- en luchthuishouding, waardoor de wortels van een plant zich goed kunnen ontwikkelen.

Verticale bewassing: Dit is een relatief nieuw concept, waarbij planten verticaal groeien. Er zijn drie manieren waarop deze planten kunnen leven, te weten druppelirrigatie, luchtteelt en hydrocultuur (Dickson, 2009). Hoe de groei-methode van hydrocultuur werkt is hierboven al nader toegelicht, in hoofdstuk 6 wordt de werking van verticale bewassing verder uitgewerkt.

Vulcastrat: Dit is een grindsoort die vocht absorbeert en dit geleidelijk afgeeft aan de wortels van een plant (Locher, & Bakker, 1990). Het grind kan water tot wel 30 cm absorberen, waardoor water zich niet onderin de pot kan verzamelen en de plant dus niet kan verstikken. Vulcastraat kan niet dicht slinken, waardoor de grond luchtiger blijft en de wortels meer zuurstof op kunnen nemen. De hoeveelheid water die dit substraat nodig heeft, is afhankelijk van de plant die erin groeit, dit geldt ook voor de eventuele bemesting van de plant.

Steenwol: Dit wordt gemaakt van basalt, dat bij hoge temperaturen wordt gesmolten, waarna het vloeibare gesteente wordt gesponnen zodat er vezels kunnen worden gevormd wanneer het afgekoeld is. Steenwol kan op meerdere manieren gebruikt worden, zoals in de vorm van blokken, matten en stukken. Dit substraat wordt veel toegepast bij de teelt van groenten en bloemen in kassen. De voordelen van dit materiaal zijn dat het een neutraal materiaal is en een goede luchtigheid en vermogen heeft water vast te houden. Echter is het grote nadeel van dit substraat dat het niet ecologisch is en, wanneer het droog staat, een risico voor de gezondheid kan betekenen. De fijne deeltjes breken af, komen in de lucht vrij en hopen op in het longweefsel.

Kokosvezel: Dit is op de markt gebracht als vervanging van steenwol, en is een bijproduct bij het kappen van kokos. Er bestaan twee vormen van kokosvezel, de traditionele en de nieuwe versie. De traditionele versie bestaat uit harde blokken of snippers die uitzetten wanneer er water bij komt. Het materiaal heeft een uitstekend waterhoudend vermogen en een kationen-uitwisselingscapaciteit. Dit is de capaciteit van de bodem om positief geladen ionen uit te wisselen met de bodemoplossing. Daarnaast is de traditionele versie vrij stabiel zodat deze niet snel verteert. De nieuwere versie van kokosvezel bestaat uit geweven blokken of matten die bijna geen vermogen hebben water vast te houden. Om die reden kan het materiaal alleen gebruikt worden met een constant circulerend systeem,

dit zorgt voor een optimale drainage en luchtvochtigheid.

Perliet: Dit is een afgeleide van gesteriliseerd vulkanisch gesteente en wordt speciaal gemaakt voor tuinbouwkundig gebruik (Locher, & Bakker, 1990). Het zorgt voor een goede luchtvochtigheid, verbeterd de drainage en vermindert de compactheid bij de wortels. Het materiaal breekt langzaam af en kan in grote hoeveelheden tegelijk gebruikt worden.

Vermaculiet: Dit substraat bestaat uit opgeblazen mica wat verhit wordt en uitzet. Het is een glasachtig mineraal met een metaalachtige glans. Het materiaal houdt veel vocht vast en geeft een capillaire werking in het wortelstelsel, het heeft een uitstekende bufferkwaliteit. Het nadeel van het materiaal is dat het, zoals perliet, weinig luchtigheid heeft. Vermaculiet en perliet worden daarom met name gebruikt voor de ontkieming van zaden en voor wortelstekken.

Polyurethaanschuim: Ook wel Polygrow genoemd, werd oorspronkelijk ontwikkeld voor de tuinbouwsector, maar wordt tegenwoordig ook veel gebruikt voor urban greening zoals groene daken en wanden (Sempergreen, z.d.). Er is in de loop der jaren veel met Polygrow geëxperimenteerd, waardoor het materiaal nu ook geschikt is voor urban greening. De toepassing op groene wanden is uitgebreid getest waardoor er nu een compleet systeem bestaat, bestaande uit één mat, de zogenaamde Polygrow PG D2. De mat werkt als groeimedium, waterbuffer en drainage in één.

Turfvezel: Wordt ook wel lok of turflok genoemd, bestaat uit de vezels van de wollegrasplant (Locher, & Bakker, 1990). Oorspronkelijk werd het materiaal alleen gebruikt bij de productie van textiel, later werd het materiaal ook toegepast in de tuinbouw en bij de drainage van het polderland. Turfvezel wordt met name toegepast bij de productie van mosstokken, deze dienen als ondersteuning van sierplanten, in aquaria en als substraat voor orchideeënteel.

Sphagnum: Deze heeft een sterk water opnemend vermogen wat het geschikt maakt voor de verbetering van een substraat (Locher, & Bakker, 1990). Zogenaamd turfstrooisel wordt aan het substraat toegevoegd, waardoor de structuur ervan verbeterd. Sphagnum is met name geschikt voor zand- en kleigronden.

Puimsteenkorrels: Dit is een vulkanisch gesteente dat gekenmerkt wordt door een grote porositeit. Als het puimsteen fyto-sanitair in orde is (RHP-keur), dan mag het als substraat in de tuinbouw dienen. Doordat lucht in de poriën van de puimsteen wordt opgesloten, dient het als uitstekende isolator. Er bestaan verschillende soorten, die allemaal ergens anders gewonnen worden, al deze soorten hebben een andere dichtheid.

Lavastenen: Deze worden met name gebruikt om de samenstelling van klei-achtige grond te verbeteren. De toepassing van lavastenen zorgt voor meer mineralen en lucht in de grond, waardoor wortels makkelijker en dieper in de grond kunnen treden. Het substraat is met name geschikt voor cactussen en andere vetplanten.

Boomschors: Deze schors heeft een harde structuur die vier tot vijf jaar meegaat. De schors kan onder andere bij wandelpaden gebruikt worden, maar dient ook als decoratiemateriaal, grondstof voor orchideeënteelt en is een geschikt drainagemateriaal in bloembakken.

Humus: Dit is het traag afbreekbare deel van de organische stof in de bodem (Locher, & Bakker, 1990). Humus wordt gevormd door de ontbinding van plantaardig en dierlijk materiaal.

Zand: Dit kenmerkt zich door een losse structuur bestaande uit grove deeltjes die ervoor zorgen dat er voldoende zuurstof bij de wortels van een plant kunnen komen (Locher, & Bakker, 1990). Het nadeel bij het gebruik van zand als substraat is dat water snel naar de bodem zakt, waardoor de plant droog kan komen te staan.

Grit: Wordt ook wel grind of kiezels genoemd, is een substraat dat een goede vocht doorlatende werking heeft (Locher, & Bakker, 1990). Het materiaal werkt verstevigend en drainerend. Het is een onderhoudsvriendelijk materiaal en voorkomt onkruid.

H4: DE KALMERENDE WERKING VAN MOEDER NATUUR

In dit hoofdstuk zal antwoord worden gegeven op de vraag welke invloed planten hebben op het mentale welzijn van de mens. De deelvraag die beantwoord wordt luidt: *Wat is de invloed van planten op het mentale welzijn van de mens?*

Het mentale welzijn is een breed omvattend begrip, waarvan vele aspecten nog niet onderzocht zijn. Reeds verrichtte onderzoeken richten zich vooral op stressherstellende effecten. Deze herstellende effecten zijn in drie categorieën in te delen; het affectief herstel (stemmingsverbetering), het cognitief herstel (betere concentratie, aandacht, geheugen, zelfdiscipline) en het fysiologisch herstel (Alterra Wageningen, 2007). Het grootste deel van de onderzoeken die in deze deelvraag worden benoemd gaan over de relatie tussen de natuur en stress.

4.1 Verblijven in een natuurlijke omgeving

Bij een verblijf in een natuurlijke omgeving worden alle vijf de zintuigen waarover men beschikt gestimuleerd; men kan de natuur zien, ruiken, voelen, horen en in sommige gevallen proeven (Alterra Wageningen, 2007). Dat dit gegeven een positieve invloed heeft op het mentale welzijn blijkt uit een aantal onderzoeken. Wanneer men zich gespannen, depressief of kwaad voelt begeeft men zich graag naar een

natuurlijke omgeving om zich te ontspannen en tot rust te komen, omdat uit onderzoek blijkt dat dit een gevoel van vertrouwen geeft (Cooper Marcus, 1999; Schuiling & van den Berg, 2001; Kopec, 2012). Deze waarneming, die Cooper in zijn onderzoek deed, blijkt ook daadwerkelijk meetbaar te zijn.

Wanneer men gestrest is en vervolgens een wandeling door een natuurlijke omgeving maakt, verdwijnt deze stress eerder dan dat men een wandeling door een stedelijke omgeving zou maken of zou ontspannen in een binnenruimte (Hartig, Mang & Evans, 1991). In een artikel over de effecten van bezoeken aan bosrijke omgevingen blijkt deze activiteit invloed kan hebben op de bloeddruk en hartslag van de mens, waarbij deze worden verlaagd. Ook is het zo dat het cortisol-niveau kan verlagen (Lee et al., 2012; Park, Tsunetsugu, Kasetani, Kagawa, & Miyzaki, 2010; Tsunetsugu et al., 2013).

Hoe meer men met natuur in aanmerking komt, hoe beter men met mentale en fysieke problemen in het leven om kan gaan, de zelfbeheersing verbetert (Mayer, Frantz, Bruehlman-Sencal & Dolliver, 2009). Daarnaast verlichten groene omgevingen stress en angst en wordt de psychologische functie en het herstel daarvan verbeterd (Larsen, Adams, Deal, Kweon & Tyler, 1998).

Ook bij kinderen is onderzoek gedaan naar de effecten van de natuur op hun gedrag. In een onderzoek van Van der Waal, Van den Berg en Koppen uit 2008 werden leerlingen van groep 5/6 getest en geobserveerd toen zij deelnamen aan een driedaags natuurprogramma of een dansexpressie. De resultaten tonen dat de leerlingen die deelnamen aan het natuurprogramma een significante verbetering van hun emotionele welbevinden ondervonden ten opzichte van dans. Ze gaven aan beduidend minder angstig, verdrietig en zorgelijk te zijn, terwijl de kinderen die deelnamen aan de dansexpressie geen verbetering in het emotionele welbevinden vertoonden.

Er blijkt een samenhang te zijn tussen het soort natuur en de behoeften van de mens. Zo blijkt uit een onderzoek van Van den Berg uit 1999 dat de voorkeur voor een wilde of een verzorgde natuurlijke omgeving een sterke samenhang heeft met de behoeften die de proefpersonen in de natuur hebben. Zo blijkt dat mensen met een grote behoefte aan persoonlijke groei en zelfreflectie een relatief sterke voorkeur voor wilde en ruige natuur hebben, terwijl mensen met een grote behoefte aan veiligheid en sociale contacten een relatief sterke voorkeur hebben voor een veilige, verzorgde natuurlijke omgeving.

Een aanvulling op dit onderzoek is dat van Sherman, Verni & Malcarne uit 2005. Uit hun onderzoek blijkt dat tuinen en groene ruimtes, waarin privacy gewaarborgd wordt, zorgen voor een snellere genezing van patiënten in verzorgingsinstellingen. Deze waarneming bevestigt het bovengenoemde onderzoek van Van den Berg uit 1999. Patiënten hebben vaak een grote behoefte aan een veilige omgeving, de voorkeur voor tuinen en groene ruimtes refereert dan ook aan de veilige en verzorgde natuurlijke omgeving.

4.2 Actief bezig zijn met de natuur

Het actief bezig zijn met de natuur, oftewel tuinieren, is van invloed op het mentale welzijn

van de mens. In 2007 deed Alterra Wageningen een onderzoek naar de stressherstellende functie van de natuur op de mens door bij proefpersonen het cortisolniveau te meten, een hormoon dat wordt aangemaakt wanneer men stress ervaart. Een eerste experiment heeft bewezen dat het cortisolniveau aanzienlijk meer daalt wanneer men bezig is met tuinieren, dan wanneer men een boek leest. Hieruit is de conclusie getrokken dat stress vermindert en het concentratievermogen verbetert wanneer men tuiniert.

Bij een tweede experiment werd het cortisol-effect gemeten bij ouderen die al dan niet verbleven in een groenkamer. Een groenkamer is een natuurlijk ingerichte ruimte die geschikt is voor het uitvoeren van natuurgerichte activiteiten. Uit het experiment is naar voren gekomen dat de mensen die verbleven in de groenkamer een significant lager cortisolgehalte hadden en een significant betere stemming hadden dan mensen die in de neutrale ruimte verbleven. Daarnaast benoemden de proefpersonen in de groenkamer een grotere afname van vermoeidheid en een grotere toename van kracht dan de mensen in de neutrale ruimte. Uit het gehele onderzoek is geconcludeerd dat, op basis van het cortisolgehalte, de natuur een positieve invloed heeft op de reductie van stress bij de mens.

4.3 Uitzicht op een natuurlijke omgeving

Behalve in een natuurlijke omgeving te verblijven kan ook het kijken naar een natuurlijke omgeving tot een vermindering van mentale klachten lijden. In een onderzoek van Ulrich, dat in 1984 werd uitgevoerd, wordt dit bevestigd. Uit dit onderzoek is gebleken dat patiënten die in een ziekenhuis een kamer met uitzicht op een natuurlijke omgeving hadden sneller van hun operatie genazen en daarbij minder pijnstillers nodig hadden dan patiënten die een kamer zonder uitzicht op een natuurlijke omgeving hadden. Ook Moore deed in 1981 onderzoek naar de invloed van het uitzicht op planten. Hij ontdekte dat gevangenen die uitkeken op een

stenen binnenplaats zich vaker ziek meldden dan degenen die uitkeken op een grasland. En uit het onderzoek van Tennessen & Cimprich uit 1995 is gebleken dat studenten die vanuit hun slaapzaal uitzicht hadden op een natuurlijke omgeving zich beter konden concentreren dan studenten die uitzicht op een stedelijke omgeving hadden. Dat uitzicht op natuur in de werkomgeving ook van belang is blijkt uit het onderzoek van Hartig, Bringslimark en Hygge uit 2007. Zij onderzochten in een kantoorgebouw de invloed van het uitzicht op bomen en het uitzicht op een muur. De resultaten toonden dat de werknemers die uitzicht hadden op de bomen beter functioneerde dan de werknemers die uitzicht hadden op de muur.

4.4 Verblijf in ruimte met planten

Er zijn verschillende onderzoeken geweest naar de aanwezigheid van planten in verblijfsruimten. Een van deze onderzoeken is dat van Park, deze deed in 2006 onderzoek naar de effecten van planten in een ziekenhuiskamer. Bij het onderzoek werden patiënten na afloop van een operatie aan de schildklier, blindedarm of aambeien op basis van toeval toegewezen aan een kamer met of zonder planten. Uit de resultaten bleek dat de patiënten die in een kamer met planten verbleven een korter ziekenhuisverblijf hadden, minder zware pijnstillers nodig hadden, een lagere bloeddruk, hartslag en ademhalingsfrequentie hadden en minder pijn, angst en vermoeidheid rapporteerden.

Ook is er onderzoek gedaan naar het uitvoeren van stressvolle activiteiten. Zo is er een onderzoek gedaan naar het uitvoeren van een stressvolle computertaak in een ruimte met planten en in een ruimte zonder planten. De proefpersonen in de ruimte met planten reageerden sneller en hadden een lagere bloeddruk dan de proefpersonen die dezelfde taak uitvoerden in een ruimte zonder planten. Een onderzoek dat hierop aansluit is dat van Lohr en Pearson-Mims uit 2000. In hun onderzoek hebben zij de invloed van planten op de pijntoler-

antie van mensen getest door bij de proefpersonen te meten hoe lang zij hun hand in een bak met ijswater konden houden. Uit het onderzoek bleek dat het merendeel van de proefpersonen die deze test in een kamer met aanwezigheid van planten uitvoerden hun hand zo'n vijf minuten langer in het water konden houden dan de proefpersonen die de test in een kamer met andere objecten, dan wel geen objecten, uitvoerden. Ook blijkt dat mensen in een ruimte met planten pijn beter kunnen verdragen dan mensen in een ruimte met gekleurde objecten of een ruimte zonder planten of objecten (Lohr & Pearsons, 2000).

Daarnaast blijkt ook dat de diversiteit aan planten zorgt voor een verschillend effect. Zo is uit onderzoek gebleken dat bloeiende planten, in vergelijking met gebladerde planten, een beter effect hebben op de vermindering van stress (Kim & Mattson, 2002), pijntolerantie (Park et al., 2004) en de waargenomen aantrekkelijkheid in de kamer (Adachi, Rohde, & Kendle, 2000). Tevens is er een onderzoek gedaan naar de vraag of het gebruiksverschil van echte of kunstmatige planten van invloed is op de gemoedstoestand van de mens. Bij dit onderzoek werden testen met proefpersonen uitgevoerd in kamers met echte, kunstmatige of geen planten, waarbij de proefpersonen niet werd verteld of ze echte of kunstmatige planten in hun kamer hadden staan. Uit het onderzoek is naar voren gekomen dat wanneer men niet weet of de plant echt of kunstmatig is, de gemoedstoestand al kan verbeteren door het geloof dat er een echte plant aanwezig is (Shibata, & Suzuki, 2004).

4.5 Niet-echte natuur: kleur en beelden van natuur

Ook kleur blijkt van invloed te zijn op het gedrag van de mens (Jacob & Suess, 1975). Zo roepen de kleuren geel en rood een hogere agressie op dan de kleuren groen en blauw. De kleur groen wordt als ontspannen en comfortabel omschreven, en wordt vrijwel direct in verband gebracht met de natuur, het zorgt voor een

comfortabel, teder, kalm en onbezorgd gevoel. Daarentegen zorgt bijvoorbeeld de kleur oranje voor opwinding en angstige en boze gevoelens. De conclusie van het onderzoek luidde dan ook dat de koelere kleuren, zoals groen, een relaxtere stemming geven dan warmere kleuren, zoals oranje.

Behalve het uitzicht op planten, kunnen dus ook beelden van groene elementen een positieve werking hebben op het mentale welzijn van de mens. Zo blijkt dat als men in een gestreste situatie is gebracht en vervolgens videobeelden te zien krijgt van een natuurlijke omgeving, deze stress sneller verdwijnt dan wanneer men videobeelden van een stedelijke omgeving te zien krijgt. Daarnaast herstelt men sneller door een omgeving die men als mooi ervaart (Van der Wulp, 2001; Van den Berg, Van der Wulp & Koole, in druk). Behalve videobeelden hebben ook natuurfoto's, ten opzichte van foto's van een stedelijke omgeving, een positieve invloed op de gemoedstoestand en de cognitieve prestaties van de mens (Hartmann & Apaolaza-Ibáñez, 2010; Ulrich et al., 1991). Ook kunst in zorginstellingen, zoals schilderijen met natuurlijke elementen zoals water en bomen, kan bijdragen aan het verminderen van bloeddruk, angst, verdriet en depressie, en de moeite met inname van pijnstillers (Friedrich, 1999).

4.6 Biofilia

Er is tot op heden nog geen eenduidige verklaring gevonden voor de resultaten van deze en verwante onderzoeken, wel wordt er vaak vermoed dat het te maken heeft met een genetisch mechanisme. Dit mechanisme wordt biofilia genoemd: de aangeboren liefde van mensen voor de natuur (Wilson, 1984; Ulrich, 1993; Kellert, 1997). Aanhangers van deze biofilia-hypothese geloven dat de gunstige werking van de natuur wordt verklaard door de ontstaansgeschiedenis van de mens. Ulrich heeft op basis van deze hypothese het zogenaamde psycho-evolutionaire model opgesteld (Ulrich, 1997), waarbij het uitgangspunt is dat een omgeving die wordt

ervaren als mooi of aantrekkelijk ervoor zorgt dat negatieve gedachten worden geblokkeerd of gereduceerd waardoor men tot rust komt en stress verdwijnt. In zijn theorie gaat Ulrich uit van zeven landschapskenmerken die de gezondheid positief zouden beïnvloeden:

1. De afwezigheid van gevaar
2. Een gemiddelde tot hoge complexiteit
3. De aanwezigheid van een patroon of structuur
4. Een gemiddelde tot grote openheid
5. Een gelijkmatig grondoppervlak
6. Gebogen zichtlijnen
7. De aanwezigheid van water.

In de ontstaansgeschiedenis van de mens hadden deze kenmerken een signaalfunctie voor veiligheid en overleven. De relatie tussen de mens en de natuur op mentaal gebied wordt door filosofen als volgt omschreven: de natuur herinnert ons aan het natuurlijke in onszelf, aan onze nietigheid en sterfelijkheid, maar daarnaast biedt de natuur ook de mogelijkheid voor troost en zingeving (Schouten, 2001).

4.7 De invloed van natuur op het sociaal vermogen

Behalve de invloed van natuur op de fysieke gesteldheid van de mens, kan deze natuur ook bijdragen aan de socialiteit van de mens. Verschillende studies hebben aangetoond dat groene omgevingen in de buurt van woonomgevingen kunnen bijdragen aan een verbetering van de sociale contacten en de sociale cohesie tussen buurtbewoners (Steg, Berg, & Groot, 2014). Naast specifiek de relatie tussen buurtbewoners zou natuur over het algemeen voor een bevordering van een gemeenschapsgevoel zorgen.

4.8 Negatieve invloed van natuur op de mens

Ondanks bovengenoemde voordelen kunnen planten ook negatieve gevoelens opwekken bij de mens. zo wordt een natuurlijke omgeving vaak geassocieerd met het gevoel van so-

ciale onveiligheid en criminaliteit wanneer het bijvoorbeeld erg donker is of wanneer paden lastig te herkennen zijn (Berg, & Berg, 2001). Deze factoren zorgen ervoor dat men zich niet graag in deze omgevingen bevindt. Zo blijkt dat met name vrouwen niet graag alleen de natuur in gaan. Gemiddeld is slechts één op de vijf alleengaande bezoekers van natuurgebieden een vrouw (Kroon, 1994). Ondanks dat er geen harde cijfers over bekend zijn, blijkt dat er veel mensen zijn die bang zijn voor (een gedeelte van) de natuur, en deze daardoor gaan mijden (Berg, A., & Berg, M., 2001). Een extreme vorm van die angst is biofobia: een verdedigingsmechanisme dat het lichaam instinctief voorbereid op een vluchtreactie (Ulrich, 1993). Net als bij biofilia zou dit mechanisme voortkomen uit de ontstaansgeschiedenis van de mens, waarbij men in de natuur gevaren moest kunnen herkennen en adequaat moest kunnen reageren door te vluchten of te vechten (Kahn, 1997; Kellert, 1997).

Volwassenen kunnen sneller angstreactions aanleren op natuurlijke stimuli zoals slangen, dan op niet-natuurlijke stimuli zoals bijvoorbeeld auto's (McNally, 1987). Dit lijkt erop te wijzen dat angsten vanuit de natuur inderdaad vanuit de ontstaansgeschiedenis van de mens onbewust aanwezig zijn. Het onbewust aanwezig zijn van deze angsten betekent niet perse dat deze hoeven te ontstaan, maar doordat natuur tegenwoordig een steeds minder vanzelfsprekende rol in het dagelijks leven speelt, kan dit gebrek aan contact en deze vervreemding bijdragen aan het ontwikkelen van angst voor de natuur. Zo blijkt bijvoorbeeld dat plattelandskinderen minder bang zijn voor wilde dieren dan stadskinderen (Gebhard, 1993).

Uit onderzoek van Bixler & Floyd uit 1997 blijkt dat jongeren die een wildernisprogramma op TV volgen de wildernis met name als eng, vies en oncomfortabel ervaren. Naarmate zij echter meer naar deze programma's kijken blijken zij hier beter mee om te kunnen gaan en na verloop van tijd zelfs een gevoel van rust en harmonie te ervaren (Kaplan, 1984). Naast deze rustgevendende werking van de natuur wordt ook meer energie en zelfvertrouwen ervaren bij het kijken van dergelijke programma's (Easley, Passineau & Driver, 1990). De conclusie uit deze onderzoeken is dat je kunt leren om met natuur om te gaan en dit als positief te ervaren.

De vele onderzoeken naar de invloed van de natuur op het mentale welzijn van de mens die in bovenstaande deelvraag worden vermeld geven een duidelijk beeld van welke kennis er op dit moment is over deze relatie. Er kan worden geconcludeerd dat de aanwezigheid van planten, alsmede het uitzicht op een natuurlijke omgeving en het kijken naar beelden die met natuur te maken hebben bijdragen aan het mentale welzijn van de mens.

Het mentale welzijn van de mens is een breed begrip, zie de Key Concepts genoemd in hoofdstuk 1, in de onderzoeken is vooral getest op de invloed van factoren als stress, concentratievermogen en sociaal vermogen. Tal van andere factoren die met het mentale welzijn te maken hebben zijn nog niet onderzocht, er is dus nog een groot vlak waarover de invloed van groen niet bekend is. Dit gegeven betekent dat de voordelen van de uiteindelijke toepassing die bedacht wordt enkel op deze reeds verrichte onderzoeken verdedigd kan worden.

