EEN UPCYCLE DESIGN PROJECT VAN

COFFEE BASED

HET ONTWERPEN VAN EEN COFFEE BASED INTERIEUR LAMP

Sarah Visschedijk
s1198645
Industrieel Ontwerpen
18/08/2016

UNIVERSITEIT TWENTE.

Verdraaid Goed

Bacheloreindopdracht

Ontwerp van een Coffee Based design lamp die passend is binnen het assortiment van Orientals en daarbij voldoet aan de duurzame ontwerpprincipes van VerdraaidGoed.

Auteur
Sarah Visschedijk
s1198645

Universiteit Twente
Industrieel Ontwerpen
Faculteit Construerende Technische Wetenschappen
Drienerlolaan 5
7522 NB Enschede

Opdrachtgever
VerdraaidGoed
Marconistraat 16
3029AK Rotterdam
(Rotterdam Science Tower, 11e verdieping)

Examencommissie
Begeleider UT:
Johannes Unglert

Begeleiders VerdraaidGoed:
Lisanne Addink-Dölle
Marjet de Jong

Tweede examinator:
Matthijn de Rooij

Datum: 18/08/2016

Aantal pagina's exclusief bijlagen: 79
Aantal bijlagen: 13

Voorwoord

Mijn interesse voor een gezonde en duurzame samenleving is de laatste jaren enorm gegroeid. Daarom ben ik voor mijn Bachelor Eindopdracht op zoek gegaan naar een duurzaam ontwerpbureau om praktijkervaring op te doen in de duurzame ontwerpwereld.

VerdraaidGoed sprak me direct aan vanwege hun creatieve producten van restafval. Tijdens het eerste kennismakingsgesprek bleek dat ze bezig waren met de reststroom *koffiedik*. De materiaalsamples die ze me lieten zien inspireerden me enorm en ik voelde me uitgedaagd om hier mijn Bachelor Eindopdracht uit te voeren.

Graag wil ik iedereen bedanken die mij ondersteund heeft tijdens de uitvoering van mijn Bachelor Eindopdracht. Lisanne Addink-Dölle en Marjet de Jong voor hun begeleiding, inspirerende bijeenkomsten en motiverende feedback; Johannes Unglert voor zijn goede adviezen en het meedenken in het proces; Corinne van Noordenne van Stenden Hogeschool voor het mogen gebruiken van de persmachine en nogmaals Marjet de Jong voor de bereidheid hierbij te helpen; Alpha Enzyms, Stenden Hogeschool en Avans Hogeschool voor het ontwikkelproces van de materialen; René en Ido Hurkmans van Orientals voor hun input en feedback tijdens het ontwerpproces.

Samenvatting

Deze bacheloropdracht is uitgevoerd bij VerdraaidGoed. Door middel van upcycling zet het bedrijf zich in voor een duurzame samenleving en draagt op deze manier bij aan een circulaire economie. Coffee Based is één van de nieuwe projecten van VerdraaidGoed en houdt zich bezig met de reststroom koffiedik. Door deze te mengen met een biobased kunststof zijn hiervan dunne plaatjes of krafts te maken ter grootte van een a5. Vanuit groothandel Orientals is de vraag gekomen om een Coffee Based design lamp te ontwerpen. De doelstelling van de opdracht is om met de ontwikkelde koffiematerialen als uitgangspunt een Coffee Based design lamp te ontwerpen die past binnen het assortiment van Orientals, daarbij voldoet aan de duurzame ontwerpprincipes van VerdraaidGoed en waarin de gewenste materiaalbeleving tot uiting komt. Gedurende het proces zullen zich meerdere materiaalontwikkelingen voordoen. Deze worden op de voet gevolgd en wanneer mogelijk toegepast in de ontwerpen.

Om deze doelstelling te behalen is eerst het theoretisch kader onderzocht ten einde inzicht te krijgen in duurzaam ontwerpen, biobased composieten en de manier waarop de gewenste materiaalbeleving kan worden opgeroepen. Het vooronderzoek wordt vervolgd door een bedrijfsanalyse, productieanalyse, materiaalanalyse en doelgroepanalyse. Het ontwerpproces wordt doorlopen op basis van de *Material Driven Design* methode van Karana. Met deze methode wordt de intentie van het ontwerp duidelijk in kaart gebracht en kan uiteindelijk een materiaal geselecteerd worden dat de gewenste materiaalbeleving oproept.

Op basis van het vooronderzoek is een programma van eisen opgesteld. Hieruit volgt een ideeëngeneratie die gebaseerd is op de doelgroepanalyse, de productieanalyse en de materiaalanalyse. Hierbij is rekening gehouden met het momenteel technisch haalbare a5-formaat.