H5: DE KRACHT VAN MOEDER NATUUR

In dit hoofdstuk zal aan de hand van de conclusie van reeds verrichte onderzoeken antwoord worden gegeven op de vraag welke invloed flora heeft op het fysieke welzijn van de mens. De deelvraag die beantwoordt wordt luidt: *Wat is de invloed van flora op het fysieke welzijn van de mens?*

Men maakt meer gebruik van een bepaald type natuur naarmate er meer van dit soort natuur aanwezig is in de woonomgeving van de mens (Schuiling, & Berg, 2001). Kinderen in een kinderopvangcentrum met een natuurlijke speelomgeving hebben een betere motoriek dan kinderen in een kinderopvangcentrum in de stad (Fjortoft & Saggie, 2000). Ook bij volwassenen lijkt er een relatie te zijn tussen de aantrekkelijkheid van de natuur en het gebruik daarvan. Zo wordt outdoor-hardlopen als minder inspannend ervaren dan indoor-hardlopen (Harte & Eifert, 1995) en bleek uit onderzoek van Pennebaker & Lightner uit 1980 dat een groep jongens een test op een moeilijk begaanbaar natuurlijk terrein in minder tijd aflegden dan joggers die dezelfde afstand liepen op een binnenbaan. De onderzoekers verklaren deze metingen door de aantrekkelijke bewegingsomgeving die afleiding zou bieden van de lichamelijke inspanning die wordt verricht.

De relatie tussen een groene omgeving en de gezondheid van de mens is het sterkst van invloed op groepen mensen die de neiging hebben veel in en dichtbij hun woning te blijven, zoals ouderen, huisvrouwen en mensen met een sociaaleconomisch lage status (Steg, Berg, Groot, 2014). Uit onderzoek van Mitchell & Popham uit 2008 blijkt dat bij deze laatste categorie de sterfte groter is dan bij mensen met een hogere sociaaleconomische status. Er wordt in het onderzoek verondersteld dat dit komt doordat mensen met een hogere sociaaleconomische status het zich kunnen veroorloven vrijer en dus in een natuurlijkere omgeving te wonen dan mensen die het minder breed hebben. De conclusie van het onderzoek is dat de toegang tot een groene omgeving mensen mogelijk beschermt tegen de negatieve gezondheidsconsequenties van een laag inkomen.

De vraag of er een verband bestaat tussen zeven landschapskenmerken die in tussenkopje 4.6 werden genoemd (de afwezigheid van gevaar, een gemiddelde tot hoge complexiteit, de aanwezigheid van een patroon of structuur, een gemiddelde tot grote openheid, een gelijkmatig grondoppervlak, gebogen zichtlijnen en de aanwezigheid van water) en de sterkte daarvan op gezondheidseffecten is tot op heden niet te

beantwoorden, omdat hier nog te weinig onderzoek naar is gedaan. Echter suggereert onderzoek van De Vries et al. uit 2000 dat objectieve kenmerken van de natuur weinig invloed hebben op gezondheidsklachten. Uit het onderzoek bleek dat hoe groener de woonomgeving van personen was, hoe minder gezondheidsklachten deze personen bij de huisarts hadden. Het soort groene omgeving maakte daarbij geen verschil. Van Dillen, De Vries, Groenewegen & Spreewenberg hebben in hun onderzoek uit 2011 met behulp van andere kwaliteitsindicatoren dan de zeven landschapskenmerken (Ulrich, 1997) onderzocht wat de invloed daarvan is op de mens. De kwaliteitsindicatoren die zij gemeenten hebben waren onder andere de afwezigheid van zwerfvuil, de toegankelijkheid van het groen en de veelkleurigheid. Door middel van observaties hebben zij objectieve informatie verzameld, waaruit naar voren is gekomen dat hoe hoger de kwaliteit groen was, hoe beter gezondheid was, ongeacht de hoeveelheid groene ruimte.

Een natuurlijke omgeving kan ook bijdragen aan het verbeteren van de weerstand. Weinig contact met vuil en ziektekiemen leidt tot een ongetraind immuunsysteem. Kinderen die op-

groeien op een boerderij ontwikkelen over het algemeen minder allergieën dan stadskinderen, omdat zij op jonge leeftijd worden blootgesteld aan bacteriële infecties (Downs et al., 2001). Ondanks de hierboven geschreven voordelen die flora heeft op de mens, kan flora ook een bedreiging zijn voor het welzijn van de mens. Vele planten en dieren kunnen gevaarlijk zijn wanneer men hiermee in aanmerking komt (Berg, A., & Berg, M., 2001, p.27). Dieren kunnen steken of bijten, bepaalde planten kunnen hooikoorts veroorzaken, enz.. De grootste kans op ziekten in de natuur vind je in water en moerasachtige gebieden, de kleinste kans op akkers en intensief gebruikte graslanden (Van Bronswijk et al., 1999).

Aan de hand van bovengenoemde onderzoeken kan voorzichtig worden gezegd dat de natuur een positieve invloed heeft op het fysieke welzijn van de mens. Er is niet veel literatuur over deze invloed te vinden, en de onderzoeken die zijn verricht zijn beperkt qua breedte, maar uit het bovenstaande blijkt dat natuur met name aanzet tot beweging en een verbetering van het uithoudingsvermogen. Echter moet er nog veel onderzoek gedaan worden naar de invloed van planten op dit fysieke welzijn.

H6: HOE PLANTEN ZICH DE AFGELOPEN JAREN HEBBEN BEWEZEN

In dit hoofdstuk zal antwoord worden gegeven op de deelvraag: *Op welke manieren worden planten reeds toegepast in woningen?* Hierbij zal worden weergegeven hoe planten tot nu toe in woningen worden gebruikt en waar daarbij rekening moet worden gehouden.

6.1 Huidige toepassing planten in huis

In dit onderzoek zal er een product ontwikkeld worden waarin planten centraal staan. Het is dus relevant een overzicht te krijgen van de manieren waarop planten tot nu toe in huis toegepast worden.

Potplanten

De meest voor de hand liggende toepassing die vrijwel in elke woning te vinden is, is het plaatsen van een plant in een pot of bak die vervolgens bijvoorbeeld op de vensterbank, vloer of tafel wordt geplaatst. Daarnaast is er de mogelijkheid deze potten en bakken aan het plafond of aan de muur te hangen. Deze eenvoudige manier om planten in huis te zetten is voor iedereen toegankelijk en vergt geen grote investeringen of moeite.

Behalve deze eenvoudige en zeer bekende manieren om planten in huis toe te passen zijn er steeds meer ontwikkelingen in opkomst. Deze toepassingen zijn specialistischer en vra-

gen met name kennis over planten en techniek. Voorbeelden van deze ontwikkelingen zijn groene wanden, modulaire plantensystemen en zogenaamde levende schilderijen. Deze ontwikkelingen hebben vaak naast een decoratieve functie ook andere voordelen. Zo kunnen planten bijvoorbeeld ook geluiddempend werken. Groene wanden worden binnen- en buitenshuis toegepast. Een andere benaming voor een dergelijke wand is de verticale tuin of verticale gewassing. De planten worden via een systeem voorzien van water, voedingsstoffen en eventueel licht. De planten hebben zo de beschikking over alle voedingsstoffen die ze nodig hebben. Ook modulaire plantensystemen hebben een soortgelijke werking. Het grote verschil



Figuur 3

tussen deze twee producten is de verplaatsbaarheid ervan. Laatstgenoemde kan naar wens in een ruimte geplaatst worden. Bij alle drie de producten kunnen planten naar wens gekozen en geplaatst worden. Zo ook bij levende schilderijen. In figuur 3 is te zien wat er met deze schilderijen bedoeld wordt. In het frame van zo'n schilderij zit een waterreservoir en een druppelslang die ervoor zorgt dat elke plant voldoende water ontvangt.

Behalve de hierboven genoemde functies decoratie en geluiddempende werking van planten zijn er in ieder geval nog twee voordelen te benoemen. Zoals in alinea 3.6 wordt benoemd hebben planten een luchtzuiverende werking. Ze filteren schadelijke stoffen uit de lucht en stoten zuurstof uit. Hoe meer planten men in huis neemt, hoe zuiverder de lucht wordt, al hangt dit wel af van de mate van luchtzuiverende werking van de plant. Daarnaast zijn er vele planten die kruiden of vruchten voortbrengen, deze planten worden teeltgewassen genoemd. Uit onder meer het onderzoek 'Rise of vertical farms' van Dickson in 2009 is naar voren gekomen dat binnenshuis tuinieren vele voordelen met zich mee brengt. Het draagt bij aan het gevoel van welzijn, dat in hoofdstuk 3 en 4 werd benoemd. Daarnaast kan men zo gedeeltelijk zelf in de voedselvoorziening voorzien, waarbij minder water en voedingsstoffen nodig zijn ten opzichte van de landbouw en minder kans is op ziektekiemen. Deze manier van tuinieren wordt verticale bewassing genoemd.

Gebruikte technieken

Hierbij worden tot nog toe drie technieken gebruikt, te weten: druppelirrigatie, luchtteelt (aeroponics) en hydrocultuur (hydroponics) (Dickson, 2009). Bij druppelirrigatie worden dunne

slangetjes met daarin kleine gaatjes aangebracht in het systeem, waarmee het substraat van de teeltgewassen continu licht vochtig gehouden kan worden. Bij luchtteelt worden de planten met hun wortels in een vochtige en voedselrijke lucht gehangen, waardoor een substraat overbodig wordt. Dit is ook het geval bij hydrocultuur, alleen worden hier de planten niet in een vochtige lucht geteeld, maar liggen de wortels in een bak met voedselrijk water.

Met deze drie technieken is men in staat teeltgewassen tot 16 keer sneller te verbouwen dan buiten in de volle grond. Dit getal komt voort uit een berekening in het eerder genoemde onderzoek van Dickson uit 2009. Het getal kan verklaard worden door het feit dat men binnenshuis geen last van weersinvloeden heeft en er dus in feite vier groeiseizoenen ontstaan, waarbij planten verticaal en in grotere dichtheid verbouwd worden. Zowel luchtzuiverende planten als teeltgewassen zullen later dit hoofdstuk meer aan bod komen.

6.2 Eisen van de plant

Niet elke plant is geschikt om te gebruiken als kamerplant in een woning of een ander gebouw. Dit gegeven hangt samen met de vele kenmerken en aspecten die elke plant heeft. Naast grootte speelt onder andere ook het leefklimaat een grote rol. De mate van voedingsstoffen van de plant; water, licht en kooldioxide, verschilt dus per plant. In hoofdstuk 3 werd toegelicht hoe met deze verschillen in huis rekening kan worden gehouden. Zo geeft de optimale standplaats van de plant een indicatie over de hoeveelheid licht die het wenst en geeft de waterbehoefte aan of de plant het beste in vochtige of droge lucht kan leven.

H7: DE BINNENPLANT NIEUWE STIJL

In dit hoofdstuk wordt deelvraag 6 uitwerkt. Deelvraag 6 luidt; *‘Op welke vernieuwende manier kunnen planten worden toegepast in een woning zodat deze bijdragen aan het verbeteren van het welzijn van de bewoner?’*

Om een antwoord op deze deelvraag te kunnen geven zal deze vraag worden opgesplitst in een aantal delen. Allereerst volgt in paragraaf 7.1 het Programma van Eisen waarin de eisen en wensen met betrekking tot de toepassing toegelicht worden. Dit PvE dient als uitgangspunt voor de verdere ontwikkeling van het product. Als volgt zullen op basis van dit PvE een drietal concepten worden toegelicht, waarna uiteindelijk een concept gekozen wordt. Dit concept zal vervolgens in het volgende hoofdstuk verder worden uitgewerkt.

7.1 Programma van Eisen

In deze paragraaf wordt het Programma van Eisen uitgewerkt. Hierin worden de eisen en wensen met betrekking tot de ontwikkeling van het product in kaart gebracht. Het PvE dient als basis voor de concepten die in paragraaf 7.2 worden uitgewerkt en zal tevens gebruikt worden als controle bij de verdere ontwikkeling van het uiteindelijke concept. Op deze manier staat het PvE centraal binnen de productontwikkeling en zullen belangrijke pijlers en standpunten niet over het hoofd worden gezien.

Het doel van dit onderzoek is het bijdragen aan het mentale en fysieke welzijn van mensen in hun woning. Daarvoor wordt een product ontwikkeld waarin planten zijn toegepast, waarbij ten minste wordt voldaan aan de volgende eisen:

Het terugdringen van de hoeveelheid agentia in de woning

Uit hoofdstuk 2 is naar voren gekomen dat doordat in woningen veel agentia zoals benzeen en trichloorethyleen voorkomen het binnenklimaat in woningen nog aanzienlijk verbeterd kan worden. Dit gegeven vormt een belangrijke pijler in het PvE. De toepassing die ontwikkeld wordt mag geen agentia uitstoten, maar dient de agentia in de woning te reduceren en zuurstof te produceren.

De positieve effecten van planten op het welzijn van de mens, zoals deze in hoofdstuk 4 en 5 zijn toegelicht, zal het te ontwikkelen product uiteindelijk ook met zich meedragen. Op fysiek gebied dient de toepassing bij te dragen aan het activeren van mensen door hen te stimuleren tot beweging. Op mentaal gebied dient de toepassing bij te dragen aan het verbeteren van de gemoedstoestand, een vermindering van stress en te zorgen voor een snellere genezing bij ziekte.

Om bovenstaande effecten te kunnen bereiken dienen de planten die in de toepassing geplaatst worden, het gehele jaar bladhoudend te zijn. De planten dienen zo groen mogelijk te ogen, waarbij eventuele afwijkende kleuren van bloemen of vruchten geen hinder zijn. Het dagelijks onderhoud dient zo minimaal mogelijk gehouden te worden, met uitzondering van situaties waarbij er voor teeltgewassen wordt gekozen. De constructie van de toepassing dient ondergeschikt te zijn aan de planten, wat inhoudt dat deze onopvallend dient te zijn ten opzichte van de planten.

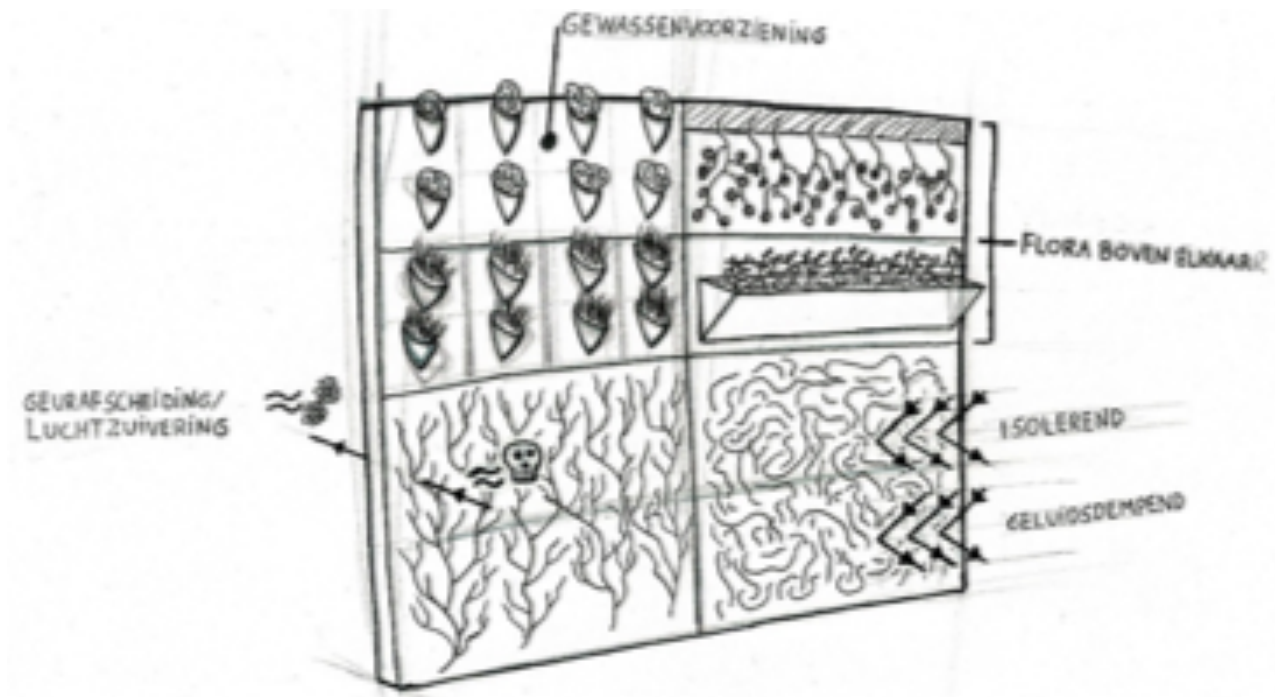
Om het product een meerwaarde te geven ten opzichte van planten in een pot, dient deze meerdere functies te hebben, waarbij het niet de bedoeling is dat het product enkel als decoratie in een woning dient. Daarbij dient het product in elke woning toepasbaar te zijn en mag niet hinderlijk zijn bij dagelijkse activiteiten. De materialen die voor de constructie van de toepassing gebruikt worden dienen demontabel en herbruikbaar te zijn, waardoor een duurzaam product ontwikkeld kan worden. Deze materialen mogen geen scherpe randen hebben of agentia uitstoten en het product en de gebruikte

materialen dienen een goede stabiliteit te hebben. In bovenstaand alinea worden de belangrijkste eisen uit het Pakket van Eisen benoemd die centraal staan bij de ontwikkeling van de uiteindelijke toepassing. In de bijlagen, op blz 61 staat het gehele Pakket van Eisen in tabelvorm vermeld, waarbij zowel de eisen, wensen als aandachtspunten vernoemd worden.

7.2 Concepten

In deze paragraaf worden een drietal concepten toegelicht die op basis van het PvE uit de vorige paragraaf zijn ontworpen. De uitgangspunten bij het bedenken van deze concepten waren het zoveel mogelijk toepassen van planten en de uitdaging de toepassing een meerwaarde te laten hebben ten opzichte van de traditionele plant in pot. De essentie van elk concept wordt kort verwoord, waarna de keuze voor het uiteindelijke concept toegelicht wordt. Vervolgens zal van het gekozen concept een vollediger uitwerking worden gegeven. De twee niet-gekozen concepten zijn terug te vinden in de bijlagen op blz 68. De schetsen uit de ideefase, voorafgaand aan deze drie concepten zijn ook te vinden in bijlage 13.4

SA, 1989)



Figuur 4

Concept 1: Paneelwanden met geïntegreerde planten

Dit concept betreft de ontwikkeling van een of meerdere paneelwanden waarin planten worden geïntegreerd. Deze panelen dienen als vervanging van niet-constructieve scheidings-elementen en hebben als extra functie dat ze flexibel en daardoor binnen de woning verplaatsbaar zijn. Op deze manier kunnen ruimtes vrijer ingedeeld worden en naar wens groter of kleiner worden gemaakt. Deze mogelijkheid is met name handig voor woningen met kleine oppervlaktes. Door de verticale opbouw van de paneelwand kunnen planten dicht tegen elkaar en boven en naast elkaar verwerkt worden, waardoor op een relatief klein oppervlak veel planten gebruikt kan worden.

Door het veelvuldig gebruik van planten zal er een positief effect op het welzijn ontstaan. Dit positieve effect is te verdelen in de luchtzuiverende werking van de planten, en daarnaast het effect van de aanwezigheid van de planten, die zorgt voor onder meer een verbetering van de gemoedstoestand en het verminderen van stress (Larsen, Adams, Deal, Kweon & Tyler, 1998). De schets in figuur 4 dient als aanvulling op bovenstaande tekst en noemt de belangrijkste functies die deze wand kan vervullen.

Concept 2: Planten onder de vloer

Het tweede concept dat is voortgekomen uit het ontwerpproces heet "Planten onder de vloer". Bij dit concept bevinden planten zich onder de afdeklaag van de vloer. Er wordt een natuurlijke voedingsbodem gecreëerd waarin planten kunnen leven. De afdeklaag bestaat uit glas (eventueel) in combinatie met roosters, zo-

dat de planten eronder zichtbaar en eventueel tastbaar worden. Het is de bedoeling dat onder deze afdeklaag een voor de planten leefbaar klimaat gecreëerd wordt waarin de planten groeien in bakken. Deze bakken zijn te verplaatsten, waardoor men de indeling van de vloer kan veranderen. Er is tevens de mogelijkheid om de planten in de aarde te planten in plaats van in deze bakken, indien de grond aanwezig is in de vrije ruimte die normaliter gebruikt wordt als kruipruimte.

Op plaatsen waar zich roosters bevinden, hebben de planten de mogelijkheid om de ruimte in te groeien, op plaatsen waar zich glasplaten bevinden dienen planten gekozen te worden die niet zo hoog worden tijdens hun groei. Een onderdeel van het concept betreft de mogelijkheid om vloerdelen uit de afdeklaag te halen, en deze elders in de vloer terug te plaatsen, mits de constructie dit toelaat. Dit om de ruimte indien gewenst, anders in te delen.

Concept 3: Planten integreren in het meubilair

Bij dit concept zullen planten worden verwerkt in het meubilair van een woning. Planten kunnen op diverse manieren worden toegepast in het meubilair, waardoor een natuurlijke uitstraling gecreëerd kan worden. De meerwaarde van deze toepassing geeft de bewoner logischerwijs een gevoel meer natuur om zich heen te hebben. Daarnaast verbetert het systeem de luchtkwaliteit en activeert bewoners, door de mogelijkheid te bieden bezig te zijn met de planten. Ook is er een mogelijkheid om dit concept te combineren met het toepassen van teeltgewassen, waardoor de bewoner zichzelf kan voorzien van voedsel.



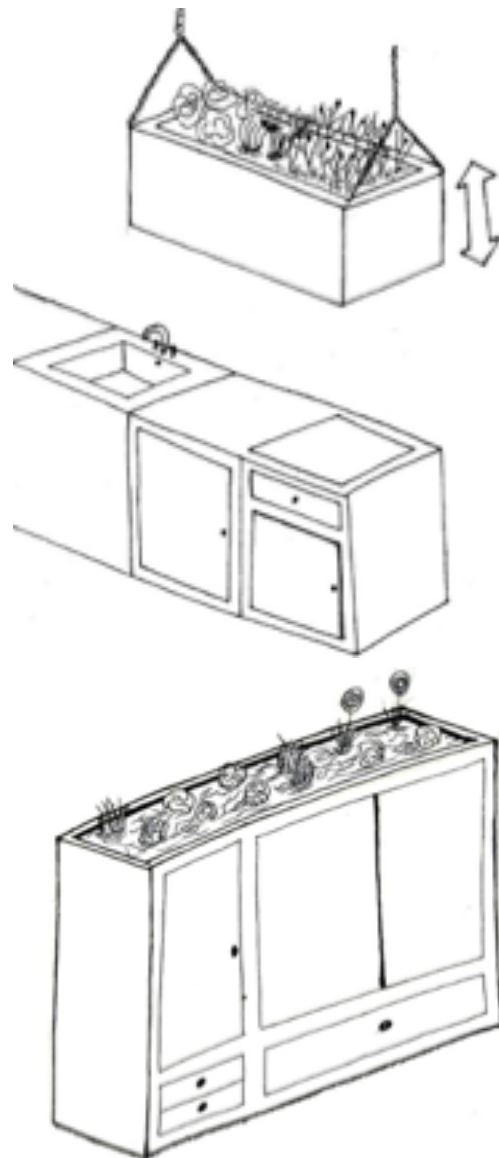
Figuur 5

7.3 Concept met (de meeste) potentie

De drie bovenstaande concepten hebben elk hun eigen focus en kenmerken. Als basis voor de keuze van het uiteindelijke concept is de doelstelling van het onderzoek genomen. Deze doelstelling luidt; 'Het doel van dit onderzoek is het bijdragen aan het mentale en fysieke welzijn van mensen in hun woning, door met de toepassing van planten een product te ontwikkelen.' In principe dragen alle drie de concepten bij aan deze doelstelling, maar niet in dezelfde mate. Daarnaast is ook kritisch gekeken naar de mogelijkheden, uitdagingen en winfactoren die elk concept heeft. Na afloop van deze analyse is ervoor gekozen om concept 1, de paneelwand met geïntegreerde planten, uit te gaan werken.

De keuze voor dit concept is met meerdere argumenten te verdedigen. Allereerst is de grootte van de toepassing, en daarmee samenhangend de hoeveelheid planten, van meerwaarde voor het concept. Zoals al in hoofdstuk 4 en 5 wordt benoemd, hangt de hoeveelheid planten samen met het effect ervan op het welzijn van de mens (Lohr & Pearsons, 2000). Daarnaast heeft de luchtzuiverende werking van planten een groter effect naar mate er meer planten in de ruimte gebruikt worden (zie paragraaf 3.6). Echter is dit effect wel afhankelijk van het soort planten dat gebruikt wordt. Ten tweede wordt ernaar gestreefd met de uitwerking van dit concept om de toepassing meerdere functies te geven en niet enkel als decoratie te laten dienen. Op deze manier krijgt de toepassing een bouwkundige functie, waarmee men vrij(er) wordt in het indelen van ruimtes in een woning.

Het concept 'Planten integreren in het meubilair' heeft geen bouwkundige functie, noch het concept 'Planten onder de vloer', wat de keuze voor dit concept ondersteunt. Ten derde lijkt de uitwerking van dit concept zeer realistisch te zijn, doordat er zowel paneelwanden en groenwanden al bestaan. De uitdaging ligt bij het combineren van deze twee producten tot één geheel. Daarnaast is dit concept in vrijwel elke woning toepasbaar, in tegenstelling tot het con-



Figuur 6

cept 'Planten onder de vloer', waarbij de uitvoering binnen bestaande bouw erg lastig wordt. Als laatste geeft het derde concept een goede mogelijkheid om in grotere hoeveelheid gewasrijke planten te gebruiken bij de keuze van de soorten planten. Op deze manier krijgt het paneel naast eerdergenoemde functies ook een voedselvoorzienende functie en zal de toegevoegde waarde van het product worden vergroot.

In het volgende hoofdstuk wordt het concept verder uitgewerkt, waarbij zowel tekstueel als visueel een beeld van de uiteindelijke toepassing wordt gegeven.

H8: DE MULTIWAND

In dit hoofdstuk zal het gekozen concept verder uitgewerkt worden totdat er uiteindelijk een eindproduct ontstaat. De deelvraag die hiermee beantwoordt wordt is *'Op welke manieren kan de nieuwe toepassing van planten vormgegeven worden?'*. Met behulp van het PvE, voorgaande hoofdstukken en ondersteunende documenten/informatie is gekeken naar de mogelijkheden die er zijn om de paneelwand met geïntegreerde planten vorm te kunnen geven. Hierbij worden de belangrijkste pijlers uit het PvE meegenomen. In paragraaf 8.1 t/m 8.4 zal het principe van de paneelwand en de gekozen variant uitgewerkt worden waarna vanaf paragraaf 8.3 zal worden gekeken naar de technische toepassing van planten en de daarbij horende specifieke uitwerkingen.

8.1 De huidige paneelwand

Het concept verplaatsbare paneelwanden bestaat al enkele jaren. Dit product zorgt voor veel flexibiliteit in ruimtes. Deze flexibiliteit is een duurzame gedachten die ervoor zorgt dat een gebouw makkelijk te herbestemmen is. Met slechts enkele verschuivingen kan een ruimte opnieuw ingedeeld worden en met een nieuwe functie weer veelvuldig gebruikt worden. Dit voorkomt leegstand, wat anno 2015 vooral in de kantorenbranche zeer actueel is.

In Nederland is sprake van veel leegstand onder kantoorpanden die voor het jaar 2000 zijn gebouwd. Deze panden zijn lastig te herbestemmen. Binnen deze gebouwen hebben bijna alle binnenwanden een constructieve functie (dragend en/of stabiliserend) waardoor deze niet te verplaatsen zijn. Hierdoor worden tegenwoordig openbare gebouwen op een andere manier gerealiseerd en bepalen lichte demontabele wanden of paneelwanden waar de scheidingen zijn.

Deze gedachten wordt nauwelijks tot niet toegepast bij het ontwikkelen van woningen. De wanden in woningen zijn niet eenvoudig weg te halen of te verplaatsen. De indeling van een woning blijft vaak hetzelfde en wordt niet of nauwelijks gewijzigd. Eventuele wijzigingen betreffen vaak veranderingen in de inrichting of in het meubilair. Om huizen ook de mogelijkheid te geven flexibel om te gaan met de beschikbare ruimte, wordt bij dit concept het principe van de paneelwand bij woningen toegepast.

8.2 Varianten

In dit verslag is tot nu toe gekeken naar de voordelen van planten en de mogelijke toepassingen in de vorm van concepten. In dit proces is uiteindelijk gekozen voor de paneelwand met geïntegreerde planten. In grote lijnen houdt dit

concept in dat er in huis paneelwanden worden geplaatst waarin planten worden verwerkt. Deze wanden reiken van de vloer tot het plafond en dienen als vervanging van niet-constructieve scheidingswanden of als extra scheiding.

De wand dient evenals een normale wand isolerend, geluids- en geurdicht te zijn. Om dit streven te bereiken is gekeken naar de technische oplossingen en mogelijkheden bij het vormgeven van een paneelwand komen kijken. Het uitgangspunt hierbij is het waarborgen van de stabiliteit en de verplaatsbaarheid van de wand. In totaal zijn hier drie varianten uit voortgekomen die vervolgens met elkaar zijn vergeleken. Het betreft de volgende drie varianten:

1. een paneelwand die hangt aan een rails die aan het plafond is bevestigd;
2. een paneelwand die verplaatsbaar is vanuit een rails in de vloer;
3. een paneelwand die op wielen vrij verplaatsbaar is in een woning.

Deze varianten hebben allen een eigen techniek voor hun verplaatsing en voor het waarborgen van de stabiliteit. Na afweging van deze drie varianten is uiteindelijk gekozen om variant drie, de paneelwand die door middel van wielen verplaatsbaar is in een woning, te kiezen voor een verdere uitwerking. Deze variant zal in het vervolg van dit hoofdstuk verder worden behandeld. Een toelichting van de twee andere varianten staat in bijlage 13.5 (varianten).

8.2.1 De groene paneelwand op wielen

De gekozen variant is het enige element dat niet gemonteerd wordt aan een rails. Dit heeft als voordeel dat er geen ingrepen in het plafond en/of de vloer hoeven worden gedaan en de wand niet gebonden is aan de plaatsing van deze rails. Een wand op wielen is in alle woningen toepasbaar zonder dat hier een ingreep voor nodig is, waarbij de wand naar wens te plaatsen en verplaatsen is. Hierdoor kan de wand op alle plaatsen gezet worden waar normaliter een niet-constructieve scheidingswand zou staan. Ook kan er naar wens een extra scheiding gecreëerd worden.

Echter is het nadeel van deze wielen dat het element geen vaste verbinding heeft met een constructief element in de woning waardoor het element minder stabiel wordt. In het vervolg van dit hoofdstuk zal worden gekeken naar de mogelijkheden om de wand een goede stabiliteit te geven zonder dat de wand aan de vloer of het plafond bevestigd hoeft te worden.

8.2.2 Productnaam

De gekozen variant, de paneelwand op wielen met geïntegreerde planten, dient nog een productnaam te krijgen. Op deze manier kan het eindproduct op de markt worden gebracht met een herkenbare en unieke naam. Deze productnaam luidt; de Multiwand. In het vervolg van het verslag zal in plaats van 'paneelwand met geïntegreerde planten' nu de Multiwand zijn te lezen.

8.3 Mogelijkheden van flexibele indeling

Binnen een woning kunnen paneelwanden voor veel flexibiliteit zorgen. Om deze mogelijkheden inzichtelijk te krijgen worden in deze paragraaf een aantal mogelijkheden uitgewerkt. De plattegrond die hierbij als voorbeeld dient is die van de modelwoning aan de Kleefse Waard in Arnhem. In deze woning zal uiteindelijk ook het eindresultaat van de Multiwand geplaatst en getest worden. Om een idee van de mogelijkheden te geven zijn op de plattegrond verschillende mogelijkheden ingetekend. Bij het tekenen van een aantal mogelijkheden is gewerkt met 8 paneelwanden van 1 meter breed. Elke variant heeft nieuwe mogelijkheden en bouwkundige valkuilen;

1. Een praktische en rechte indeling, zowel keuken als toilet geheel afgesloten. De trap afgesloten (indien trap afgewerkt is, of gesloten). (Zie figuur 7a)

Voordelen:

- Voedselvoorziening in keuken;
- Keuken kan luchtdicht worden afgesloten;
- Geen verbinding tussen gang en leef

gebied;

- Groene uitstraling bij binnenkomst en gehele gevel van woonkamer;
- Grote woonkamer, goed voor gebeurtenissen waar extra ruimte nodig is;
- Goed voor winter, geen tocht in woonkamer bij opening deur;
- Toilet afgesloten van leefgebied.

Nadelen:

- Geen lange zichtlijnen waardoor ruimte kleiner aanvoelt;
- Veel elementen staan in donkere delen van woning;
- 2 deuren nodig om functionaliteit te behouden.

2. Open hal met een lichte en losse werkkamer, daarnaast een open keuken en een open trap. (Zie figuur 7b)

Voordelen:

- Rustig en afgesloten werk/studeer ruimte;
- Een lichte en rustige (zit)hoek;
- Groene uitstraling in het gehele huis;
- Voedselvoorziening in keuken mogelijk.

Nadelen:

- Ruimte wordt verdeeld en er komen veel nieuwe hoeken bij;
- De toilet is niet afgescheiden door een hal t.o.v. de overige ruimtes;
- Trap is niet afgescheiden, geen geluidswerende onderbreking;
- Wand neemt veel licht weg van het grootste gedeelte van het raam.

3. Gesloten hal plus trap. Verder open geheel. (Zie figuur 7c)

Voordelen:

- Voedselvoorziening in keuken;
- Geen directe lucht verbinding tussen gang en leefgebied;
- Groene uitstraling bij binnenkomst en in groot deel woning;
- Groot en open leefgebied;
- Toilet afgescheiden van leefgebied;
- Goed voor winter, geen tocht in woonkamer bij opening deur;
- De bovenverdieping afgesloten van bened-

en verdieping.

Nadelen:

- Veel gevels staan in donkere delen van woning;
- Een extra hoek in woonkamer die het vloeroppervlak verkleint voor bijvoorbeeld verjaardagen.

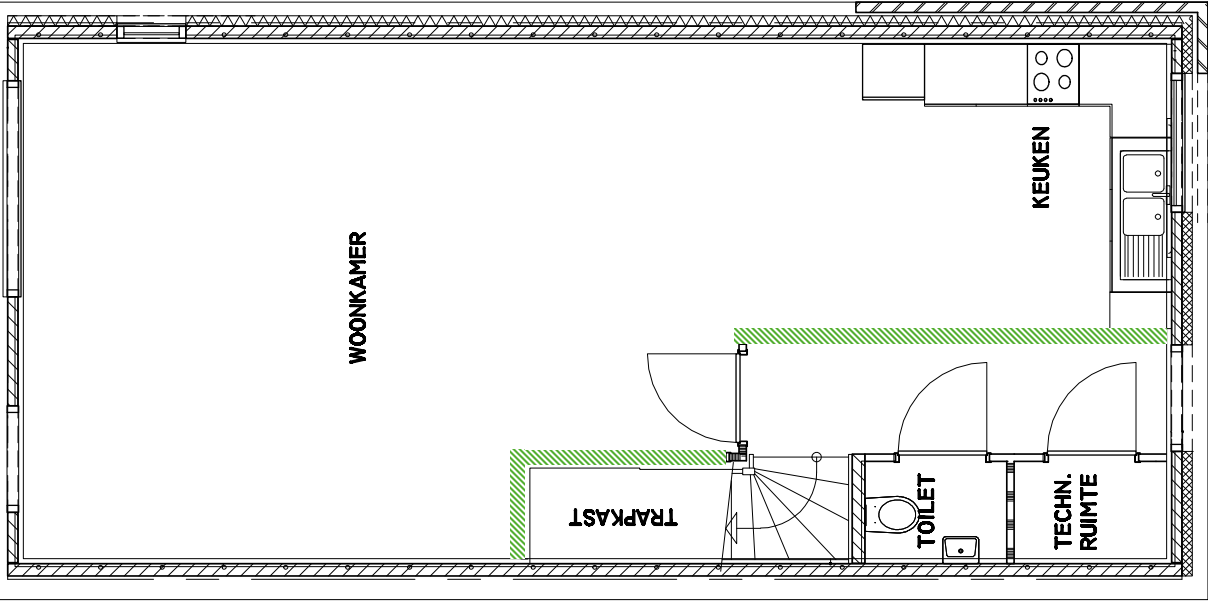
In het hierboven opgesomde gedeelte is een overzicht van de mogelijkheden geschetst waarin gebruik is gemaakt van 8 paneelwanden. Zoals te zien is kan de woning een hele andere indeling krijgen op het moment dat er met enkele wanden geschoven wordt. Deze paragraaf is bedoeld om de mogelijkheden en voordelen hiervan te laten zien.

8.4 Het eindproduct

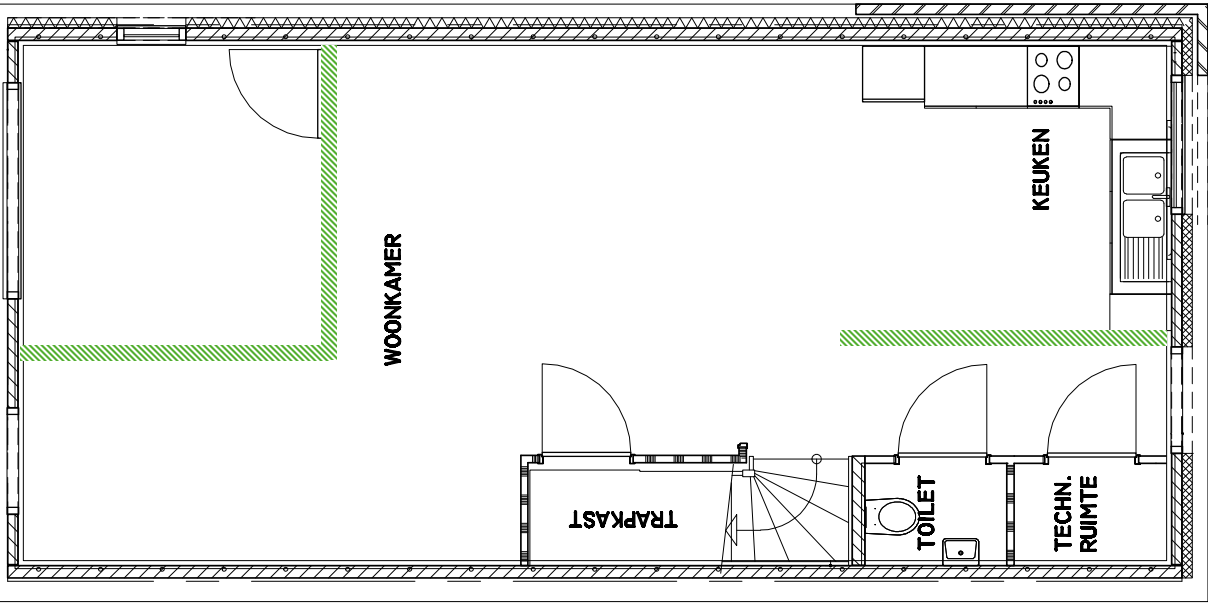
Het concept Multiwand kan op diverse manieren en met tientallen verschillende materialen en methoden ontwikkeld worden. In deze paragraaf zullen deze mogelijkheden tegen elkaar worden afgewogen waarbij de knooppunten en details uitgelegd worden. Dit houdt in dat de opbouw van het element per onderdeel wordt uitgewerkt zodat uiteindelijk de gehele Multiwand volledig is toegelicht. In bijlage 13.4 ontwikkelingsproces zal het proces worden beschreven waarmee tot het hierboven genoemde eindproduct is gekomen. Binnen dit proces zijn veel schetsen gemaakt die een grote rol hebben gespeeld bij de ontwikkeling van het eindproduct.

Wanneer alle voor- en nadelen tegen elkaar worden afgestreept kan worden geconcludeerd dat de Multiwand een toegevoegde waarde heeft binnen de bestaande markt op dit gebied. Met het ontwikkelen van dit product is er een groenwand ontstaan waarvan kan worden aangenomen dat deze op 5 gebieden een meerwaarde biedt t.o.v. huidige scheidingselementen, groenwanden en FLEX groenwanden:

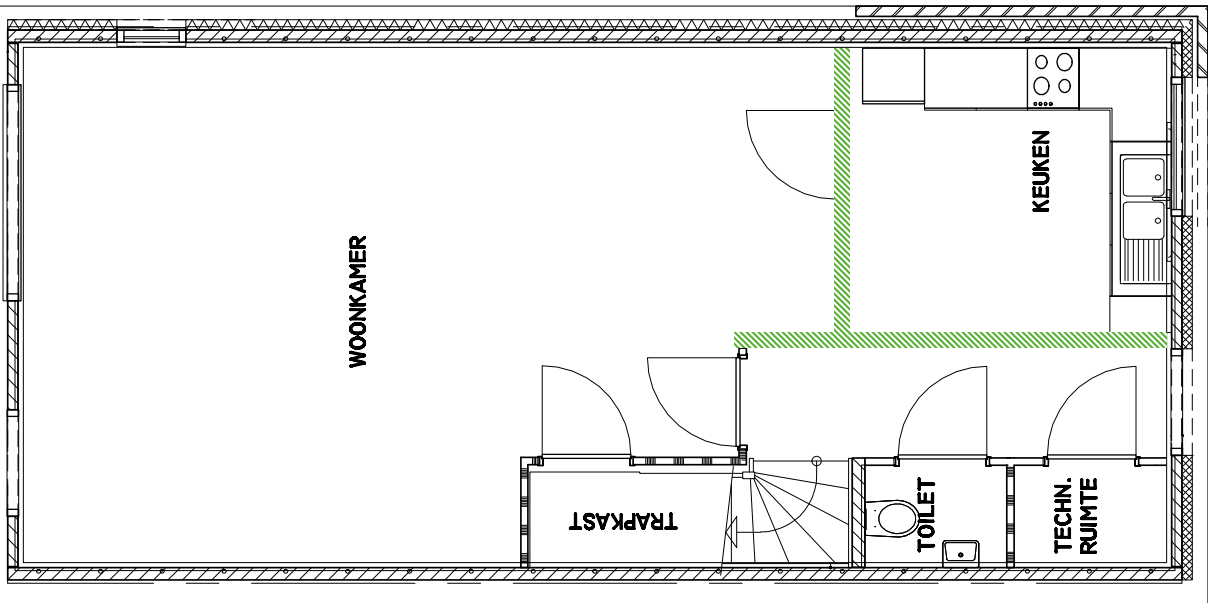
- Een luchtdichte afscheiding tussen ruimtes;
- Flexibiliteit door de vrije verplaatsbaar in een ruimte;



Figuur 7c



Figuur 7b



Figuur 7a

- Groene en natuurlijke uitstraling in ruimte door het gebruik van veel planten;
- Verbeterde luchtkwaliteit en binnenklimaat;
- Geschiktheid door het product in elke woning toepasbaar is.

8.4.1 Uitstraling en opbouw

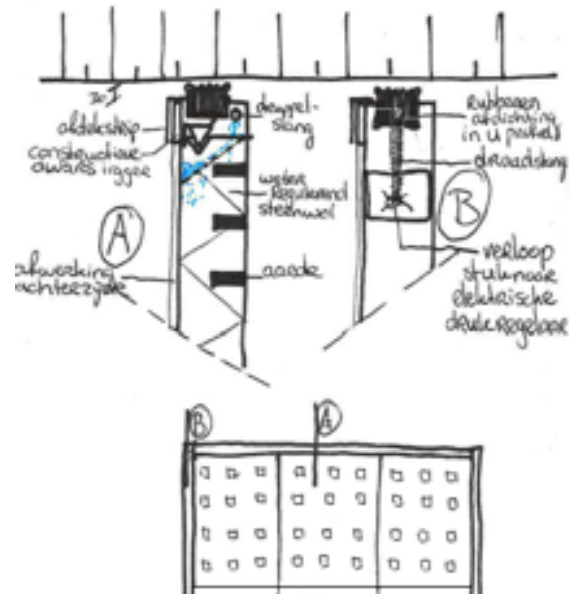
Het element krijgt een natuurlijke en rustgevende uitstraling (zie figuur 8). Het overgrote deel van de wand is bedekt met planten. Echter zal de onderste 350mm afgewerkt worden met een gladde structuur. Achter deze afwerklaag bevindt zich de basis van het element, waarin verschillende technische elementen worden verwerkt. In dit deel bevinden zich de wielen, een klemstelsel om de wand tussen de vloer en het plafond te klemmen, een waterbassin, een pomp om dit water omhoog te pompen en een droge doos voor de elektriciteit. De specifieke uitwerking van deze technische elementen komt hieronder aan bod. Het totale volume van het onderste gedeelte, het zogenaamde basis element, zal 1450*350*200mm (L*B*H) zijn.



Figuur 8 (Bron: <http://wallflore.nl/mobile-wall.html>)

Bovenop de hierboven beschreven basis van het element zal het vlak met planten komen. Dit vlak zal uit meerdere losse elementen bestaan. De voorkant van de wand zal volledig worden bedekt met planten. De achterkant is vlak en zal

worden afgewerkt met een kurk- of houtenplaat. Op deze manier kan men aan deze kant iets aan de muur hangen of ertegenaan zetten, zoals een normale muur in huis ook gebruikt wordt.

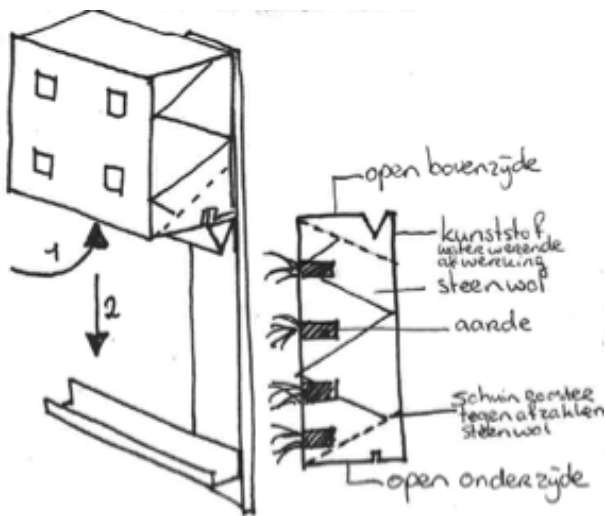


Figuur 9

De losse elementen waarin de planten worden geplaatst hebben een grootte van 450*725mm (B*H). Deze elementen zijn opgebouwd uit een kern van steenwol dat aan de zijkant wordt afgesloten door een kunststof afwerking (zie figuur 9 detail). Aan de voorkant van deze elementen zitten kleine sparingen die fungeren als plantenbak. In deze sparingen wordt aarde geplaatst en dienen de planten “gepoot” te worden. Steenwol heeft kans om uit te zakken. Om dit voorkomen wordt de steenwol ingeklemd in het element. Aan de voor en achterkant wordt deze ingeklemd via het kunststof en aan de onder en bovenzijde door een rooster. Dit rooster is waterdoorlatend maar het natte steenwol kan hier niet doorheen.

De losse elementen waarin de planten groeien worden met een hangklem-systeem aan de constructie van de paneelwand bevestigd. Elk los element bevat aan de boven- en onderzijde een inkeping, waarmee het element aan de wand gehangen kan worden (zie figuur 10). Eerst dient het element met de driehoeksparring tegen de driehoekvormige koker aangedrukt te worden

(1), waarna deze kan zakken over het U-vormig stripje aan de onderzijde van het element (2). Op deze manier zit het paneel vast in het frame. (zorg dat de detailtekening dicht bij dit verhaal staat in Indesign) Het voordeel van dit eenvoudige systeem is dat op deze manier niet alleen de plaatsing, maar ook de inhoud van de wand flexibel is in te delen. De losse elementen zijn vrij te verplaatsen tussen de verschillende lagen van de Multiwand of tussen verschillende Multiwanden. Tevens kan het element los gehaald worden van de constructie wanneer onderhoud uitgevoerd moet worden.



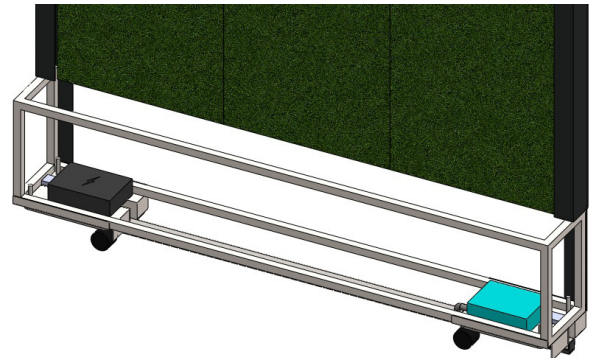
Figuur 10 (Bron:

8.4.2 De constructie

Om ervoor te zorgen dat de wand niet al te dik wordt dient de constructie van het element tenger en slank te worden uitgevoerd. Het element in combinatie met de planten hebben ongeveer een dikte van 200 mm (waarvan het element 90 mm dik is). Op het moment dat er een dikkere constructie zou worden gevormd zou dit ten koste gaan van de uitstraling en de efficiëntie. Nu de wand 200 mm dik is bestaat de mogelijkheid om twee Multiwanden met de achterkant tegen elkaar aan te plaatsen. Op deze manier ontstaat een tweezijdig groene wand.