Na een feedbacksessie met Orientals zijn vier concepten tot stand gekomen. Deze zijn vervolgens uitgewerkt en getoetst aan het programma van eisen. Samen met de input van Orientals is hieruit een definitieve conceptkeuze tot stand gekomen. De *square hanglamp* is tot in detail uitgewerkt. Deze lamp bestaat uit een koffiekap ontwikkeld door Alpha Enzyms, die wordt verlengd met vier geperste koffieplaatjes. In de detailleringsfase worden naast de onderdelen, assemblage en afwerking van het product, ook de twee verkoopscenario's (B2C/B2B), het prototype, de materiaalkeuze en de koffieherkenbaarheid besproken. In het prototype worden de plaatjes doormiddel van een klemsysteem aan de koffiekap bevestigd.

De materiaalkeuze is gebaseerd op een gebruikersonderzoek naar de daadwerkelijke materiaalbeleving. De plaatjes die een organische en subtiel organische structuur laten zien zodra er licht door schijnt, vallen het meest in de smaak. De voorkeur gaat uit naar een mat en recht afgewerkt materiaal. De koffie wordt in het materiaal niet door de testpersonen herkend. Om de koffieherkenbaarheid te vergroten wordt er een label aangehangen met daarop het Coffee Based logo, een pakkende slogan en het verhaal achter de Coffee Based design lamp. Er is gekozen voor een B2B verkoopscenario, omdat dit financieel aantrekkelijker is.

In het productieplan is het gehele proces weergegeven van koffiedik tot en met de levering aan Orientals. Er wordt uitgegaan van een eerste seriegrootte van 50 stuks. Het persen van de plaatjes is verder toegelicht en zoveel mogelijk geoptimaliseerd. Het grootste deel van de productie vindt plaats in de sociale werkplaats, met uitzondering van de koffiekap (Alpha Enzyms) en de productie van het koffiegranluaat (BAC, Avans Hogeschool). De inkooponderdelen worden zo lokaal mogelijk ingekocht.

Tenslotte is een kostprijsberekening gedaan en is de totale milieu-impact geanalyseerd. Door het zoveel mogelijk optimaliseren van de productieprocessen kunnen kosten en milieu-impacten gunstig beïnvloedt worden. Dit kan bijvoorbeeld door in een persmachine te investeren die meerdere platen tegelijk kan persen. Wanneer in een persmachine wordt geïnvesteerd, zal deze voor meerdere doeleinden gebruikt moeten worden dan alleen de Coffee Based design lamp. In het laatste hoofdstuk worden een aantal discussiepunten aangedragen en aanbevelingen gedaan.

Abstract

This bachelor assignment is performed for the company VerdraaidGoed. The upcycling company is commited to a sustainable society and contributes to a circular economy. Coffee Based, one of the new projects of VerdraaidGoed, concerns itself with the upcycling of coffee waste. By compounding these with a biobased plastic they are capable of making thin plate materials having the size of an a5. The wholesale Orientals was interested in a Coffee Based design lamp. Therefore the objective of this assignment is to design a Coffee Based design lamp, with the materials as starting point, that fits within the range of Orientals, thereby meets the sustainability principles of VerdraaidGoed and in which the desired material experience is reflected. During the process more materials will be developed or improved. These are followed closely and whenever possible used in the designs.

To achieve this objective, first the theoretical framework was examined to understand the concept of sustainable design, biobased composites and the ways in which the desired material experience can be evoked. The research continues with an analysis of the company, the currently used production processes, the coffee materials and the target group Orientals.
The design proces is followed based on the Material Driven Design method of Karana. With this method the intention of the design is made clear before selecting the final material used in the product. This way the material, which evokes the desired material experience, can be chosen in the final design.

Based on the results of this research a requirements list has been formulated. The analysis of the target group and the available materials where the basis of the idea generation. It takes into account the currently technically achievable size of the coffee materials (a5).

After the feedback session with Orientals four concepts have been established. The four concepts were further elaborated and judged based on the requirements list. Along with the input of Orientals a final concept choice has been made. The *square pendant light* has been elaborated in detail. This lamp consists of a coffee shade developed by Alpha Enzyms, which is extended with four compressed coffee plates. In the detailling phase all the parts, assemblies and finishing touches are described. Besides that, the choice to sell the product B2B or B2C is considered, the choice of the materials is explained, the prototype is shown and the ways in which the coffee experience of the product can be increased is discussed. In the prototype the coffee plates will be attached to the shade with a clamping system.

The choice of the materials is based on the user test, which resulted in specific material charasteristics that evoke the desired material experience. The user test showed that people are drawn to the materials that show organic or subtle organic structures when light shines through the material. In addition, they prefer a matt surface and a straight product finish. The coffee is not easily recognized. To increase the recognition of coffee in the final product the following aspects are printed on the product label: the Coffee Based logo, a catchy slogan and a pictorial story of the whole process. The B2B scenario is chosen, because it is financially more feasible.