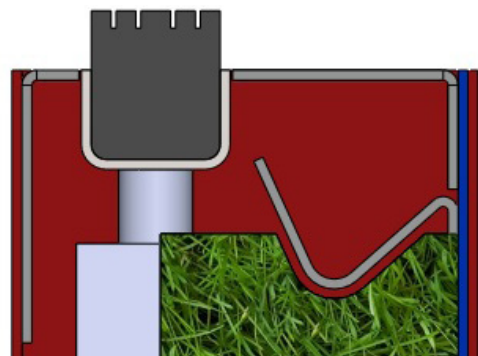
In de basis van het element (het onderste gedeelte) wordt constructieve veiligheid gewaarborgd met een frame van holle kokers met een afmeting van 20*25mm(B*H). Dit

frame zal de krachten verdelen en terugbrengen naar het klemsysteem en de wielen. Het frame (figuur 11) fungeert als constructie voor het onderste gedeelte van het element. Aan de voor-

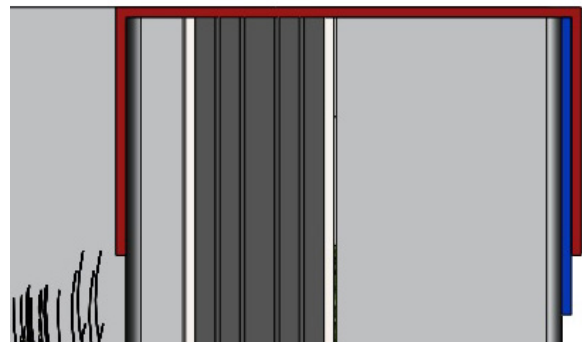


Figuur 11 (Bron:

kant van de wand komt aan dit frame een strip die de verticale krachten afdraagt naar beneden. Tevens worden de dwarsliggers, die de elementen met planten vasthouden, (te zien in figuur 10) tegen deze strip gemonteerd (zie figuur 11). Over deze strip komt een U ijzer. Dit U ijzer vormt de ruggengraat van de paneelwand. Dit constructieve profiel heeft twee functies. Zo het zorgt voor de stevigheid van het geheel en dient



SA, 1989)



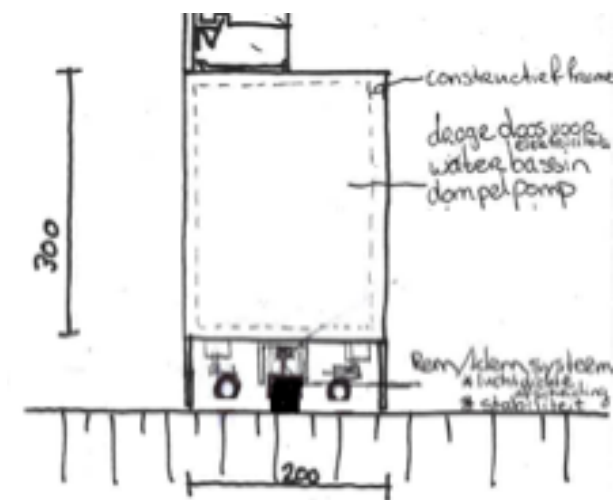
Figuur 11 (Bron:

het als afwerking van de randen van de paneelwand.

8.4.3 Stabiliteit

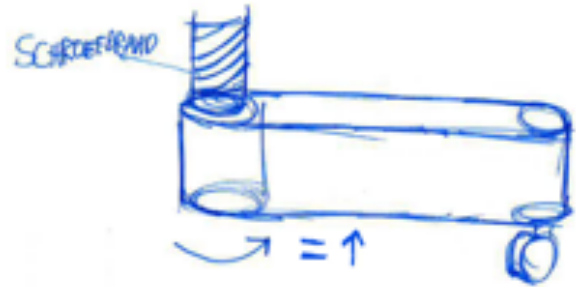
Om de veiligheid van de gebruiker te waarborgen is de stabiliteit zeer belangrijk. Er moet ten alle tijden een waarborging zijn dat het element niet kan omvallen. Zoals in paragraaf 8.2 werd benoemd is het lastig om de stabiliteit van de constructie te waarborgen wanneer de wand op wielen wordt geplaatst. Dit is te verklaren met de aanname dat het zwaartepunt van het element met een hoogte van 2550 mm erg hoog komt te liggen. Echter zullen er 3 onderdelen worden ontwikkeld en in de paneelwand worden geïntegreerd die ervoor moeten zorgen dat de stabiliteit van het element gewaarborgd kan worden.

Huidige paneelwanden bezitten over een klemstelsel waarmee de wand vast wordt gezet op het moment dat het element op de goede positie staat. Dit zelfde principe zal in de Multiwand ook toegepast worden. Het klemstelsel zal semiautomatisch zijn. Met behulp van een elektrische motor, die zich in de droge doos bevindt, kunnen rubberen afdichtingsstrippen zich tussen de vloer en het plafond klemmen. Voor een goede drukverdeling van het rubber zullen deze afdichtstrippen in een U-ijzer geplaatst worden met een afmeting van 60*25mm (B*H) in 7 mm dik staal. De afdichtstrippen zullen als



Figuur 12

brede blokken met een afmeting van 40*60mm (B*H) bevestigd worden (figuur 12). Deze strip-
pen worden groter uitgevoerd dan de strip-
pen die bij huidige klemstelsels wordt toegepast.
De reden van deze vergroting is dat er meer sta-
biliteit moet komen vanuit dit systeem. Door
meer raakvlak en een betere drukverdeling te
creëren zal het systeem vele malen meer druk



Figuur 13

kunnen verdragen. Het klemstelsel dient er-
voor de stabiliteit te waarborgen op het moment
dat de wand op de juiste plek staat.

Ook wanneer de wand verplaatst wordt dient
deze stabiel te zijn. Om dit te bereiken zullen
uitklapbare wielen onder de constructie ge-
plaatst worden (Figuur 13). Wanneer de wand
verplaatst wordt dienen deze wielen uitgekapt
te worden, waarbij deze tevens tot op de grond
zakken. Als de wand op de juist plek staat kun-
nen de wielen eenvoudig onder het paneel
worden teruggekapt zodat deze niet meer
zichtbaar zijn. Op het moment dat de wielen
uitgekapt zijn kan het klemstelsel worden
ingetrokken, wat inhoudt dat de rubberen af-
dichtingsstrippen niet meer tussen het plafond
en de vloer geklemd zitten.

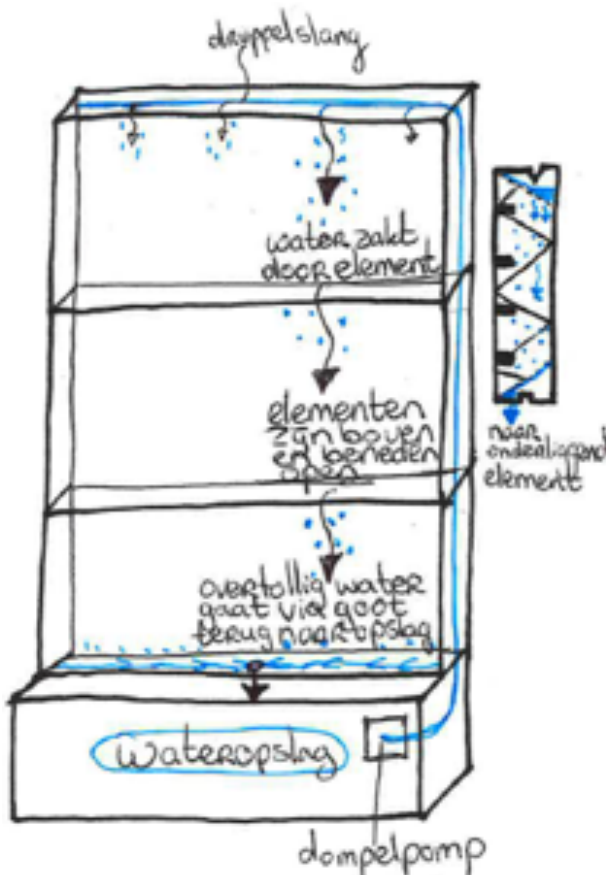
De Multiwand is in totaal 750mm breed. Deze
breedte zal ervoor zorgen dat het element sta-
biel is. Hierbij dient vermeld te worden dat dit
aannames zijn op basis van bestaande element-
en en producten. Bij uitvoering dient dit getest
te worden zodat er geen gevaarlijke situaties
ontstaan.

8.4.4 Water, voedingsstoffen, licht en elektriciteit

Om optimaal gebruik te maken van de positieve effecten van planten dient rekening te worden gehouden met de eigenschappen en behoeften die de plant heeft. In hoofdstuk 3 zijn deze eigenschappen en behoeften al toegelicht. Met behulp van deze kennis worden in deze deelparagraaf de rest van het element vormgegeven.

Water en voedingsstoffen

In het basiselement in de groenwand bevindt zich een waterbassin. In dit bassin bevindt zich water waarin vloeibare voeding is toegevoegd. De wateropslag in dit bassin bevat 48 liter. In overleg met het bedrijfsleven en hun ervaringen is er de volgende aanname gedaan: 1 bassin kan de planten 14 dagen van water en voeding voorzien. In dit water moeten de extra voedingsstoffen toegevoegd worden zodat deze via het watergeefstelsel toegediend wordt aan de planten.



Figuur 14

Zoals in figuur.. te zien is heeft het element een pomp in het waterbassin liggen. Deze pomp zorgt ervoor dat de oplossing van water met voedingsstoffen in het element omhoog wordt pompt. De pomp kan op 2 manieren aangestuurd worden. De meest voor de hand liggende manier is door een tijdklok te installeren. Deze tijdklok laat de waterpomp bijvoorbeeld om de 5 uur aangaan waardoor het watergeven volledig automatisch en naar behoefte gereguleerd wordt. De tweede optie is een drukregelaar. Dit systeem zorgt ervoor dat de pomp aan gaat op het moment dat de druk van de waterslang te laag is. Dit is ook een automatisch systeem maar de hoeveelheid water dat gegeven wordt is moeilijk te reguleren.

De wateroplossing wordt door de pomp helemaal naar boven gepompt. Bovenin het element ligt een druppelslang waar de oplossing in stroomt. Deze druppelslang ligt horizontaal bovenin de Multiwand. Via kleine gaatjes in deze slang zal de oplossing langzaam via het steenwol naar beneden zakken. Dit is een traag proces, doordat steenwol veel water vasthoudt. Het overtollige water met voedingsstoffen kan via de steenwol steeds naar een van de losse elementen naar beneden zakken. Op deze manier zakt het water naar beneden waardoor het in een goot terecht komt en terug naar het waterbassin geleid wordt. De plantjes in de elementen kunnen met hun wortels het water uit de steenwol opnemen.

Licht en elektriciteit

Voor de pomp is elektriciteit nodig in het element. Het element wordt hiervoor gekoppeld aan het stroomnet van de woning. Met behulp van een ingebouwde kabelhaspel die zichzelf oprolt door middel van een veer kan het element aan het stroomnet gekoppeld worden. Behalve voedingsstoffen en water hebben de planten licht nodig. De Multiwand heeft geen extra (LED)groeilampen ingebouwd omdat er tijdens het product ontwerp ervan uit is gegaan dat er voldoende daglicht aanwezig is in de woning.

H9: DE INBRENG VAN DE KLANT

Omdat geen enkel persoon hetzelfde is en iedereen andere wensen heeft is er besloten om niet één standaard paneelwand te ontwikkelen, maar om hier een diversiteit in aan te brengen. De opbouw van de paneelwand, zoals deze eerder toegelicht werd, is voor elke wand hetzelfde. Enkel de afmetingen kunnen eventueel verschillen. De diversiteit zal worden aangebracht in de mogelijkheid voor de plantkeuze, het zogenaamde plantenpakket. Afhankelijk van de eigenschappen van de plant zal men naar wens een plantenpakket samen kunnen stellen. Bij deze samenstelling zal dus rekening worden gehouden met de leefomstandigheden waarin elke plant optimaal kan leven en groeien, waardoor op die manier kan worden gekeken of het geschikt is een bepaalde combinatie van planten in dezelfde paneelwand te plaatsen.

9.1 Voordelen aanschaffen wand

In hoofdstuk 6 werden een drietal tabellen met daarin diverse soorten planten getoond. Elke tabel had een andere focus; een tabel met luchtzuiverende planten, een tabel met teeltgewassen, en een tabel planten die weinig onderhoud vergen. De keuze voor deze planten is te herleiden aan de doelstelling van het onderzoek. Zoals al meerdere malen in het verslag is aangekaart, hebben planten een positief effect op

het welzijn van de mens. De theorieën en reeds verrichte onderzoeken voor deze aanname staan beschreven in hoofdstuk 4 en 5. Luchtzuiverende planten halen schadelijke stoffen uit de lucht en met teeltgewassen kan men tuinieren. Enkel de aanwezigheid van deze planten, evenals die van de onderhoudsvrije planten zorgen ervoor dat men zich (on)bewust beter voelt. In de opsomming hieronder worden kort de voordelen benoemd die het plaatsen van een paneelwand met geïntegreerde planten met zich mee brengt, ongeacht welke plantenkeuze men heeft.

- Luchtzuiverend:

Planten hebben water, zonlicht en koolstofdioxide nodig om te kunnen leven. Zoals in paragraaf 3.1 staat beschreven gebruikt de plant zonlicht als energie om water en koolstofdioxide om te kunnen zetten in voedingsstoffen. De afvalstof die bij dit proces vrijkomt is zuurstof (Schoot & Leegwater, 2015). Een plant haalt dus koolstofdioxide uit de lucht, en geeft hiervoor in de plaats zuurstof. Daarnaast is uit een onderzoek van de NASA uit 1989 gebleken dat alle planten tot op zekere hoogte lucht zuiveren. Met deze zuivering wordt het filteren van schadelijke agentia bedoeld. Deze agentia worden benoemd in hoofdstuk 2. Planten kunnen op een drietal manieren agentia uit de lucht halen, namelijk door mid-

del van de huidmondjes, de waslaag op de bladeren of door afzetting op de bladeren of stengels/takken (zie paragraaf 3.6).

- Verbetering van het mentale welzijn (zie hoofdstuk 4):

- o Affectief herstel (verbetering van de gemoedstoestand)
- o Cognitief herstel (verbetering van concentratievermogen, aandacht, geheugen en zelfdiscipline)
- o Stressreductie
- o Hogere pijntolerantie
- o Verbetering van de zelfbeheersing
- o Betere functionering bij een kantoorbaan
- o Afname van vermoeidheid en toename van kracht
- o Lager ziekteverzuim
- o Snellere genezing na ziekte, met minder pijnstillers, lagere bloeddruk, hartslag en ademhalingsfrequentie en een minder gevoel van pijn, angst en vermoeidheid.

- Verbetering van het fysieke welzijn (zie hoofdstuk 5):

- o Fysiologisch herstel
- o Betere ontwikkeling van de motoriek
- o Met een lagere inspanning betere sportresultaten
- o Betere weerstand

- Beleving:

Planten zorgen voor een aangename sfeer, een prettige (werk)plek en een minder saaie en steriele (werk)omgeving. Daarnaast beschouwen mensen ruimtes met planten als mooier en attractiever en ontstaat er een betere atmosfeer (Berg & Berg, 2001).

- Akoestiek:

Volgens een artikel van Berg en Berg uit 2001 verbetert de akoestiek in huis bij de aanwezigheid van planten. Planten hebben een geluidsabsorberende functie waardoor harde galmende geluiden in huis beperkt worden.

- Verlagen luchtvochtigheid:

In een woning wordt per dag ongeveer 10 liter aan vocht geproduceerd (Technisol, z.d.). Wanneer deze waterdamp niet wordt afgevoerd ontstaat een vervuilde lucht en bestaat er kans op diverse vochtproblemen. De luchtzuiverende werking van de plant, zoals hierboven is toegelicht, draagt bij aan het verbeteren van de luchtvochtigheid in huis (Technisol, z.d.)

- Isolatie/warmte:

Planten hebben een isolerende werking, ze houden warmte tegen met hun bladeren. Hoe meer bladeren de plant heeft, hoe beter dit is voor de isolerende werking (Huis-en-tuin.infonu, z.d.).

De bovenstaande kenmerken en voordelen, die de aanwezigheid van planten met zich meebrengen, worden bij elke plant bereikt. Met andere woorden, het maakt geen verschil welke planten men zal kiezen, deze positieve effecten worden sowieso bereikt. Een opmerking hierbij is wel dat de planten in de paneelwand moeten passen qua grootte en in het binnenklimaat van woningen moeten kunnen leven.

9.2 Opties diverse modules

Wanneer men geen specifiek planteffect voor ogen heeft, is elke plantkeuze geschikt. Maar stel dat men wel een bepaald doel voor ogen heeft, dan is het mogelijk de plantkeuze hier op aan te passen. Planten kunnen een specifieke eigenschap hebben, die heilzaam voor de mens kan zijn. Zoals in het begin van deze paragraaf kort werd ingeleid zullen een aantal modules worden samengesteld met elk hun eigen eigenschappen. Het ontwerp van de paneelwand is opgedeeld in drie delen waarbij, indien men deze combinatie wil, elk deel bestaat uit een andere module. De mogelijke modules zijn de luchtzuiverende module, de onderhoudsvrije module en de teeltgewassen. Deze modules kunnen voor een bepaalde doelgroep geschikt zijn, maar kunnen daarnaast in principe door iedereen gebruikt worden. In onderstaande alinea's zullen deze modules worden toegelicht.

9.2.1 De luchtzuiverende module

De essentie van deze module is de keuze voor planten met een hoge luchtzuiverende werking. Van de drie modules bezit deze module over de planten met hoogste luchtzuiverende werking. De doelgroep die hier veel baat bij kan hebben zijn bijvoorbeeld de mensen die aan astma lijden, allergieën hebben of lijden aan bronchitis.

De luchtzuiverende werking van planten houdt in dat zij agentia zoals benzeen, formaldehyde en CO₂ reduceren en zuurstof produceren. Zoals eerder dit hoofdstuk wordt vermeld beschikt elke plant in feite over deze luchtzuiverende werking, maar niet elke plant in dezelfde mate. Uit onderzoeken van de NASA en van Wolverton is naar voren gekomen dat er een verschil in deze luchtzuiverende werking zit (NASA, 1989 & Wolverton, 1993). Er blijken planten te zijn die 70%-80% van bepaalde agentia uit de lucht kunnen halen. De agentia waar bij deze onderzoeken op getest is betreft benzeen, trichloorethyleen, formaldehyde, ammoniak en xyleen. In de bijlage op blz. 69 staan de planten die bij de luchtzuiverende module horen.

9.2.2 Module tuinieren

De focus van deze module ligt op het actief bezig zijn met planten. Uit meerdere onderzoeken is gebleken dat tuinieren bijdraagt aan het welzijn van de mens. Uit onderzoek van Alterra (2007) blijkt dat het cortisolgehalte daalt wanneer men zich bezig houdt met het verzorgen van planten. Een daling van dit hormoon betekende een vermindering van stress en een toename van de concentratie. Daarnaast verbeterde de gemoedstoestand aanzienlijk.

Naast deze voordelen kunnen planten ook bijdragen aan de ontwikkeling van kinderen. Door aandacht voor planten te combineren met een educatief programma over de groei, verzorging en het nut van deze planten krijgen kinderen spelenderwijs veel informatie waar ze de rest van hun leven baat bij hebben. Daarnaast geldt dit leerproces niet alleen voor kinderen, maar kan dit ook effect hebben op ouderen. Door hen

verantwoordelijkheid te geven voor het verzorgen van een aantal planten worden zintuigelijke prikkelen gestimuleerd die bijdragen aan een fitter en vitaler gevoel. Daarnaast zorgt deze activiteit voor beweeglijkheid en een mooi tijverdrijf.

De planten die voor deze module gekozen zijn betreffen allemaal teeltgewassen. Wanneer deze planten goed verzorgd worden zullen er aan deze planten vruchten of kruiden groeien. Deze vruchten en kruiden zijn allen eetbaar en kunnen voor diverse doeleinden gebruikt worden. In feite wordt hiermee de moestuin van buiten naar binnen gehaald. De planten die voor deze module gekozen zijn staan op blz. 72.

9.2.3 Module onderhoudsvrij

Deze module bevat planten die weinig onderhoud vergen. Dit houdt in dat men de planten nagenoeg niet hoeft te snoeien of besproeien. De mate van waterbehoefte valt hierbij buiten beschouwing, omdat deze automatisch wordt geregeld door het watersysteem die in de paneelwand is aangebracht. De reden voor het toevoegen van deze planten is met name omdat de paneelwand tot het plafond reikt en men dus lastig aan de bovenste planten kan. Daarnaast is er rekening gehouden met de mensen die graag een paneelwand in huis willen plaatsen maar hier het liefst zo weinig mogelijk onderhoud aan uitvoeren omdat ze hier geen tijd voor hebben en/of geen groene vingers hebben. De planten die bij deze module horen staan op blz. 77.

Prototype

Zoals in de tabellen is terug te lezen worden van elke plant eigenschappen benoemd. Deze eigenschappen variëren in kenmerken van de plant zelf, en de behoeftes die deze plant heeft om zo optimaal mogelijk te groeien. Zo staat de ene plant het liefst in de schaduw en de andere in de volle zon. Dit voorbeeld illustreert dat het lastig is om deze planten samen in één paneelwand te voegen. Om die reden is het dus van belang te kijken naar de mogelijkheden om bepaalde planten samen te voegen. In deze paragraaf

wordt een pakket samengesteld, met planten die prima samen in een paneelwand geplaatst kunnen worden.

In onderstaande opsomming worden zeven planten genoemd, die geschikt zijn om samen in een paneelwand te voegen (Bron: wallflore).

- Philodendron Selluom
- Philodendron Scandens
- Philodendron Xanadu
- Chlorofytum
- Ficus pumila
- Scindapsus (in diverse soorten)
- Helexine

Zoals in de tabel is terug te vinden, kunnen al deze planten leven wanneer ze bij een schaduwrijke standplaats worden geplaatst. Daarnaast hebben deze planten een regelmatige watergift nodig, wat inhoudt dat het substraat altijd licht vochtig dient te blijven. De diversiteit aan kleur, bladeren en grootte zorgt voor een speelse en groene uitstraling.

H10: CONCLUSIE

Voorgaande hoofdstukken dienen ter beantwoording van de hoofdvraag van het onderzoek. Deze hoofdvraag luidt: Hoe kunnen planten bijdragen aan het verbeteren van het mentale en fysieke welzijn van mensen in hun woning door middel van het ontwikkelen van een product? Elk hoofdstuk wijdt zich aan de beantwoording van een van de zeven deelvragen die voorafgaand aan het onderzoek op basis van de hoofdvraag zijn opgesteld. In dit hoofdstuk zal een antwoord worden gegeven op de hoofdvraag van het onderzoek, waarna geconcludeerd kan worden of het onderzoek bij heeft gedragen aan de doelstelling die hieraan gekoppeld is. Deze doelstelling luidt: ‘Het doel van dit onderzoek is het bijdragen aan het mentale en fysieke welzijn van mensen in hun woning, door met de toepassing van planten een product te ontwikkelen.’

Zoals in hoofdstuk 4 en 5 is uitgewerkt hebben de natuur en planten een positief effect op het mentale en het fysieke welzijn van de mens. Echter ervaren mensen deze positieve effecten steeds minder, doordat men zich het grootste deel van de dag in gebouwen bevindt en steeds minder in de natuur. Om binnen gebouwen ook de positieve effecten van planten te kunnen ervaren is, aan de hand van een onderzoekend

ontwerp en een ontwerpend onderzoek, een product bedacht en uitgewerkt dat hieraan bij moet dragen.

Na het doen van het vooronderzoek is gestart met de ontwerpfasen. Na het opstellen van ideeën en schetsen is uiteindelijk in de conceptfase een eindproduct ontwikkeld, dat voldoet aan de doelstelling van het onderzoek. Het uiteindelijke product dat hiermee wordt bedoeld heeft de naam Multiwand gekregen. De Multiwand is een flexibele paneelwand die aan één zijde is voorzien van planten. Gezien de literatuur draagt deze plantenwand op meerdere manieren bij aan het welzijn van de mens. Zo draagt de aanwezigheid van planten in een ruimte bij aan een sneller herstel na ziekte, waarbij minder pijn, angst en vermoeidheid wordt ervaren (Park, 2006). Daarnaast zorgen planten voor een afname van stress en een hogere pijntolerantie (Lohr & Pearson-Mims, 2000). Planten verbeteren de gemoedstoestand en het concentratievermogen van de mens (Berg & Berg, 2001). Zoals in het verslag aan bod is gekomen bevat het binnenklimaat in conventionele woningen in Nederland veel schadelijke stoffen. Planten hebben een luchtzuiverende werking, waarbij zij deze schadelijke stoffen uit de lucht

opnemen en hiervoor in de plaats zuurstof produceren. Deze luchtzuiverende werking zorgt voor een beter binnenklimaat wat ook bijdraagt aan een beter welzijn. In het product worden veel planten gebruikt, waardoor er een hogere luchtzuiverende werking zal ontstaan, zeker ten opzichte van het plaatsen van een plant in een bloempot. Elke plant heeft daarbij een luchtzuiverende werking, maar niet in dezelfde mate.

In de doelstelling wordt het ontwikkelen van een product met planten genoemd. Het is hierbij de bedoeling om aan dit product een meerwaarde te geven, ten opzichte van de traditionele plant in pot. De Multiwand biedt een meerwaarde door de flexibiliteit ervan. Men is door de opbouw en vormgeving volledig vrij in de plaatsing en verplaatsing van het product en de samenstelling van planten in de wand. De Multiwand is in elke woning toepasbaar en daarmee voor iedereen toegankelijk. Daarnaast vergt de wand weinig onderhoud, doordat de waterhuishouding automatisch geregeld wordt. De wand is een aanvulling op het aanbod groenen paneelwanden binnen de huidige markt en is tevens een mooie en duurzame toevoeging in elke woning.

De Multiwand wordt gezien als een duurzame investering die voor iedereen de moeite waard is en waarvan de positieve effecten zeer waarschijnlijk nog groter zijn dan in dit onderzoek is ondervonden.

H11: DISCUSSIE

In deze discussie wordt er teruggekeken op het onderzoek groen in de woning. Er zal met een kritische houding naar de oorzaken en gevolgen van het onderzoek worden gekeken, evenals de beperkingen die tijdens het onderzoek aan de orde zijn gekomen. Het doel van dit hoofdstuk is zowel de niet onderbouwde als de krachtige delen uit het verslag naar boven te halen, om zo de loop van het onderzoek en het uiteindelijke eindproduct te kunnen verklaren.

Aan de vormgeving van het eindproduct is een literair en creatief proces voorafgegaan. De eerste hoofdstukken van het verslag, hoofdstuk 2 t/m 6, vormen een wetenschappelijk literatuuronderzoek waarbij met behulp van wetenschappelijke bronnen informatie is samengevoegd om antwoord te kunnen geven op de betreffende deelvraag die aan het hoofdstuk gekoppeld is.

Hoofdstuk 2 richt zich op het binnenklimaat van conventionele woningen in Nederland. Dit deel van het onderzoek werd vooral als lastig ervaren omdat er weinig wetenschappelijke literatuur beschikbaar was over het binnenklimaat van conventionele woningen. Er zijn tot noch toe weinig onderzoeken verricht die antwoord geven op de vraag welke stoffen en in welke concentraties deze in het binnenklimaat van woningen voorkomen, alsmede schadelijkheid ervan. Echter is de kwaliteit van de beschikbare

onderzoeken wel hoog en daarmee ook bruikbaar.

In hoofdstuk 3 is informatie gezocht over planten. Hierbij is vooral gekeken naar de groei van de planten en de behoeftes die ze daarbij nodig hebben. Het lastige van dit hoofdstuk was dat de wetenschappelijke literatuur die te diep ingaat op de stof. Voor dit hoofdstuk was basisinformatie genoeg, waardoor de beslissing is genomen deze informatie van informatieve sites en uit biologieboeken te halen. Bij hoofdstuk 4 en 5, die over de invloed van planten op het welzijn van de mens gaan, is te concluderen dat er hier sprake is van een groot gat in de wetenschap. Met name op het gebied van het fysieke welzijn zijn erg weinig onderzoeken verricht die een doorslaggevend resultaat hebben gehad. Er zijn meer onderzoeken gedaan naar de relatie tussen planten en het mentale welzijn van de mens. Deze richten zich voornamelijk op factoren als stress, gemoedstoestand en concentratievermogen. De termen 'mentale welzijn' en 'fysieke welzijn' zijn breder dan deze factoren, wat betekent dat op heel veel vlakken de positieve, of wellicht negatieve invloed nog niet bekend is. Uit de beschikbare literatuur is wel op te maken dat planten wel degelijk een positieve invloed hebben op de mens. Zowel in ziekenhuizen als in scholen worden steeds vaker natuurlijke elementen gebruikt om de gemoedstoestand en het herstel van de aanwezigen te verbeteren.

Echter kan door het gebrek aan informatie en onderzoek hierover de mate van deze positieve invloed niet omschreven worden.

Vanaf hoofdstuk 7 komen de deelvragen aan bod die gaan over de ontwikkeling van het eindproduct. Allereerst is hierbij een Programma van Eisen opgesteld waarbij de doelstelling van het onderzoek als uitgangspunt is genomen. Aan de hand van dit PvE en de creativiteit en multidisciplinaire kennis van het onderzoek en ontwerp team zijn een drietal concepten opgesteld. Het uiteindelijk gekozen concept is verder ontwikkeld en uitgewerkt aan de hand van eigen kennis, schetsen en bestaande technieken van de huidige markt.

De paneelwand met geïntegreerde planten heeft de productnaam de Multiwand gekregen en is een constructief en doordacht eindproduct waarbij de huidige kennis gecombineerd is met creatieve oplossingen. Ondanks dat er een doordacht eindproduct is ontstaan is er met name in de productfase sprake geweest van tijdgebrek. In de ontwerpfasen is hierdoor de focus gelegd op 1 basis element en is deze zo ver als mogelijk uitgewerkt. Daarnaast is er geen tijd geweest om het eindproduct daadwerkelijk te realiseren en te testen op de bedachte constructies en elementen. Naast praktijktesten en proeven zijn er wegens tijdgebrek enkele onderdelen niet doorontwikkeld. Een van die onderdelen is de aansluiting van de Multiwand aan de elektriciteit. In de huidige wand is ervoor gekozen om een kabelhaspel in de constructie te verwerken die aangesloten kan worden op het stroomnet. Echter zou dit wellicht nog verder uitgewerkt kunnen worden door bijvoorbeeld de plaatsing van een accu in de wand. Daarnaast zouden er (LED)groeilampen in de wand aangebracht kunnen worden die op deze zelfde accu kunnen werken. In de huidige Multiwand zijn deze lampen niet verwerkt, omdat de aanname is gedaan dat de gekozen planten kunnen gedijen bij daglicht. Met (LED)groeilampen in de wand kan de Multiwand ook op plekken zonder daglicht geplaatst worden.

Bij het onderzoeken welke planten geschikt zijn voor de Multiwand zijn geen wetenschappelijke bronnen gebruikt, maar diverse informatieve bronnen die over de eigenschappen en behoeftes van verschillende soorten planten duidelijkheid geven. De keuzes om een plant als geschikt aan te merken zijn gebaseerd op de deze bronnen. De planten die in de tabel bij luchtzuiverende planten staan vermeld zijn afkomstig van een onderzoek van de NASA (1989) en Wolverton (1993). Echter zijn de planten niet getest op een groot aantal van de stoffen die in hoofdstuk 2 als schadelijke stoffen worden aangemerkt. Het is dus niet bekend welke invloed planten op deze stoffen hebben. Een aanvullend onderzoek kan wellicht antwoord geven op deze vraag.

Het eindproduct, de Multiwand, kan behalve als toepassing in huis, ook op diverse andere plekken toegepast worden. De wand is bijvoorbeeld ook zeer geschikt als scheidingswand in retail- en kantoorgebouwen, in scholen, verzorgings- en verpleeghuizen. Weliswaar zullen de afmetingen met name in de hoogte anders zijn, maar dit hoeft geen belemmering voor het concept te vormen. Deze brede mogelijkheden om de Multiwand toe te passen versterken het eindproduct. Tevens heeft het product nog vele uitwerkmogelijkheden. Zo zou het product verder vervaardigd kunnen worden tot paneelwand met daarin een deur, sparing of raam. Bij de huidige afwerking van de achterzijde van de wand is gekozen voor een eenvoudige vlakke afwerking. Echter zou deze zijde ook nog verder doorontwikkeld kunnen worden. Daarnaast zou in de wand ook een educatieve of informatieve functie ontwikkeld kunnen worden, die met name effectief voor kinderen of ouderen kan zijn. In hoofdstuk 9 werd dit idee al kort werd benoemd. Kinderen kunnen op deze manier spelenderwijs de plantenwereld leren kennen. Ouderen voelen zich fitter en vitaler wanneer zij met planten in aanmerking komen. Al de mogelijkheden uit bovenstaande ideeën versterken de kracht van het concept en de groeimogelijkheden die hieraan verbonden zijn.

H12: REFERENTIES

- 123kamerplanten.com (z.d.). Informatie over de verzorging van kamerplanten. Geraadpleegd op 9 december 2015.
- Adachi, M., Rohde, C.L.E., & Kendle, A.D. (2000). Effects of floral and foliage displays on humans emotions. *HortTechnology*, 10, 59-63.
- Barton, J. & Pretty, J. (2010). What is the best dose of nature and green exercise for improving mental health? *Environmental science and technology*, volume 44, pagina 39, 47 t/m 55.
- Berg, A. van den & Berg, M. van den (2001). Van buiten wordt je beter: een essay over de relatie tussen natuur en gezondheid. *Alterra*, Wageningen, 17, 27.
- Berg, A.E., van den, Wulp, N. van der, & Koole, S.L. (in druk). Environmental preference and restoration: (How) are they related?. *Journal of Environmental Psychology*.
- Bixler, R.D. & Floyd, M.P. (1997). Nature is scary, disgusting and uncomfortable. *Environmental and Behaviour*, 29, 443-467.
- Boonsta, C., Clocquet, R., Joosten, L. (2006). *Passiefhuizen in Nederland*, Boxtel: Eneas BV
- Bronswijk, J.E.M.H. van, Koren, L.G.H., Horst, F.A.M. et al. (1999). *Eindrapportage Gezond en Duurzaam Bouwen: GeDuBo. Onderzoek in opdracht van het Ministerie van VROM. Rapport: IGT99.0130*. Eindhoven: TUE-BMGT.
- CBS (1999). *De leefsituatie van de Nederlandse bevolking 1997. Deel 1: Gezondheid en kwaliteit van de arbeid*. Voorburg/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.
- CBS (2000). *Vademecum gezondheid* idstatistiek Nederland. Voorburg/Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.
- Cooper Marcus, C. (1999). Introduction: Historical and cultural perspective on healing gardens. In: C. Cooper Marcus and M. Barnes (Eds.). *Healing gardens: therapeutic landscapes in healthcare facilities*. New York: John Wiley & Sons.
- Dawson, M.M., Bongers, P.M., & Hildebrandt, V.H. (1998). Sportparticipatie in de vrije tijd en welbevinden, ziekteverzuim en medische consumptie van werknemers. *Tijdschrift voor Gezondheidswetenschappen*, 76, 3.
- De indeling van het plantenrijk. (z.d.). Geraadpleegd op 7 oktober 2015, <http://dier-en-natuur.infonu.nl/bloemen-en-planten/112750-de-indeling-van-het-plantenrijk.html>
- Despommier, D. (2009). The RISE of VERTICAL FARMS. *Scientific American*, 301(5), 80-81.
- Dillen, S.M.E. van, Vries, S. de, Groenewegen, P.P., & Spreeuwenberg, P. (2011). Green-space in urban neighborhoods and residents' health: Adding quality to quantity. *Journal of Epidemiology and Community Health*, doi: 10.1136/jech.2009.104695.
- Donders, J.L. et al., (2006). Potenties van groen! De invloed van groen in en om de stad op overgewicht bij kinderen en op het binden van huishoudens met midden- en hoge inkomens aan de stad (Alterra rapport). Universiteit Wageningen.
- Downs, S.H., Marks G.B., Mitakakis, T.Z. e.a. (2001). Having lived on a farm and protection against allergic diseases in Australia.

- Clinical and Experimental Allergy, 31, 570-575.
- Dusseldorp, A., & v Bruggen, M. (2007). Gezondheidskundige advieswaarden binnenmilieu, een update (Rapport No. 609021029/2007). Bilthoven: RIVM.
 - Easley, A.T., Passineau, J.F., & Driver, B.L. (1990). The use of wilderness for personal growth, therapy and education. Colorado, US: Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest en Range Experiment Station.
 - Fjortoft, I. & Sageie, J. (2000). The natural environment as a playground for children. Landscape description and analyses of a natural playscape. Landscape and Urban Planning, 48, 83-97.
 - Fotosynthese. (3 mei 2010). Geraadpleegd op 7 oktober 2015, <http://www.schooltv.nl/video/fotosynthese-hoe-een-plant-glucose-en-zuurstof-maakt/>
 - Fotosynthese. (z.d.). Geraadpleegd op 7 oktober 2015, http://kinderenwebhotel.be.previewmysite.com/WO_natuur/fotosynthese.htm
 - Friedrich, M.J. (1999). The arts of healing. JAMA Medical News & Perspectives, 281, 19, 1779-1781.
 - Gebhard, U. (1993). Erfahrung van Natur und seelische Gesundheit. In: H.J. Seel (Ed.), Natur: zur Psychologische einer problematischen Beziehung. Opladen: Westdeutsche Verlag.
 - Geschikt substraat. (z.d.). Geraadpleegd op 8 oktober 2015, http://www.eurohydro.com/pdf/articles/nl_geschikt_substraat.pdf
 - Gijsberte, H. (1999). Recreatie= Gezondheid. Beweging en ontspanning. Den Haag: Stichting Recreatie, Kennis- en Innovatiecentrum.
 - GR, Den Haag, publicatiesnummer 2000/10
 - Harte, J.L., & Eifert, G.H. (1995). The effects of running, environment, and attentional focus on athletes catecholamine and cortisol levels and mood. Psychophysiology, 32, 49-54.
 - Hartig, T., Mang, M., & Evans, G.W. (1991). Restorative effects of natural environment experience. Environment and Behavior, 23, 3-26.
 - Hartmann, P., & Apaolaza-Ibáñez, V. (2010) Beyond savanna: An evolutionary and environmental psychology approach to behavioral effects of nature scenery in green advertising. Journal of Environmental Psychology, 30(1), 119-128.
 - Hemming, S. (2007). Onderzoek naar effecten van UV-straling op groei en bloei van planten. Onder glas, 4, 58-59.
 - Hoffman, M.H.A. (2009). Planten en luchtkwaliteit, Dendroflora nr. 46.
 - Hydrocultuur informatie. (z.d.). Geraadpleegd op 8 oktober 2015, <http://www.123kamerplanten.com/verzorging-tips/hydrocultuur-informatie/>
 - Infomil. (z.d.). Geraadpleegd op 08-10-2015, <http://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/stoffen/vos/>
 - Isolatie, ventilatie en vocht (z.d.) Technisol. Geraadpleegd op 10 januari 2016, van <http://www.technisol.nl/isolatie-informatie/isolatie-ventilatie-en-vocht/>
 - Jacob, K.W., & Suess, J.F. (1975). Effects of four psychological primary colors on anxiety state. Perceptual and Motor Skills, 41, 207-210.
 - Kahn, P.H. (1997). Developmental psychology and the biophilia hypothesis: children's affiliation with nature. Developmental Review, 17, 1-61.
 - Kamerplanten zonlicht behoefte. (z.d.). Geraadpleegd op 7 oktober 2015, <http://www.123kamerplanten.com/verzorging-tips/licht-behoefte/>
 - Kaplan, R. (1984). Wilderness perception and psychological benefits: An analysis of a continuing program. Leisure Sciences, 6, 271-290.
 - Kellert, S.R. (1997). Kinship to Mastery: Biophilia in Human Evolution and Development. Washington, DC: Island Press.
 - Kim, E., & Mattson, R.H. (2002). Stress recovery effects of viewing red-flowering geraniums. Journal of Therapeutic Horticulture, 13, 4-12.
 - Kopec, D. (2012). Environmental psychology for design. New York, Fairchild Books.
 - Kroon, H.J.J. (1994). Sociale veiligheid in recreatiegebieden: Probleemverkenning uit

- een oogpunt van vrouwen-emancipatie. Intern rapport. Wageningen: DLO-Staring Centrum.
- Langer, S., Bekö, G., Bloom, E., Widheden, A., & Ekberg, L. (2015). Indoor air quality in passive and conventional new houses in Sweden. *Building and Environment*, 93(-), 92-100.
 - Larsen, L., Adams, J., Deal, B., Kweon, B., & Tyler, E. (1998). Plants in the workplace: The effects of plant density on productivity, attitudes, and perceptions. *Environment and Behaviour* 30, 261-281.
 - Lee, J., Li, Q., Tyrväinen, L., Tsunetsugu, Y., Park, B.-J., Kagawa, T., et al. (2012). Nature therapy and preventive medicine. In J. Maddock (Ed.), *Public Health – Social and behavioral health*, 325-350.
 - Locher, W.P. & Bakker, H. de, 1990. *Bodemkunde van Nederland, deel 1 Algemene bodemkunde*, Malmberg, Den Bosch.
 - Lohr, V.I., Pearson-Mims, C.H., 2000. Physical discomfort may be reduced in the presence of interior plants. *Horttechnology* 10, 53-58.
 - Mayer, F.S., Frantz, C.M., Bruehlman-Senecal, E., & Dolliver, K. (2009). Why is nature beneficial? *Environmental and behaviour*, 607-643.
 - McNally, R.J. (1987). Preparedness and phobias: A review. *Psychological Bulletin*, 101, 283-303.
 - Milieuloket. (z.d.). Geraadpleegd op 08-10-2015, <http://www.milieuloket.nl/9353000/1/j9vvhurbs7rzkq9/vhurdyxr08mj>
 - Moore, E.O. (1981). A prison environment's effect on health care service demands *Journal of Environmental Systems*, 11, 17-34.
 - Mosterd, W.L., Bol, E., & Vries, W.R. de (1996). *Bewegen gewogen: inventarisatie van wetenschappelijke gegevens en formulering van aanbevelingen ter ondersteuning van actiegericht beleid inzake sport en (volks)gezondheid*. Utrecht: Universiteit: Utrecht, Vakgroep Medische fysiologie en sportgeneeskunde.
 - Park, S.H. (2006). Randomized clinical trials evaluating therapeutic influences of ornamental indoor plants in hospital rooms on health outcomes of patients recovering from surgery. Unpublished Dissertation, Kansas State University, Manhattan, Kansas. Retrieved from <http://krex.k-state.edu/dspace/bitstream.2097.227/1/Seong-HyunPark2006.pdf>
 - Park, S.H., Mattson, R.H., & Kim, E. (2004). Pain tolerance effects of ornamental plants in a simulated hospital patient room. *Acta Horticulture*, 639, 241-247.
 - Park, B.-J., Tsunetsugu, Y., Kasetani, T., Morikawa, T., Kagawa, T., & Miyazaki, Y. (2010). The physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the forest atmosphere or forest bathing): Evidence from field experiments in 24 forests across Japan. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 15(1), 18-26.
 - Pennebaker, J.W., & Lightner, J.M. (1980). Competition of internal and external information in an exercise setting. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 165-174.
 - *Planten groeien naar boven*. (10 januari 2012). Geraadpleegd op 7 oktober 2010, <http://www.schooltv.nl/video/planten-groeien-naar-boven-in-de-richting-van-het-licht/#q=planten>
 - Roelofsen, C. P. G., & Eng, M. S. (2012). *Nieuw bouwbesluit gaat voorbij aan gezond binnenmilieu*. *TVVL Magazine*, , 24-25.
 - *Sempergreen* (z.d.) *Direct-groene oplossingen voor groendak, groene gevel en bodembedekking*. Geraadpleegd op 09-10-2015, <https://www.sempergreen.com/nl>
 - Schoot, E.J. van der, & Leegwater, A.N. (2015). *Samengevat Vwo Biologie*. Amersfoort: Thiemeulenhof
 - Schuiling, L. & Berg, A.E. van den (2001). *Waar kiezen gestresste werknemers voor? Natuur versus stad*. *Afstudeerverslag*. Wageningen: Alterra.
 - Sherman, S.A., Varni, J.W., Ulrich, R.S., & Malcarne, V.L., (2005). Post-occupancy evaluation of healing gardens in a pediatric cancer center. *Landscape and Urban Planning*. 73(2-3), 167-183.
 - Shibata, S., & Suzuki, N. (2004). Effects of Indoor Plants on Task Performance and Mood: a Comparison Between Natural and Imitated Plants. *Journal of Environmental Psychology*, 3.
 - Sik Yang, D., Pennisi, S., Son, K., Kays,

- S. (2009). Screening Indoor Plants for Volatile Organic Pollutant Removal Efficiency. *Hort Science*, 44(5), 1377.
- Sphagnum. (z.d.). In Wikipedia. Geraadpleegd op 8 oktober 2015, <https://nl.wikipedia.org/wiki/Sphagnum>
 - Steg, L., Berg, E. van den, Groot, J. de (2014). *Environmental psychology*. West Sussex UK, PBS Blackwell.
 - Tennessen, C.M. & Cimprich, B. (1995). Views to nature: Effects on attention. *Journal of Environmental Psychology*, 15, 77-85.
 - Tips om het huis koel te houden tijdens warme dagen (z.d.) Huis-en-tuin-infonu. Geraadpleegd op 10 januari 2016, van <http://huis-en-tuin.infonu.nl/diversen/112106-tips-om-het-huis-koel-te-houden-tijdens-warme-dagen.html>
 - TNO, J. van Dongen (2006). Meetgegevens binnenmilieu uit databestand VRO-Monderzoek (Actie 29). Briefrapport2006L&G B041 64159.01.03.
 - Tsunetsugu, Y., Lee, Y., Park, B. J., Tyrväinen, L., Kagawa, T., & Miyazaki, J. (2013). Physiological and psychological effects of viewing urban forest landscapes assessed by multiple measurements. *Landscape and Urban Planning*, 113, 90e93.
 - Turfvezel. (z.d.). In Wikipedia. Geraadpleegd op 8 oktober 2015, <https://nl.wikipedia.org/wiki/Turfvezel>
 - Ullrich, R.S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224, 420-421.
 - Ullrich, R.S. (1993). Biophilia, biophobia and natural landscapes. In: Kellert, S.R. & Wilson, E.O. (Eds.). *The biophilia hypothesis*. Washington, DC: Island press.
 - Ullrich, R.S., Simons, R.F., Losito, B.D., Fiorito, E., Miles, M., & Zelson, M. (1991). Stress recovery during exposure te natura land urban environments. *Journal of Environmental Psychology*, 11, 201-230.
 - Vulcastrat informatie. (z.d.). Geraadpleegd op 7 oktober 2015, <http://www.123kamerplanten.com/verzorging-tips/vulcastrat-informatie/>
 - Wat is potgrond?. (z.d.). Geraadpleegd op 8 oktober 2015, <http://www.rhp.nl/nl/consumer/potgrond/>
 - Wetzel, T. A., & Doucette, W. J. (2015). Plant leaves as indoor air passive samplers for volatile organic compounds (VOCs). *Chemosphere*, 122, 32.
 - Wilson, E.O. (1984). *Biophilia*. Cambridge: Harvard University Press.
 - Wolverson, B.C., Johnson, A., Bounds, K. (1989). Interior landscape plants for indoor air pollution abatement. 1-11.
 - Wolverson, B.C., Douglas, W.L., & Bounds, K. (1989). A study of interior landscape plants for indoor air pollution abatement, NASA- TM-108061.
 - Wolverson, B.C., & Wolverson, J.D. (1993). Plants and soil microorganisms removal of formaldehyde, xylene, and ammonia from the indoor environment, *Journal of he Mississippi academy of sciences*, Vol. 38, No.2.
 - Wulp, N. van der (2001). Natuur is gezond! *Vrijetijdsstudies*, 18, 75-80.

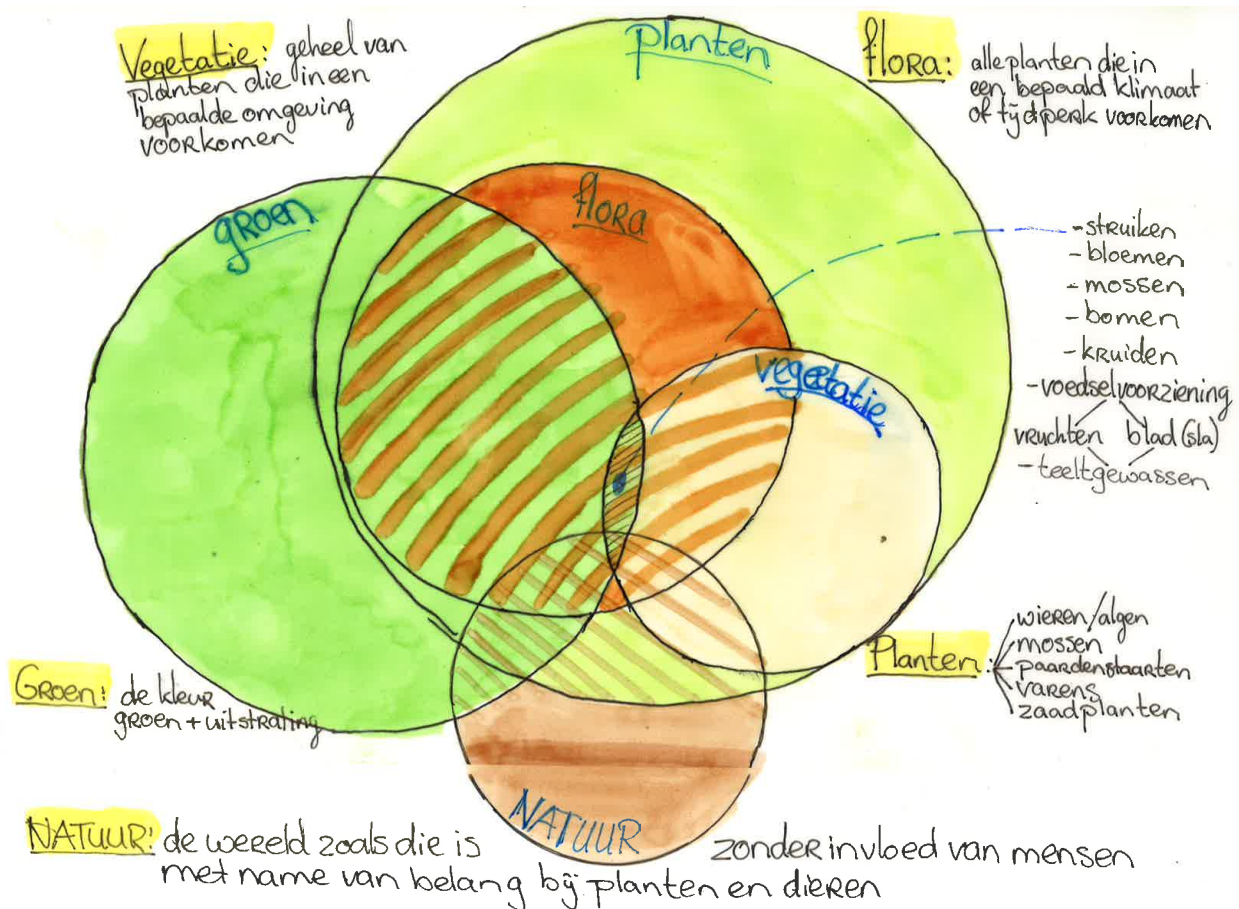
H13: DE BIJLAGEN

In dit hoofdstuk zijn onderdelen terug te vinden die als aanvulling dienen op voorgaande hoofdstukken. Allereerst is hier de verduidelijking van de term “planten” uit de Key Concepts terug te vinden. Hierna wordt het Programma van Eisen beschreven, gevolgd door de wensen en aandachtspunten. Hierna is het ontwikkel-

proces verder uitgewerkt, gevolgd door de twee niet uitgewerkte varianten.

13.1 Verduidelijking term planten

In onderstaande afbeelding is aangegeven wat er wordt bedoeld met de term “planten”, waarmee in dit onderzoek is gewerkt.



13.2 Advieswaarden agentia

In het schema hiernaast worden van alle agentia (Dusseldorp et al., 2007) de verschillende advieswaarden weergegeven die gelden voor het binnenmilieu in woningen

Agens	GAW	Eenheid	Blootstellingsduur ²	Zie
Chemische agentia				
1,1,1,- Trichloorethaan	380	µg/m ³		2004 ³
1,2-Dichloorethaan	48	µg/m ³		2004
1,2-Dichloorpropaan	12	µg/m ³		2004
1,4-Dichloorbenzeen	670	µg/m ³		2004
Alkanen ⁴ : Som van pentaan, heptaan, octaan	18400	µg/m ³		2004
Alkanen; Hogere alkanen (nonaan en hoger)	1000	µg/m ³		2004
Alkylbenzenen ⁵ : Som van Isopropylbenzeen, Trimethylbenzeen, Methyl ethylbenzeen, n-Propylbenzeen, n-butylbenzeen	870	µg/m ³		2004
Alkyldimethylbenzyl-ammoniumchloride	-			2004
Asbest	100.000	Ve/m ³		2004
Benzeen	20	µg/m ³		2004
Chloorbenzeen	500	µg/m ³		2004
Chloorpyrifos	3	µg/m ³		2004
Cyclohexaan	3000	µg/m ³		2004
Dichloormethaan	3000	µg/m ³		2004
Diethyl-dimethyl- ammoniumchloride	-			2004
Ethylbenzeen	770	µg/m ³		2004
Fijn stof (PM ₁₀)	50 20	µg/m ³ µg/m ³	24 uur jaargemiddelde	2.2.2.
PM _{2,5}	25 10	µg/m ³ µg/m ³	24 uur jaargemiddelde	2.2.2.
Formaldehyde	1,2	µg/m ³		2004 & 3.3
Foxim	-			2004
HABS ⁵	800	µg/m ³		2004
Hexaan	200	µg/m ³		2004
Kooldioxide (CO ₂)	-			2004
Koolmonoxide (CO)	100 60 30 10	mg/m ³ mg/m ³ mg/m ³ mg/m ³	15 minuten 30 minuten 1 uur 8 uur	2004 & 3.3
Kwikdamp	50	ng/m ³	jaargemiddelde	2004
Lood	500	ng/m ³	jaargemiddelde	2004
Minerale vezels	100.000	Ve/m ³	jaargemiddelde	2004
Ozon	100	µg/m ³	8 uur	2.2.1.
Naftaleen	25	µg/m ³		Bijlage C
PAK	1,2	ng B(a)P/m ³		2004
Propoxur	22	µg/m ³		2004
Stikstofdioxide (NO ₂)	200	µg/m ³	1 uur	2004
	40	µg/m ³	jaargemiddelde	
Styreen	900	µg/m ³		2004
Tetrachlooretheen (per)	250	µg/m ³		2004
Tetramethrin	-			2004
Toluene	400	µg/m ³		2004
Trichloorbenzeen	50	µg/m ³		2004
Trichlooretheen (tri)	200	µg/m ³		2004
Trichloorfon	-			2004
Trichloormethaan (chloroform)	100	µg/m ³		2004
Xyleen	870	µg/m ³		2004
Zwaveldeioxide (SO ₂)	500 20	µg/m ³ µg/m ³	10 minuten 24 uur	2.2.3
Fysische agentia/ventilatie				
Geluid	42 35	dB (A) dB (A)	Dagbelasting Nachtbelasting	2.3
NIS (Niet Ioniserende Straling)	-			2004
Radon	-			3.4
Temperatuur	-			4.2
Ventilatie	-			4.1
Ventilatievoud	-			2004
Vocht	-			4.2
Biologische agentia				
Schimmels	-			2004
Schimmelcomponenten				2004
β(1→3)-glucanen	-			2004
Allergenen	-			2004
Mycotoxinen	-			2004
Microbiële VOC's	-			2004
Bacteriën	-			2004
Bacteriële componenten				2004
Endotoxinen	-			2004
Peptidoglycanen	-			2004
Huisstofmijtallergenen	-			2004
Huidier- en kakkerlakallergenen	-			2004

13.3.1 Programma van Eisen

Fysieke welzijn	<ul style="list-style-type: none"> - De toepassing moet bijdragen aan het activeren van de bewoners van een woning door hen te stimuleren tot beweging. - De toepassing moet ten alle tijden een natuurlijke uitstraling behouden waardoor bovenstaande effecten het grootste zijn (Lohr & Pearsons, 2000). - De toepassing dient bij te dragen aan een snellere genezing van bewoners indien zij ziek zien (griep, verkoudheid, enz.).
Mentale welzijn	<ul style="list-style-type: none"> - De toepassing moet bijdragen aan het verbeteren van de gemoedstoestand van de bewoners en dient stress te verminderen.
Binnenklimaat	<ul style="list-style-type: none"> - De toepassing mag geen agentia uitstoten maar moet de agentia in de woning reduceren. Deze agentia worden in H2 benoemd. - De planten moeten geschikt zijn voor het binnenklimaat van woningen. Dit houdt in dat zij kunnen leven en groeien met onder meer de temperatuur en luchtvochtigheid die in huis geldt. - De planten moeten bijdragen aan het verbeteren van het binnenklimaat in een woning, denk hierbij aan het opnemen van de agentia en VOC's die in hoofdstuk 2 werden benoemd, en het produceren van zuurstof.
Kleurgebruik	<ul style="list-style-type: none"> - De toepassing dient een zo groen mogelijke uitstraling te hebben door het gebruik van veel planten. Hierbij mogen eventuele afwijkende kleuren van bloemen of planten ook worden toegepast in de constructie. - De constructie van de toepassing dient ondergeschikt te zijn aan de planten, - De constructie van de toepassing mag een afwijkende kleur hebben, mits deze onopvallend is.
Functie	<ul style="list-style-type: none"> - De toepassing dient meerdere functies te hebben dan enkel decoratief te zijn.
Vorm	<ul style="list-style-type: none"> - De toepassing mag niet hinderlijk zijn bij dagelijkse activiteiten.
Gebruiksgebied	<ul style="list-style-type: none"> - De toepassing dient in principe in de verblijfsruimten van een woning toegepast te kunnen worden. In dit onderzoek dient de toepassing in een rijtjeswoning als uitgangspunt te worden genomen.
Duurzaamheid	<ul style="list-style-type: none"> - De materialen die bij de toepassing gebruikt worden, zowel voor de constructie als de planten zelf, moeten demontabel en herbruikbaar zijn, waardoor de toepassing duurzaam is te vervangen en daarnaast uitgebreid kan worden.
Onderhoud	<ul style="list-style-type: none"> - Het dagelijkse onderhoud dat nodig is aan de planten die in de toepassing gebruikt worden moet door de bewoners zelf uitgevoerd kunnen worden. - Dit nodige onderhoud dient minimaal te zijn, waardoor de bewoner weinig omkijken heeft naar de verzorging van de planten, maar waardoor tegelijkertijd wel de kwaliteit en het functiebehoud gewaarborgd blijven. Deze eis krijgt een kanttekening indien men ervoor kiest teeltgewassen te plaatsen in de wand. Bij de keuze voor teeltgewassen is het juist de bedoeling dat men actief onderhoud aan de plant uitvoert.
Bestendigheid	<ul style="list-style-type: none"> - De voedingstoffen die de planten nodig hebben om te groeien zoals licht water en eventuele mineralen mogen de constructie van de toepassing niet aantasten en/of de kwaliteit verminderen.
Materiaaleigenschappen	<ul style="list-style-type: none"> - De toepassing mag geen scherpe randen bevatten. - De toepassing mag geen schadelijke stoffen uitstoten die gevaarlijk zijn voor de gezondheid wanneer men deze binnen zou krijgen.
Vervorming	<ul style="list-style-type: none"> - De toepassing moet bestand zijn tegen de vormveranderingen van de gebruikte planten. - De onderdelen van de constructie van de toepassing moeten constructief sterk genoeg zijn om krachten op te kunnen vangen en vervorming te voorkomen.

Krachten	<ul style="list-style-type: none"> - De toepassing moet zo worden ontworpen dat bijvoorbeeld kinderen zo min mogelijk schade aan het product aan kunnen brengen, oftewel de toepassing dient hufterproof te zijn. - De toepassing mag geen gevaar opleveren voor de gebruiker, zoals bijvoorbeeld valgevaar.
Stabiliteit	<ul style="list-style-type: none"> - De toepassing dient stabiel en stevig te zijn, deze mag op geen enkele manier zomaar omvallen, breken en/of plotseling verschuiven.

13.3.2 Overige wensen

Beleving	<ul style="list-style-type: none"> - De toepassing dient de zintuigen van de mens te prikkelen en een beleving op te roepen.
Functies	<ul style="list-style-type: none"> - Bij de keuze voor de planten kan ook voor teeltgewassen gekozen worden. Aan deze planten groeien kruiden of vruchten, waarmee een voedselvoorziening ontstaat.
Aansluitingen	<ul style="list-style-type: none"> - De toepassing dient zelfvoorzienend te zijn, wat inhoudt dat er een ingebouwd systeem wordt aangebracht dat voorziet in het benodigde water, licht en eventuele voedingsstoffen.
Materiaal- eigenschappen	<ul style="list-style-type: none"> - De toepassing mag geen kleine losse deeltjes, kleiner dan 1,3 cm bevatten, i.v.m. het inslikgevaar voor kinderen (EN 71-serie).
Installatie	<ul style="list-style-type: none"> - Indien het installeren of demonteren van de toepassing een zware taak is of specialisme vergt, dient hiervoor een bedrijf ingeschakeld te worden die deze taak op zich neemt. - Indien nodig is het mogelijk dat een bedrijf het groot onderhoud aan de toepassing uitvoert.
Energiebronnen	<ul style="list-style-type: none"> - Het is een wens om het gebruik van energiebronnen te minimaliseren.
Milieubelasting	<ul style="list-style-type: none"> - Het afval dat de planten eventueel produceren kan m.b.v. een GFT bak opnieuw gebruikt worden als bemesting. In verloop van tijd kan er een gesloten cyclus ontstaan van afval en hergebruik. - De milieubelasting van de toepassing dient zo laag mogelijk te zijn.
Transport	<ul style="list-style-type: none"> - Zoals bij duurzaamheid vermeld dient de toepassing demontabel te zijn waardoor de kans van beschadiging tijdens transport verkleind wordt. De toepassing mag niet worden beschadigd bij het transport ervan. - De toepassing dient zo compact mogelijk te kunnen worden ingepakt, zodat het vervoer zo efficiënt mogelijk kan plaatsvinden.

13.3.3 Aandachtspunten

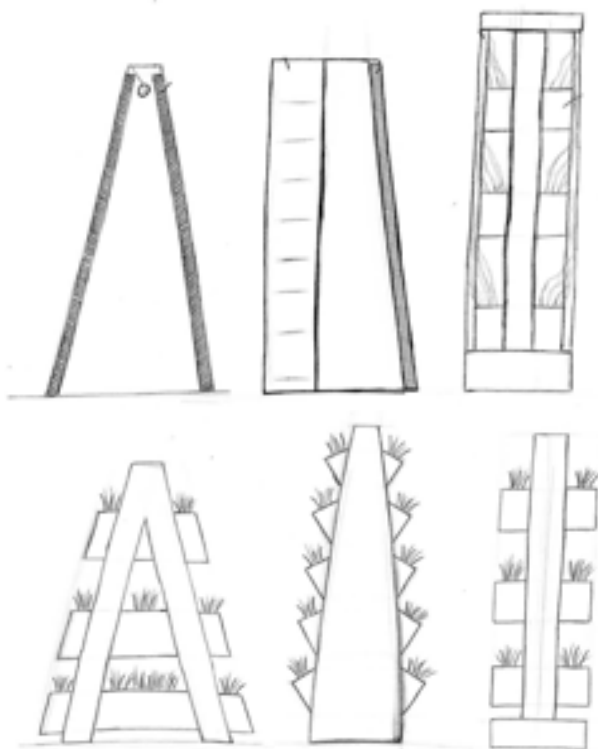
Reparatie	<ul style="list-style-type: none"> - Het systeem dat in de constructie wordt verwerkt dient onderhoudsvriendelijk te zijn, het dient een goede bereikbaarheid te hebben waardoor eventuele reparatie eenvoudig wordt.
Bediening	<ul style="list-style-type: none"> - Eventuele mechanieken. - Besturing d.m.v. een app.
Concurrentie	<ul style="list-style-type: none"> - Bestaande toepassingen: onder meer verticale bewassing, planten in potten, schilderijen, scheidingswanden, planten aan het plafond, urban farming. - Actuele ontwikkelingen: E-plant van de universiteit Wageningen.
Gebruikers	<ul style="list-style-type: none"> - Alle bewoners van een woning die de toepassing in huis nemen.

13.4 Ontwikkelingsproces

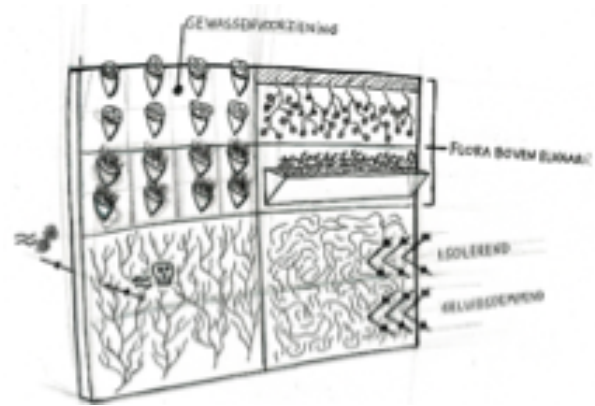
In deze paragraaf wordt uitgelegd hoe belangrijke keuzes gemaakt zijn met betrekking tot de ontwikkeling van het eindproduct en wat voor proces hieraan vooraf is gegaan. Dit proces zal vooral duidelijk gemaakt worden met behulp van de schetsen die gemaakt zijn tijdens de ontwerpfase. Deze schetsen laten alternatieven zien die tijdens het ontwerpen in overweging zijn genomen op weg naar het eindresultaat.

13.4.1 Vormgeving

Voordat er is nagedacht over de details en uitwerkingen van de Multiwand is er eerst gekeken naar de vormgeving ervan. In deze fase zijn diverse mogelijkheden tegen elkaar afgewogen; planten horizontaal laten groeien, verticaal laten groeien of vanuit een bepaalde hoek (zie figuur 15b). Om de constructie zo smal mogelijk te houden, zodat deze zo min mogelijk beslag inneemt in de woning, is ervoor gekozen om de planten te situeren zoals de middelste schets in figuur 15a.



Figuur 15a en 15b

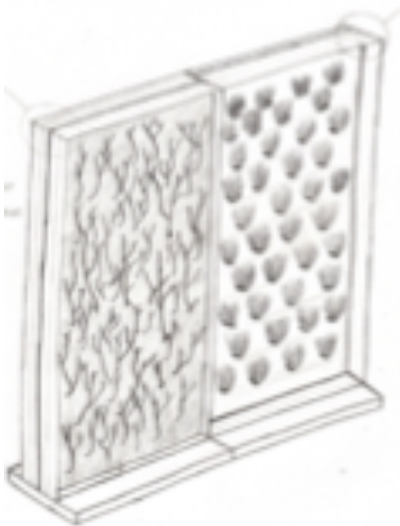


Figuur 16

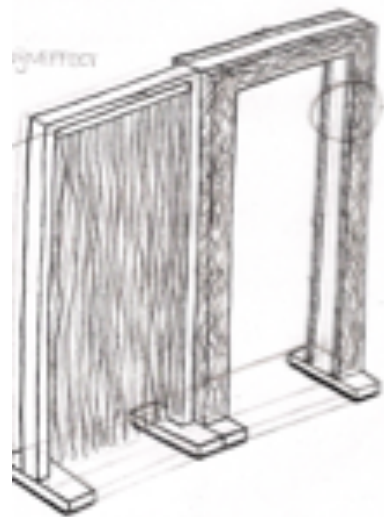
13.4.2 Invulling elementen

Voorafgaand aan de uitwerking van een dichte, gesloten wand zijn vele ideeën ontstaan over de invulling van de wand. Zo waren er ideeën om in de wand een deur, raam of sparing aan te brengen en om de wand tweezijdig van planten te voorzien (figuur 17). Daarnaast bestond het idee de wand een functie van zonwering te geven. In de beginfase van het ontwerp zijn alle deze ideeën open gehouden en overwogen. Om een duidelijk beeld te krijgen van de meerwaarde van een bepaalde functie zijn deze geschetst in figuur 16. Na het maken van de schetsen is besloten om te starten met de uitwerking van een gesloten paneelwand waarin aan één zijde planten worden geïntegreerd. Bovenstaande aanvullende ideeën zouden dan als verdere uitwerking wellicht nog aan bod komen. Deze keuze sluit aan bij het uitgangspunt van het onderzoek, namelijk de doelstelling hoe planten kunnen bijdragen aan het verbeteren van het mentale en fysieke welzijn van mensen in hun woning door middel van het ontwikkelen van een product.

Voordat de Multiwand uiteindelijk ontwikkeld is tot het product dat in hoofdstuk 8.4 wordt uitgewerkt zijn er veel ontwerpen gemaakt. Elk voorlopig ontwerp heeft zijn eigen positieve en negatieve aspecten. Door de positieve aspecten van de schetsen te behouden en de negatieve aspecten te verbeteren of wijzigen is steeds een stap vooruit gemaakt in het ontwerpproces. Uiteindelijk is hierdoor een goed doordacht eindproduct ontstaan.



Figuur 17a



Figuur 17b



Figuur 17c

13.4.3 Voorlopige ontwerpen

Schets 1

In figuur 18 is te zien hoe een voorlopige paneelwand is opgebouwd (nummer 1). Het element bestaat uit een brede boven en onderkant waartussen een kader is gemaakt van metalen



Figuur 18

kokers. Aan de boven- en onderzijde van het element is een verbreding geschetst om ervoor te zorgen dat het element niet kan kantelen. Het element komt klem te staan op het moment dat deze dreigt om te vallen.

Het is lastig om de planten in een dergelijke wand te kunnen plaatsen. Dit komt doordat de planten een basis nodig hebben waaruit ze stabiliteit en voeding kunnen halen en deze basis op een veilige manier in de constructie geplaatst moet kunnen worden.

Met de vierkante kokers zouden er verschillende soorten bakken met planten opgehangen kunnen worden. Op deze manier is er de mogelijkheid de bakken met haken en/of klemmen aan de kokers te bevestigen.

Deze voorlopige paneelwand zoals in figuur 18 (schets 1) is geschetst heeft enkele nadelen die nog aangepast en verbeterd kunnen worden:

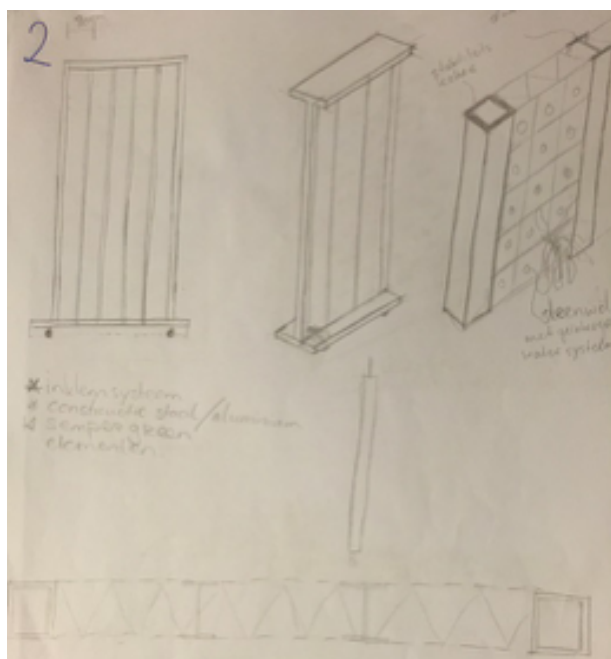
- De paneelwand heeft geen ingebouwd waterbassin, waardoor de wand aangesloten moet worden aan een extern waterbassin wat zeer lastig en onhandig is met de aansluiting en plaatsing daarvan (zie figuur 23). De slangen die van het bassin naar de wand leiden zullen niet tot moeilijk weg te werken zijn. Het is van belang dat er vanuit een waterbassin water naar de planten wordt geleid omdat de planten op die manier in een deel van hun voed-

ingsstoffen kunnen worden voorzien (water en eventuele opgeloste voedingsstoffen);

- Er is geen ruimte voor een klemsysteem onder en boven deze wand. Dit is wel raadzaam omdat dit systeem voor de stabiliteit zorgt;
- Door de verbreding aan de boven- en onderzijde van het element kan het element niet omvallen. Echter is een nadeel hiervan dat het element in totaal 400mm breed wordt;
- De wand zou tegen de muur weggezet kunnen worden als wand bekleding maar in dat geval is er sprake van veel ruimteverlies;
- Het ophangstelsel voor de plantenbakken heeft een eenvoudige werking, alleen zal het pakket daardoor in totaal te breed zijn. De koker inclusief een groenwand met planten en de afwerking daarvan zal veel breder worden dan wenselijk is.

Schets 2

In figuur 19 (schets 2) hiernaast is een tweede ontwerp te zien, waarbij ook hier de stabiliteit en veiligheid worden gewaarborgd door een verbreding aan de boven- en onderzijde. Het kader van de kokers uit schets 1 is vervangen voor een simpel frame van kleine aluminium IPE liggers. Tussen deze liggers in wordt steenwol bevestigd. Dit steenwol houdt water



Figuur 19

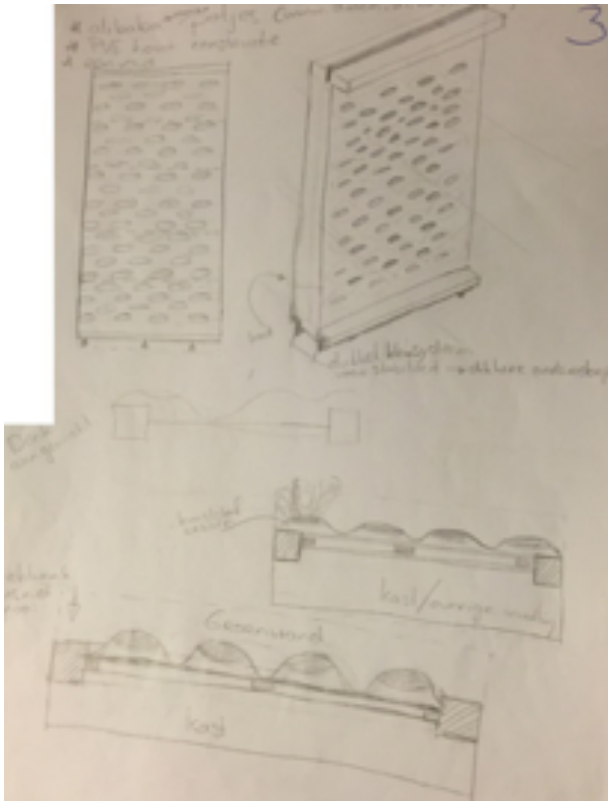
en voedingsstoffen vast zodat de wortels van de planten dit op kunnen nemen. Het overtollig water zal naar beneden zakken. Omdat de steenwol tussen de constructie bevestigd wordt kan de wand zelf dun vormgegeven worden. Het is alleen zonde dat de paneelwand hetzelfde nadeel heeft als het voorgaande ontwerp. Door de verbreedde boven- en onderzijde is de wand in totaal alsnog 400 mm breed. Deze breedte is breder dan wenselijk en hindert de plaatsing van een klemsysteem. Daarnaast dient er bij dit ontwerp rekening te worden gehouden met:

- Het afzakken van de steenwol;
- Het water dat via de steenwol naar beneden zakt dient onderaan opgevangen te worden;
- Wanneer er wordt gekozen voor een robuuste constructie aan de buitenkant van de wand, dan wordt deze constructie zichtbaar terwijl het juist de bedoeling is enkel planten te zien;
- Het is wenselijk dat de basis waar de planten in groeien (steenwol) uit losse elementen bestaat zodat men delen kan wisselen en vervangen en de wand op die manier naar wens kan inrichten. Deze flexibiliteit is handig op het moment dat planten onderhoud vergen of men de situering wil wisselen.

Schets 3

In figuur 20 (schets 3) is een derde ontwerp te zien. Bij deze paneelwand is geprobeerd het element volledig met natuurlijke en duurzame producten vorm te geven. Dit betekent dat waar mogelijk natuurlijke producten zijn gebruikt. De constructie is van hout en de planten groeien in aarde. Om de constructie zo smal mogelijk te houden worden de planten tussen de constructie geplant.

De keuze voor het gebruik van duurzame materialen lijkt minder positief te zijn dan gedacht. Het element krijgt een dikte van 400 mm wat breder is dan wenselijk en beschikt niet over een ingebouwd waterbassin. Naast deze negatieve aspecten zijn er nog een aantal negatieve punten ontstaan die als verbeterpunt worden opgepakt bij de ontwikkeling van het uiteindelijke eindproduct. Deze punten betreffen:



Figuur 20

- De constructie van hout is in vergelijking met de stalen constructie groter waardoor de wand een stuk dikker wordt;
- De bakken waar de planten in komen zijn zwaar en breed, waardoor de constructie vergroot moet worden. Daarnaast vergroten deze bakken de totale dikte nog meer;
- De constructie kan niet tegen vochtintreding waardoor deze behandeld moet worden of dient worden afgesloten met een kunststof laag.

13.4.4 Detail uitwerkingen

Behalve het uitwerken van gehele paneelwanden zoals in de vorige deelparagraaf zijn ook vele losse details uitgewerkt aan de hand van schetsen. Bij de uitwerking van deze details is goed nagedacht over de voor- en nadelen die er zijn om uiteindelijk het element een meerwaarde te kunnen bieden in een woning.

Het klemsysteem:

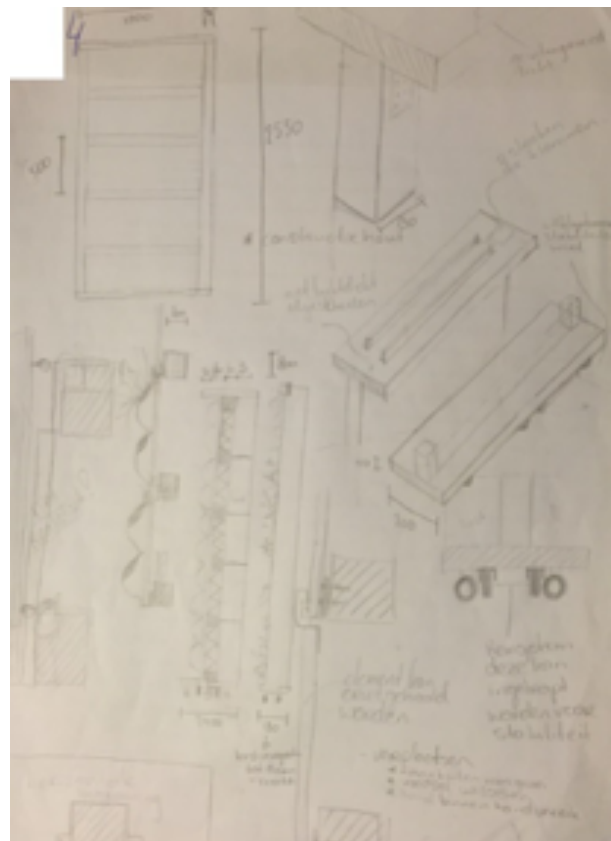
Er zijn veel verschillende varianten bedacht voor het klemsysteem. Dit systeem dient ter

stabilisatie van de paneelwand indien deze op zijn plek staat. De mogelijkheden die voor dit systeem zijn bedacht zijn:

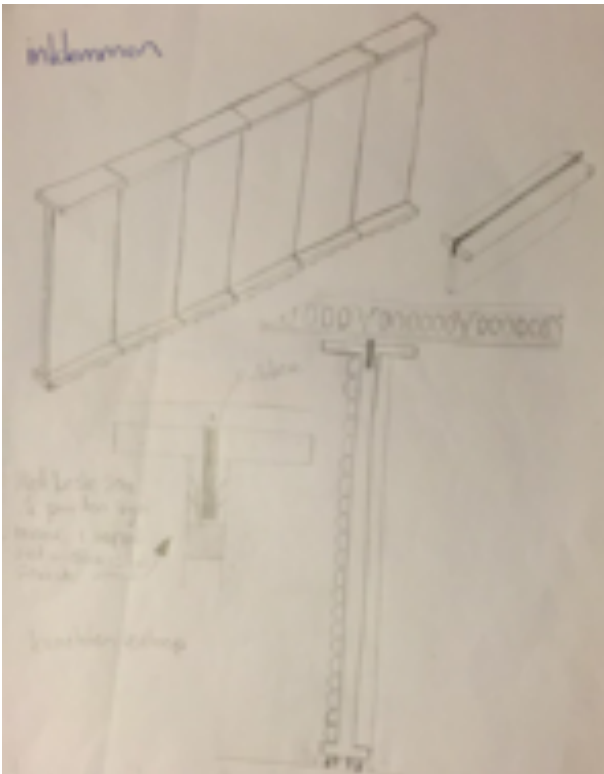
- Een rubberen strip aan de bovenzijde;
- Een rubberen strip zowel aan de boven- als onderzijde;
- Een rubberen strip over de volledige lengte van de wand;
- Een klem of rem handmatig aan de wand bevestigen of dit vanuit een centraal punt in de wand regelen.

Dit betreffen enkele afwegingen die zijn meegenomen in het proces. Uiteindelijk is ervoor gekozen om een klemsysteem te maken met een strip aan de boven- en onderzijde van de wand, die tevens kan worden geregeld vanuit een centraal punt (zie paragraaf 8.4.3). De drie belangrijkste functies die hiermee samenhangen luiden:

1. Het zorgen voor een goede stabiliteit;
2. Een lucht afdichtende functie
3. Eenvoudige bediening



Figuur 21



Figuur 22

Vegatatie:

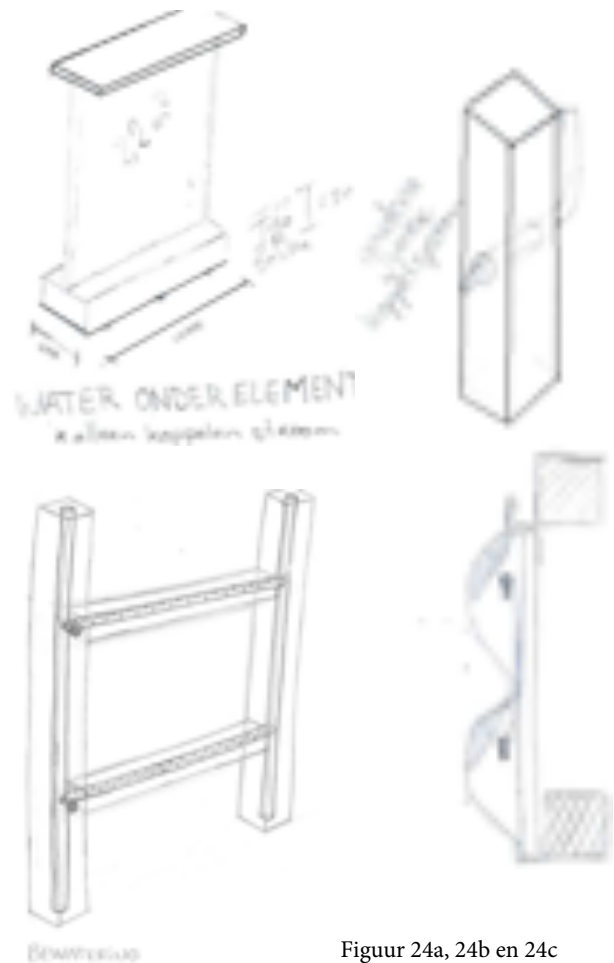
Lange tijd is er getwijfeld welk substraat het beste zou zijn voor de toepassing in een paneelwand. Uiteindelijk is er gekozen voor een steenwol element omdat hiermee de wand al met een minimale dikte van 90 mm gerealiseerd kan worden (zonder planten). Naast de smalle constructie reguleert steenwol water perfect voor de planten. De smalle constructie kan bestaande binnenwanden vervangen zonder dat er ruimteverspilling optreedt.



Figuur 23

Water:

In de bovenstaande schetsen is telkens gewerkt met een extern waterbassin. Het probleem hiervan is dat de elementen onderling gekoppeld dienen te worden om de planten van water te kunnen voorzien. Hiervoor moet een lastig koppelsysteem ontworpen worden. Daarnaast wordt het bij die keuze lastig om alle waterslangen weg te werken en moet er een ruimte gecreëerd worden waar het waterbassin komt te staan. Hierdoor is in een later stadium besloten om een waterbassin van ongeveer 45 liter onder het element te realiseren. Dit heeft als grote voordeel dat het element alleen aan een stroomnet aangesloten hoeft te worden. Daarbij kan het overtollige water dat door het steenwol naar beneden zakt direct worden opgevangen in hetzelfde waterbassin.



Figuur 24a, 24b en 24c

13.5 Varianten paneelwanden

13.5.1 Variant 1: Scheidingselement aan rails

De eerste variant is de uitwerking van de scheidingswand met behulp van een ophangstelsel tegen het plafond aan een rails. Het element hangt aan deze rails en kan op deze manier op meerdere plekken in huis geplaatst worden. Afhankelijk van waar deze rails geplaatst wordt is de ruimte vrij in te delen. Zo zou de rails bevestigd kunnen worden op plaatsen waar normaliter een niet-constructieve scheidingswand zou staan of op plaatsen waar een extra scheiding gecreëerd kan worden. Daarnaast zou de rails dicht tegen de muur bevestigd kunnen worden, zodat de wand in feite voor een constructieve wand hangt, of voor het raam. Voor het raam krijgt het scheidingselement de functie van zonwering of gordijn. De flora die voor deze functie gebruikt zal worden moet bestand zijn tegen eventuele hoge temperaturen en veel uren zonlicht.

Tijdens het ontwikkelen en integreren van het bovenstaande idee moet er goed gekeken worden hoe de rails aan het plafond bevestigd dient te worden. Daarnaast moet bij de uitwerking goed worden gekeken naar hoe

de elementen op een prettige manier naar de gewenste plaats te verschuiven zijn.

13.5.2 Variant 2: Scheidingselement met rails in de vloer

De tweede variant is een systeem dat bevestigd zit in de vloer met een railsysteem. Dit heeft als voordeel dat er geen railsysteem aan het plafond gehangen hoeft te worden. Echter kan het niet in bestaande gebouwen toegepast worden omdat de rails in de vloer gemonteerd dient te worden. Buiten deze argumenten heeft dit systeem dezelfde indelingsvoordelen als variant 1.

13.6 Uitwerking pakketten

In deze bijlage worden de pakketten genoemd zoals deze in hoofdstuk 9 zijn uitgewerkt.

13.6.1 Luchtzuiverende planten







Zie tabel pagina 69






13.6.2 Teeltgewassen





Zie tabel pagina 72

13.6.3 Onderhoudsvriendelijke planten

Zie tabel pagina 77

Plantensoort	Blad- en bloemkleur	Standplaats	Waterbehoefte (kluit en bladeren)	Temp.	Bloeiperiode	Bladhoudend	Onderhoud	Grootte (hoogte plant en diameter pot)	Reduceert met name (in microgram per dag) (NASA, 1989, Wolverton, 1993)	Opmerkingen
 <i>Gerbera daisy</i> (in diverse soorten)	Bloemen in diverse kleuren	Lichte plek (geen direct zonlicht) ²	Kluit: regelmatig water geven, het substraat dient licht vochtig te zijn ²	10 – 22 °C ²	Mei – november ²	Het hele jaar groene bladeren, maar niet het hele jaar bloemen ²	Uitgebloede bloemen dienen met gehele steel weggeknipt te worden ²	Hoogte ³ : 30 – 45 cm	Benzeen: 107.653 Trichloorethyleen: 38.938	Deze plant heeft een levensduur van maximaal 3 jaar ²
 <i>Aloe vera</i> (in diverse soorten)	Vetplant met stevige dikke bladeren	Zowel schaduw, lichte plek als directe zon ¹	Kluit: gering, de wortelkluit mag net niet uitdrogen ¹ Bladeren: besproeiing is niet nodig ¹	20 – 26 °C ¹	Deze plant bloeit in het binnenklimaat niet ¹	Ja ¹	De bladeren van de plant kunnen eenvoudig worden weggeknipt of gesneden indien nodig ¹	Hoogte ¹ : 14 – 40 cm Diameter ¹ : 7 – 15 cm	Formaldehyde: 1.555	Het sap van de plant heeft een helende werking en wordt vaak voor medicinale en cosmetische doeleinden gebruikt ¹
 <i>Aloe vera</i> (in diverse soorten)	Bloemen in diverse kleuren	Lichte plek (geen direct zonlicht) ⁴	Kluit: elke dag water geven, de kluit moet vochtig blijven ⁴	5 – 18 °C ⁴	Augustus – november ⁴	Het hele jaar groene bladeren, maar niet het hele jaar bloemen ⁴	Uitgebloede bloemen dienen weggeknipt te worden om bloei te stimuleren ⁴	Hoogte ⁴ : ± 30 cm	Formaldehyde: 34.800 Benzeen: 76.931 Ammoniak: 87.384	
 <i>Chrysantheem</i>	Groen met witte, lepelachtige bloem	Schaduwrijke standplaats ¹	Kluit: redelijk veel (2x per week) ¹ Bladeren: sproeien bevordert de gezondheid en bloei van de plant ¹	16 – 26 °C ¹	De plant kan continu in bloei staan, maar bloeit meestal om de 3 maanden een periode van 2 maanden ¹	De plant is het gehele jaar groen, en heeft alleen in haar bloeiperiode bloemen ¹	Bruine en uitgebloeide bloemen dienen zo kort mogelijk te worden afgeknipt ¹	Hoogte ¹ : 75 – 140 cm Diameter ¹ : 17 – 24 cm	Formaldehyde: 16.167 Benzeen: 41.392 Trichloorethyleen: 27.064 Ammoniak: 30.456 Xyleen: 6.432	Deze plantensoort is licht giftig, het blad is schadelijk na inname door dieren en kinderen ¹
 <i>Spathiphyllum</i> (Lepelplant) (in diverse soorten)	Groen met gele bladeren	Zowel schaduw als lichte plek ¹	Kluit: water geven indien de bovenkant van de grond droog aanvoelt ¹ Bladeren: sproeien is niet noodzakelijk, maar wel bevorderlijk voor de gezondheid ¹	18 – 27 °C ¹	In een binnenklimaat groeien deze planten niet ¹	Ja ¹	Deze plant dient elk najaar gesnoeid te worden ¹	Hoogte ¹ : Tot 90 cm Diameter ¹ : 19 cm	Benzeen: 39.107 Trichloorethyleen: 13.760	Het sap kan licht giftig zijn. Bij dieren kan dit leiden tot maag problemen ¹
 <i>Dracaena Warneckei</i> (Drakenbloemboom)	Groen met gele bladeren	Zowel schaduw als lichte plek ¹	Kluit: water geven indien de bovenkant van de grond droog aanvoelt ¹ Bladeren: sproeien is niet noodzakelijk, maar wel bevorderlijk voor de gezondheid ¹	18 – 27 °C ¹	In een binnenklimaat groeien deze planten niet ¹	Ja ¹	Deze plant dient elk najaar gesnoeid te worden ¹	Hoogte ¹ : Tot 90 cm Diameter ¹ : 19 cm	Benzeen: 39.107 Trichloorethyleen: 13.760	Het sap kan licht giftig zijn. Bij dieren kan dit leiden tot maag problemen ¹

 <i>Anthurium (Flamingo plant) (in diverse soorten)</i>	Rode, witte, roze of gele bloemen met groene, hartvormige bladeren	Lichte plek (geen direct zonlicht) ¹	Kluit: redelijk veel (1x per week) ¹ Bladeren: de plant vraagt om een hoge luchtvochtigheid, sproeien zal de gezondheid dan ook versterken ¹	15 – 25 °C ¹	De plant kan continu in bloei staan, maar bloeit meestal om de 3 maanden een periode van 2 maanden ¹	De plant is het gehele jaar groen, en heeft alleen in haar bloeiperiode bloemen ¹	Uitgebloeide bloemen en lelijke bladeren dienen zo laag mogelijk weggeknipt te worden ¹	Hoogte ¹ : 35 – 115 cm Diameter ¹ : 12 – 32 cm	Ammoniak: 98.856
 <i>Rhaps excelsa (Bamboepalm)</i>	Groene, lange, smalle bladeren	Zowel schaduw, als lichte plek ¹	Kluit: gering, het substraat dient vochtig te zijn ¹ Bladeren: sproeien is niet noodzakelijk, maar wel bevorderlijk voor de gezondheid ¹	15 – 24 °C ¹	-	Ja ¹	Bruine en lelijke bladeren dienen zo dicht mogelijk bij de stam afgeknipt te worden ¹	Hoogte ¹ : 80 – 160 cm Diameter ¹ : 18 – 35 cm	Formaldehyde: 76.707 Benzeen: 34.073 Ammoniak: 176.544
 <i>Homalomena</i>	Groene, hartvormige bladeren	Lichte plek (geen direct zonlicht) ³	Kluit: gering water geven ³ Bladeren: regelmatig benevelen ³	18 – 26 °C ³	Deze plant bloeit het hele jaar door ³	Ja ³	-	Hoogte ³ : Tot 100 cm Diameter ³ : 10 cm	Ammoniak: 124.992 Xyleen: 7.800
 <i>Dieffenbachia (in diverse soorten)</i>	Groen met gele en eventueel witte vlekken	Lichte plek (geen direct zonlicht) ¹	Kluit: regelmatig, het substraat dient vochtig te zijn ¹ Bladeren: de plant vraagt om een hoge luchtvochtigheid, sproeien zal de gezondheid dan ook versterken ¹	17 – 27 °C ¹	In het binnenklimaat bloeit deze plant niet ¹	Ja ¹	De plant snoeien is niet nodig, lelijke bladeren kunnen weggeknipt te worden ¹	Hoogte ¹ : 70 – 80 cm Diameter ¹ : 21 – 24 cm	Xyleen: 8.184
 <i>Nephrolepis exaltata (Kruivaren) (in diverse soorten)</i>	Groene bladveren verdeeld in smalle deelbladeren	Lichte plek (geen direct zonlicht) ⁵	Kluit: het substraat dient vochtig te zijn ⁵ Bladeren: regelmatig benevelen ⁵	18 – 24 °C ⁵	-	Ja ⁵	-	-	Formaldehyde: 44.712

 Sansevieria Trifasciata (Saneveria/ Vrouwentong)	Groene lange, smalle bladeren met gele randen	De plant stelt geen hoge eisen aan de lichtintensiteit; elke standplaats in en tussen schaduw en directe zon is mogelijk ¹	Kluit: zeer gering, enkel indien het substraat is opgedroogd. Je kunt de plant beter geen water geven dan teveel ¹ Bladeren: sproeien is overbodig ⁴	18 – 27 °C ¹	Deze plant kan in het binnenklimaat bloeien, dit is echter niet wenselijk ¹	Ja ¹	Dit type plant kan niet gesnoeid worden, de bladeren kunnen eventueel op de bodem afgesneden worden ¹	Hoogte ¹ : 45 – 65 cm Diameter ¹ : 12 – 17 cm	Formaldehyde: 31.294 Benzeen: 28.710 Trichloorethyleen: 3.474	Deze planten zijn licht giftig en kunnen tot maag en darm klachten leiden ¹
 Aglaonema in diverse typen	Groene ovale bladeren (met gelige strepen in het midden)	Donkere of beschaduwde plek met zonlicht ¹	Kluit: een onregelmatige watertoevoer is geen probleem, zolang de wortels maar niet in het water staan. Beter te weinig, dan teveel water geven ¹ Bladeren: ongeveer 1x per week wordt aangeraden, is niet noodzakelijk ¹	20 – 27 °C ¹	Dit type plant groeit nauwelijks ¹	Ja ¹	Snoeien: overbodig, mits de plant lichte of verkleurde bladeren bevat. Deze bladeren dienen op 3 cm van de stam afgeknipt te worden ¹	Hoogte ¹ : 45 – 95 cm groot Diameter ¹ : 17 – 40 cm	Formaldehyde: 4.382 Benzeen: 14.500	
 Dracaena Janet Craig	Groene, lange, smalle bladeren	(Half) schaduw ¹	Kluit: gering, het substraat mag licht droog worden voordat de plant water nodig heeft ¹ Bladeren: sproeien is niet noodzakelijk, maar wel bevorderlijk voor de gezondheid ¹	16 – 24 °C ¹	In een binnenklimaat groeien deze planten niet ¹	Ja ¹	De plant dient elk najaar gesnoeid te worden ¹	Hoogte ¹ : Tot 38 cm Diameter ¹ : 25 cm	Formaldehyde: 48.880 Benzeen: 25.968 Trichloorethyleen: 18.330	Het sap kan licht giftig zijn. Bij dieren kan dit leiden tot maag problemen ¹
 Dracaena Marginata	Groene, lange, smalle bladeren	Lichte plek ¹	Kluit: gering, het substraat mag licht droog worden voordat de plant water nodig heeft ¹ Bladeren: sproeien is niet noodzakelijk, maar wel bevorderlijk voor de gezondheid ¹	16 – 27 °C ¹	In een binnenklimaat groeien deze planten niet ¹	Ja ¹	De plant dient elk najaar gesnoeid te worden ¹	Hoogte ¹ : 115 – 150 cm Diameter ¹ : 21 – 24 cm	Formaldehyde: 20.469 Benzeen: 30.324 Trichloorethyleen: 27.292	Het sap kan licht giftig zijn. Bij dieren kan dit leiden tot maag problemen ¹

Tabel ...





¹: 123kamerplanten.nl






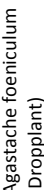
²: gerbera.nl



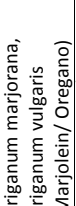



³: araflo.nl

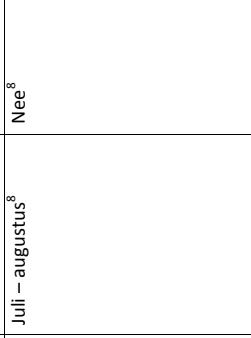
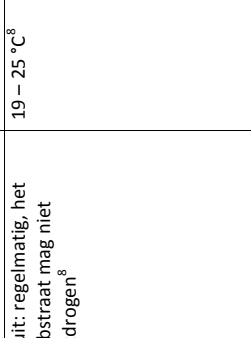
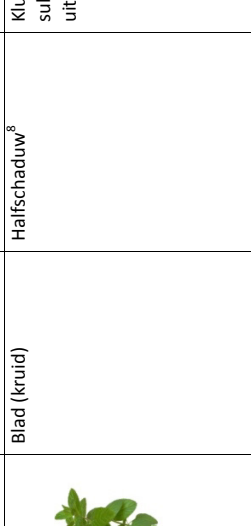
⁴: groenvanbijons.nl



⁵: tuinadvies.nl

Plantensoort	Vrucht	Standplaats	Waterbehoefte (kluit en bladeren)	Temp.	Bloeiperiode	Bladhoudend	Onderhoud	Grootte	Opmerkingen
 Aloe Vera (in diverse soorten)	Bladeren en het sap van de bladeren	Zowel schaduw, lichte plek als directe zon ¹	Kluit: gering, de wortelkluit mag net niet uitdrogen ¹ Bladeren: besproeiing is niet nodig ¹	20 – 26 °C ¹	Deze plant bloeit in het binnenklimaat niet ¹	Ja ¹	De bladeren van de plant kunnen eenvoudig worden weggeknipt of – gesneden indien nodig ¹	Hoogte ¹ : 14 – 40 cm Diameter ¹ : 7 – 15 cm	Het sap van de plant heeft een helende werking en wordt vaak voor medicinale en cosmetische doeleinden gebruikt ¹
 Citrus Limequat Spalier (Kruising tussen een Citroenplant en een Kumquat)	Citroen	Zeer zonnige plek, het liefste zo veel mogelijk directe zon; raam op het zuiden ²	Kluit: gering, water geven indien het substraat opgedroogd is ²	20 – 29 °C ²	April – september ²	Ja ²	Met name in het voorjaar dienen de opgaande takken gesnoeid te worden ²	Hoogte ² : tot maximaal 45 cm Diameter ² : 15 cm	
 Citrus Calamondin Mini-struik	Bittere kamer-sinaasappel	Beschutte, zonnige standplaats ²	Kluit: gering, water geven indien het substraat opgedroogd is ²	20 – 29 °C ²	April – september ²	Ja ²	Met name in het voorjaar dienen de opgaande takken gesnoeid te worden ²	Hoogte ² : tot maximaal 40 cm Diameter ² : 14 cm	
 Citrus Reticulata 'mandarijn'	Mandarijn	Beschutte, zonnige standplaats ²	Kluit: gering, water geven indien het substraat opgedroogd is ²	20 – 29 °C ²	April – september ²	Ja ²	Met name in het voorjaar dienen de opgaande takken gesnoeid te worden ²	Hoogte ² : tot maximaal 70 cm Diameter ² : 21 cm	

	Tomaat	Directe zon ³	Kluit: regelmatig, het substraat dient vochtig te zijn ³	18 – 26 °C ³	Juni – november ⁴	Nee ⁴	De plant heeft extra voeding nodig bij haar groei. ³	Hoogte: 45 – 90 cm ³	
	Sla (in diverse soorten)	Zowel schaduw, als zonnige standplaats ⁵	Kluit: regelmatig, het substraat dient vochtig te zijn ⁵	18 – 26 °C ⁵	Sla is daglengtegevoelig, deze groeit het beste in de zomermaanden ⁵		De slaplant dient bijgemest te worden voor een optimale groei ⁵	Hoogte ⁵ : tot maximaal 30 cm	
	Peper en paprika (diverse soorten)	Beschutte, zonnige standplaats ⁵	Kluit: gering, af en toe water geven ⁵	20 – 25 °C ⁵	Mei – september ⁵	Ja ⁵	De plant moet bijgemest worden ⁵	Hoogte ⁵ : 50 – 200 cm	
	Tijm (kruid)	Zonnige standplaats ⁸	Kluit: regelmatig, het substraat dient vochtig te zijn ⁶	18 – 26 °C ⁶	Juni – augustus ⁸	Ja ⁶	Tijm dient na de bloei licht teruggesnoeid te worden ⁶	Hoogte ⁸ : 10 – 30 cm	Tijm bezit een natuurlijke genezende kracht tegen hoest, verkoudheid en infecties en kan behalve in gerechten ook als ontsmettingsmiddel worden gebruikt ⁶
	Blad (kruid)	Zonnige standplaats ¹¹	Kluit: gering, het substraat mag af en toe uitdrogen ¹¹	20 – 28 °C ¹¹	Augustus – september ¹¹	Ja ¹¹	De plant kan enkel in het voorjaar teruggesnoeid worden tot zo'n 5 cm ¹¹	Hoogte ¹¹ : 50 – 90 cm	
	Agastache foeniculum (Droplant)								

	Blad (kruid)	Zonnige standplaats in de directe zon ⁶	Kluit: gering, het substraat mag af en toe uitdrogen ⁶	20 – 28 °C ⁶	Sallie heeft er 90 dagen voor nodig om van kiemplantje uit te groeien tot volwassen plant ⁶	Ja ⁸	De plant dient twee keer in het jaar gesnoeid te worden; in april en rond juni-juli ⁸	Hoogte ⁵ : tot maximaal 80 cm	
	Blad (kruid)	Beschutte, zonnige standplaats ⁶	Kluit: regelmatig ⁸	18 – 26 °C ⁶	Oregano heeft er 120 dagen voor nodig om van kiemplantje uit te groeien tot volwassen plant ⁶	Nee ⁸	Na de bloei dient de plant licht teruggesnoeid te worden ⁸	Hoogte ⁵ : tot maximaal 30 cm	
	Blad (kruid)	Zowel schaduw als zonnige standplaats (geen direct zonlicht) ⁶	Kluit: regelmatig, het substraat dient licht vochtig te zijn ⁶	18 – 26 °C ⁶	Mei – juli ⁸	Ja ⁸	Bloemhoofden en bloemknoppen dienen tijdig afgeknipt te worden zodat de plant energie heeft voor het produceren van nieuw blad	Hoogte ⁵ : 10 – 50 cm	
	Laurierblad (kruid)	Beschutte, zonnige standplaats ⁹	Kluit: gering, het substraat dient licht vochtig te zijn ⁹	19 – 25 °C ⁹	Het kruid is het gehele jaar te oogsten ⁹	Ja ⁹	Het snoeien van deze plant is nodig indien deze in vorm geknipt dient te worden ¹⁰	Hoogte: tot 800 cm (de plant kan eenvoudig 'klein' worden gehouden) ⁹	
	Blad (kruid)	Zonnige standplaats met direct zonlicht ⁹	Kluit: regelmatig, maar het substraat mag niet te vochtig worden ⁹	18- 27 °C ⁹	Juli – oktober ⁹	Ja ⁹	De toppen dienen kort voor en tijdens de bloei geplukt te worden ⁹	Hoogte ⁹ : tot maximaal 40 cm	
									

(Bonenkruid)	 <p>Mentha piperita (Pepermunt)</p>	Blad (kruid)	Halfschaduw ⁸	Kluit: regelmatig, het substraat mag niet uitdrogen ⁸	19 – 25 °C ⁸	Juli – augustus ⁸	Nee ⁸	Na de bloeiperiode dient de munt licht teruggesnoeid te worden en dienen de bloemen afgeknipt te worden ⁸	Hoogte ⁷ : tot maximaal 60 cm	Munt heeft een krampwerende en verfrissende werking ⁷
	 <p>Ocimum basilicum 'purple delight' (Basilicum)</p>	Blad (kruid)	Zonnige standplaats ⁶	Kluit: de plant mag niet uitdrogen, de grond dient licht vochtig te zijn ⁶ Bladeren: er mag geen water over de plant heen gegoten worden ⁸	18 – 26 °C ⁶	Basilicum heeft er 50 dagen voor nodig om van kiemplantje uit te groeien tot volwassen plant ⁶	Nee ⁸	Het is verstandig om de plant af en toe vloeibare bemesting geven ⁸	Hoogte ⁵ : 30 – 60 cm	Basilicum is een eenjarige plant ⁶
	 <p>Anethum graveolens (Dille)</p>	Blad (kruid)	Zonnige standplaats ⁶	Kluit: gering, het substraat mag af en toe uitdrogen ⁶	18 -26 °C ⁶	Juni – augustus ⁹	Ja ⁶		Hoogte: tot maximaal 100 cm	Dille is een eenjarige plant met geneeskracht bij spijsverteringsklachten en winderigheid, het kruid heeft een kalmerende werking ⁶
	 <p>Rosmarinus / Prostratus (Rozemarijn)</p>	Blad (kruid)	Beschutte, zonnige standplaats ⁶	Kluit: de plant mag niet uitdrogen, het substraat dient licht vochtig te zijn ⁶	21 – 28 °C ⁶	Maart – mei ⁸	Ja ⁸	Rozemarijn dient na de bloei licht teruggesnoeid te worden ⁶	Hoogte ⁶ : tot maximaal 30 cm	

 <p>Hyssopus Officinalis (Hysoep)</p>	Blad (kruid)	Zonnige standplaats in direct zonlicht ⁹	Kluit: regelmatig, maar het substraat mag niet te vochtig worden ⁹	18 – 26 °C	Juni – september ⁹	Ja ⁹		Hoogte ⁷ : 30 – 80 cm	Het kruid heeft een desinfecterende werking
 <p>Coriandrum sativum (Koriander)</p>	Blad (kruid)	Zonnige standplaats ⁷	Kluit: de plant mag niet uitdrogen, het substraat dient licht vochtig te zijn ⁷	18 – 26 °C	Juli – augustus ⁹	Ja ⁷	Voor een optimale groei en smaak is het verstandig de bloemen van de plant af te knippen voor deze opengaan ⁹	Hoogte ⁷ : 40 – 70 cm	Deze eenjarige plant heeft een onaangename geur ⁷

¹: 123kamerplanten.nl

²: italiaanse-oase.nl

³: bakker-hillegom.nl

⁴: appeltern.nl

⁵: mooiemoestuin.nl

⁶: intothecycle.com





⁷: natuur-wereld.be

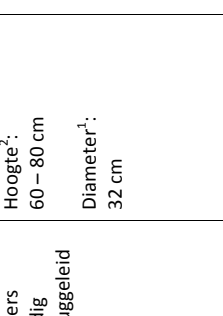
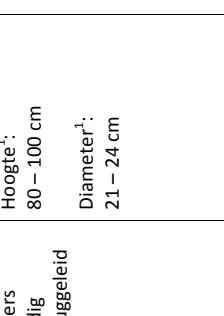
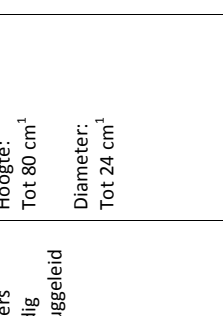
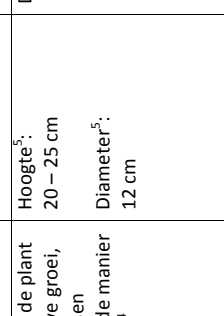
⁸: greenfingersonline.nl

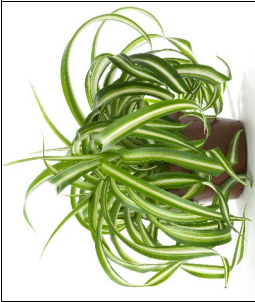



⁹: dille-kamille.nl





¹⁰: tuinadvies.be







¹¹: tuinieren.nl

Plantensoort	Bladkleur	Standplaats	Waterbehoefte (kluit en bladeren)	Temp.	Bloeiperiode	Bladhoudend	Onderhoud	Grootte (Hoogte plant en diameter pot)	Opmerkingen
 Dracaena (Drakenbloedboom) in diverse typen	Groene, lange smalle bladeren (met gelige randen)	Zowel schaduw als lichte standplaats	Waterbehoefte: gering Lucht: de plant kan prima tegen een lage luchtvochtigheid	18 – 27 °C		Ja ¹	Snoeien: eenvoudig in model te snoeien wanneer nodig	Hoogte ¹ : 45 – 70 cm Diameter ¹ : 15 – 21 cm	
 Aglaonema Silver (Schitterende bladeren)	Groen met rode randen	Beschaduwde standplaats, met zonlicht ¹	Kluit: gering, de plant kan overleven wanneer het substraat enkele dagen droog staat. Daarnaast kan de plant tegen een onregelmatige watertgift ¹ Bladeren: de plant twee maal per week sproeien is niet noodzakelijk, maar verkleint de kans op spint ¹	15 – 27°C ¹		Ja ¹	Het is verstandig de bloemen af te knippen omdat deze de groei beperken, daarnaast dienen verkleurde bladeren tot 3 cm van de stam afgeknipt te worden ¹	Hoogte ¹ : Tot 60 cm Diameter ¹ : Tot 23 cm	Het sap van de plant is licht giftig ¹
 Aglaonema White Lance	Donkergroene ovale bladeren met een lichter gekleurde streep in het midden	Beschaduwde standplaats, met zonlicht ¹	Kluit: gering, de plant kan overleven wanneer het substraat enkele dagen droog staat. Daarnaast kan de plant tegen een onregelmatige watertgift ¹ Bladeren: de plant twee maal per week sproeien is niet noodzakelijk, maar verkleint de kans op spint ¹	15 – 27°C ¹		Ja ¹	Het is verstandig de bloemen af te knippen omdat deze de groei beperken, daarnaast dienen verkleurde bladeren tot 3 cm van de stam afgeknipt te worden ¹	Hoogte ¹ : Tot 55 cm Diameter ¹ : Tot 24 cm	Het sap van de plant is licht giftig ¹
 Philodendron Monstera Deliciosa	Dikke, leerachtige bladeren met grillige uitsnijdingen	Beschaduwde standplaats, geen direct zonlicht ¹	Kluit: regelmatig, het substraat dient altijd vochtig te blijven, ook al gebruikt de plant zelf nauwelijks water ¹ Bladeren: het is verstandig om de plant 1x per week te sproeien ¹	20 – 27°C ¹	Deze plant bloeit het gehele jaar ⁶	Ja ¹	Eventuele uitlopers kunnen eenvoudig gesnoeid en teruggelaid worden ¹	Hoogte ¹ : 80 – 100 cm Diameter ¹ : 21 – 24 cm	


 <p>Philodendron Xanadu</p>	<p>Lancetvormige, diep ingesneden bladeren</p>	<p>Beschaduwde standplaats, geen direct zonlicht¹</p>	<p>Kluit: regelmatig, het substraat dient altijd vochtig te blijven, ook al gebruikt de plant zelf nauwelijks water¹</p> <p>Bladeren: het is verstandig om de plant 1x per week te sproeien¹</p>	<p>20 – 27°C¹</p>	<p>Deze plant bloeit het gehele jaar⁶</p>	<p>Ja¹</p>	<p>Eventuele uitlopers kunnen eenvoudig gesnoeid en teruggeleid worden¹</p>	<p>Hoogte²: 60 – 80 cm</p> <p>Diameter¹: 32 cm</p>	
 <p>Philodendron Selloum</p>	<p>Dikke, leerachtige bladeren met grillige uitsnijdingen</p>	<p>Beschaduwde standplaats, geen direct zonlicht¹</p>	<p>Kluit: regelmatig, het substraat dient altijd vochtig te blijven, ook al gebruikt de plant zelf nauwelijks water¹</p> <p>Bladeren: het is verstandig om de plant 1x per week te sproeien¹</p>	<p>20 – 27°C¹</p>	<p>Deze plant bloeit het gehele jaar⁶</p>	<p>Ja¹</p>	<p>Eventuele uitlopers kunnen eenvoudig gesnoeid en teruggeleid worden¹</p>	<p>Hoogte¹: 80 – 100 cm</p> <p>Diameter¹: 21 – 24 cm</p>	
 <p>Philodendron scandens</p>	<p>Ovale groene bladeren</p>	<p>Beschaduwde standplaats, geen direct zonlicht¹</p>	<p>Kluit: regelmatig, het substraat dient altijd vochtig te blijven, ook al gebruikt de plant zelf nauwelijks water¹</p> <p>Bladeren: het is verstandig om de plant 1x per week te sproeien¹</p>	<p>20 – 27°C¹</p>	<p>Deze plant bloeit het gehele jaar⁶</p>	<p>Ja¹</p>	<p>Eventuele uitlopers kunnen eenvoudig gesnoeid en teruggeleid worden¹</p>	<p>Hoogte: Tot 80 cm¹</p> <p>Diameter: Tot 24 cm¹</p>	
 <p>Syngonium</p>	<p>Groene, ovale bladeren met geel- en witbonte vlekken</p>	<p>Zowel beschaduwde als zonnige standplaats³</p>	<p>Kluit: het substraat dient vochtig te zijn, en dient licht op te drogen voor een nieuwe waterbeurt wordt gegeven³</p>	<p>15 – 25°C¹</p>	<p>Deze plant bloeit het gehele jaar⁶</p>	<p>Ja⁴</p>	<p>Het snoeien van de plant bevordert nieuwe groei, er zijn weinig eisen verbonden aan de manier van het snoeien⁴</p>	<p>Hoogte⁵: 20 – 25 cm</p> <p>Diameter⁵: 12 cm</p>	<p>De plant is licht giftig</p>

 <p>Chlorofytum (Graslelie)</p>	<p>Smal en lang blad met een geel-witachtige streep in het midden</p>	<p>Zowel schaduwrijke als zonnige standplaats⁷</p>	<p>Kluit: regelmatig, de wortelkluit mag niet uitdrogen maar het substraat dient tussen twee gietbeurten licht op te drogen⁴</p> <p>Bladeren: de plant af en toe benevelen is voldoende om de plant stofvrij te houden⁴</p>	<p>18 – 32°C⁸</p>	<p>Deze plant bloeit het gehele jaar door⁸</p>	<p>Ja⁴</p>	<p>Het is verstandig de bloemen weg te knippen, omdat deze nieuwe plantjes vormen. Wanneer deze bloemen weggeknipt worden hoeft de plant geen energie te steken in dit proces⁴</p>	<p>Hoogte: Tot 60 cm⁸</p> <p>Diameter: 12 cm⁸</p>	
 <p>Spathyllum (Lepelplant) (in diverse soorten)</p>	<p>Groen met witte, lepelachtige bloem</p>	<p>Schaduwrijke standplaats¹</p>	<p>Kluit: redelijk veel (2x per week)¹</p> <p>Bladeren: sproeien bevordert de gezondheid en bloei van de plant¹</p>	<p>16 – 26 °C¹</p>	<p>De plant kan continu in bloei staan, maar bloeit meestal om de 3 maanden een periode van 2 maanden¹</p>	<p>De plant is het gehele jaar groen, en heeft alleen in haar bloeiperiode bloemen¹</p>	<p>Bruine en uitgebloide bloemen dienen zo kort mogelijk te worden afgeknipt¹</p>	<p>Hoogte¹: 75 – 140 cm</p> <p>Diameter¹: 17 – 24 cm</p>	<p>Deze plantensoort is licht giftig, het blad is schadelijk na inname door dieren en kinderen¹</p> <p>Deze plant staat ook in de lijst van de 50 meest luchtzuiverende planten van de NASA¹</p>
 <p>Ficus Repens</p>	<p>Kleine, smalle, groene bladeren</p>	<p>Zonnige standplaats, maar geen direct zonlicht²</p>	<p>Kluit: regelmatig kleine hoeveelheden, het substraat dient altijd licht vochtig te zijn, maar de plant mag niet met zijn wortels in het water staan¹</p> <p>Bladeren: de plant regelmatig sproeien helpt tegen het verwijderen van stof en het voorkomen van spint¹</p>	<p>15 – 32°C⁹</p>	<p>Deze plant bloeit het gehele jaar door⁹</p>	<p>Ja⁹</p>	<p>Wanneer nodig kan de plant eenvoudig in vorm gesnoeid worden⁹</p>	<p>Hoogte⁹: Tot 90 cm lange takken</p> <p>Diameter⁹: 17 – 24 cm</p>	
 <p>Ficus Pumila (kruipende ficus)</p>	<p>Kleine gerimpelde bladeren, met een gelige rand</p>	<p>Schaduwrijke standplaats¹⁰</p>	<p>Kluit: regelmatig, het substraat mag niet uitdrogen¹⁰</p> <p>Bladeren: de bladeren dienen regelmatig beneveld te worden⁷</p>	<p>15 – 22°C¹⁰</p>	<p>Deze plant bloeit het gehele jaar door⁷</p>	<p>Ja⁷</p>	<p>Wanneer nodig kan de plant eenvoudig in vorm gesnoeid worden⁷</p>	<p>Hoogte⁷: Tot 90 cm lange takken</p> <p>Diameter⁷: 17 – 24 cm</p>	

	Groene, hartvormige bladeren met gelige vlekken	Zowel schaduwrijke als licht standplaats ²	Kluit: regelmatig, het substraat dient altijd licht vochtig te zijn ¹ Bladeren: het blad hoeft slechts af en toe beneveld te worden, het is niet noodzakelijk ¹	20 – 27°C ¹	Ja ¹	Wanneer nodig kunnen te lange bladslingers eenvoudig worden afgeknipt ¹	Hoogte ¹ : 10 – 80 cm Diameter ¹ : 15 – 18 cm	Deze plant staat ook in de lijst van de 50 meest luchtzuiverende planten van de NASA ¹ Het verkleuren van de bladeren is een teken van te weinig of te veel licht. Hoe meer licht hoe bontkleurig het blad wordt ¹
	Langwerpige diep ingesneden bladeren	Lichte standplaats, geen direct zonlicht ²	Kluit: regelmatig, het substraat dient licht vochtig te blijven ¹¹	18 – 26°C ¹¹	Ja ¹¹	Wanneer nodig kunnen eventuele takken eenvoudig worden afgeknipt ¹¹	Hoogte ² : Tot 40 cm	
	Blauw-groene gekleurde bladeren	Zowel schaduwrijke als lichte standplaats, geen direct zonlicht ¹	Kluit: het substraat dient licht vochtig te zijn ¹ Bladeren: de plant af en toe benevelen bevordert de sierwaarde en vitaliteit van de plant ¹	19 – 26°C ¹	Ja ¹	Deze plant hoeft niet gesnoeid te worden. Eventuele lelijke bladeren mogen met een schaar afgeknipt te worden ¹	Hoogte ¹ : Tot 70 cm Diameter ¹ : 17 – 26 cm	
	Kleine groene bladeren aan lange stengels	Lichte standplaats, geen direct zonlicht ⁷	Kluit: regelmatig, het substraat mag niet uitdrogen ⁷	18 – 22°C ⁷	Ja ⁷	Indien nodig kunnen lange stengels eenvoudig afgeknipt worden ⁷	Hoogte ⁷ : ± 22 cm Diameter ⁷ : 12 cm	De plant heeft een hoge geneeskundige waarde

	Stengels met fijne, kleine bladeren	Half schaduwrijke standplaats ²	Kluit: het substraat dient vochtig gehouden te worden ¹²	18 – 24°C ¹²		Ja ¹²	Indien nodig kunnen lange stengels eenvoudig afgeknipt worden ⁷	Hoogte ² : ± 10 cm Diameter ^{1,2} : 19 cm	
	Kleine groen- zilverachtige bladeren aan stengels	Lichte standplaats, geen direct zonlicht ²	Kluit: regelmatig, het substraat dient vochtig te zijn ⁶ Bladeren: het is raadzaam de plant af en toe te benevelen ⁶	15 – 35°C ⁶	Deze plant bloeit het gehele jaar ⁶	Ja ⁶	Indien nodig kunnen lange stengels eenvoudig afgeknipt worden ⁶	Hoogte ² : 10 – 15 cm	
	Kleine bladeren aan stengels	Lichte standplaats, geen direct zonlicht ⁶	Kluit: regelmatig, het substraat dient vochtig te zijn ⁶ Bladeren: het is raadzaam de plant af en toe te benevelen ⁶	15 – 35°C ⁶	Deze plant bloeit het gehele jaar ⁶	Ja ⁶	Indien nodig kunnen lange stengels eenvoudig afgeknipt worden ⁶	Hoogte ⁶ : Tot 10 cm	
	Groene en rode, ovale bladeren	Lichte standplaats, geen direct zonlicht ⁶	Kluit: regelmatig, het substraat dient vochtig te zijn ⁶ Bladeren: het is raadzaam de plant af en toe te benevelen ⁶	15 – 35°C ⁶	Deze plant bloeit het gehele jaar ⁶	Ja ⁶	Indien nodig kunnen lange stengels eenvoudig afgeknipt worden ⁶	Hoogte: 20 – 35 cm	
	Groene, ovale bladeren	Lichte standplaats, geen direct zonlicht ⁶	Kluit: regelmatig, het substraat dient vochtig te zijn ⁶ Bladeren: het is raadzaam de plant af en toe te benevelen ⁶	15 – 35°C ⁶	Deze plant bloeit het gehele jaar ⁶	Ja ⁶	Indien nodig kunnen lange stengels eenvoudig afgeknipt worden ⁶	Hoogte ⁶ : 13 – 25 cm Diameter ⁶ : 8 cm	
									

Peperomia Pereskifolia

 <p>Rhipsalis Cassutha 1: 123kamerplanten.nl</p>	<p>Ranke stengels</p>	<p>Lichte standplaats, geen direct zonlicht²</p>	<p>Kluit: gering, teveel water kan al snel schadelijk zijn⁷</p>	<p>18 -21°C⁶</p>	<p>In het voor- en najaar kan deze plant bloeien⁷</p>	<p>Ja⁷</p>	<p>Indien nodig kunnen lange stengels eenvoudig afgeknipt worden⁷</p>	<p>Hoogte²: 20 – 25 cm</p>	<p>De Rhipsalis Cassutha is een vetplant en familie van de cactus²</p>
---	-----------------------	---	--	-----------------------------	--	-----------------------	--	---	---

1: 123kamerplanten.nl

2: walffloor

3: tuinkrant.com

4: jungletuin.com

5: bakker-hillegom.nl

6: araffora.nl

7: mijntuin.org

8: dier-en-natuur.infonu.nl

9: guide-to-houseplants.com

10: infotalia.com

11: homeserver.nl

12: plantje.nl