In the production plan the whole process is shown, starting with the coffee wastes and ending with the delivery of the Coffee Based design lamp to Orientals. The process is based on a series of 50 lamps. The compression moulding process of the plates is elaborated in more detail and optimized as much as possible. The major part of the total production process takes place in social work centres, with the exception of the coffee shade (Alpha Enzyms) and the production of the coffee granules (BAC, Avans Hogeschool). The purchase supplies are being delivered by local stores.

Finally a cost estimation has been made. Also the total environmental impact has been analysed. By optimizing the production processes, costs and environmental impacts can be reduced. This can be done by investing in a multi-press that is capable of pressing multiple plates. However, such a machine is a high investment. This is only feasible when the press machine has multiple purposes for Coffee Based. In the discussion and reccommondations section these issues and others are discussed.

Inhoudsopgave

1. Inleiding 11
1.1 Coffee Based, een VerdraaidGoed project 11
1.2 Aanleiding 11
1.3 Doelstelling 11
1.4 Leeswijzer 11

2. Vooronderzoek 13
2.1 Theoretisch kader 13
2.2 Bedrijfsanalyse 19
2.3 Productie en materialen 21
2.4 Doelgroepanalyse 26
2.5 Conclusies 28

3. Ideeëngeneratie 29
3.1 Programma van eisen 29
3.2 Ideeëngeneratie 29
3.3 Conclusies 40

4. Conceptontwikkeling 41
4.1 Conceptuitwerking 41
4.2 Conceptkeuze 52
4.3 Conclusies 55

5. Concept detaillering 57
5.1 Technische uitwerking 57
5.2 Scenario's 61
5.3 Materiaalkeuze 62
5.4 Prototype 65
5.5 Koffieherkenbaarheid 67
5.6 Conclusies 68

6. Productieplan 69
6.1 Proces 69
6.2 Optimalisatie 70
6.3 Verpakking 72
6.4 Milieu-impact 74
6.5 Conclusies 76

7. Discussie en aanbevelingen 77
7.1 Discussie 77
7.2 Aanbevelingen 78

8. Referentielijst 79

9. Bijlagen 81

A. Stakeholders 81
B. Materiaal ontwikkelingen 82
C. Duurzame ontwerpprincipes 83
D. Portfolio VerdraaidGoed 85
E. Toelichting materiaalanalyse 86
F. Interview Orientals 88
G. Schetsen en experimenten 90
H. Overzicht ideerichtingen 93
I. Interactieve feedback sessie 94
J. Materiaal testen 98
K. Gebruikerstest 101
L. Kostencalculatie 103
M. Berekeningen milieu-impact 104

1. Inleiding

1.1 Coffee Based, een VerdraaidGoed project

VerdraaidGoed, de opdrachtgever van dit project, is een jong en innoverend bedrijf op het gebied van upcycling, duurzaamheid en circulaire economie. VerdraaidGoed beschrijft zichzelf als de partner voor zakelijke upcycling en zet waardeloze materialen op een sociaal winstgevende manier om in impactvolle producten.

Coffee Based is één van de projecten van VerdraaidGoed, en houdt zich bezig met het hergebruiken van het restmateriaal dat overblijft bij het zetten van een kop koffie: koffiedik.

Het Coffee Based project bevindt zich nog in de onderzoeksfase waarbij zich steeds nieuwe ontwikkelingen en mogelijkheden voordoen om koffiedik een nieuwe waarde te geven als grondstof. Op dit moment zijn er *koffiematerialen* te maken, ter grootte van een a5, door koffiedik te mengen met een biobased kunststof.

1.2 Aanleiding

De initiatiefnemer en inmiddels projectmanager van Coffee Based, Marjet de Jong, gaf begin dit jaar een presentatie op de Hogeschool van Amsterdam (HvA) over de mogelijkheden om koffiedik om te zetten in nieuwe waardevolle producten. Naar aanleiding hiervan heeft groothandel Orientals contact opgenomen met Coffee Based en laten weten zeer enthousiast te zijn over de eventuele mogelijkheden om van koffiedik een lamp te produceren. Orientals is een groothandel voor Oosterse sferen in huis en maakt onder andere verlichting, spiegels en waxinelichthouders. Hieruit is deze bacheloropdracht tot stand gekomen.

1.3 Doelstelling

Het hoofddoel van de opdracht is om, met de koffiematerialen als uitgangspunt, een Coffee Based design lamp te ontwerpen dat past binnen het assortiment van Orientals, daarbij voldoet aan de duurzame ontwerpprincipes van VerdraaidGoed en waarin de gewenste materiaalbeleving tot uiting komt.

Daarbij zijn vier subdoelen te onderscheiden:

- Het volgen van de ontwikkelingen rondom de productie en mogelijkheden van het koffiemateriaal.
- Het analyseren van zowel de technische als de sensorische materiaaleigenschappen en hun invloed op de totale materiaalbeleving.
- Het doorlopen van een volledig ontwerptraject waarbij het eindproduct past bij de stijl en prijsklasse van Orientals en tevens winstgevend is voor Coffee Based.
- Het opzetten van een productieplan.

Een overzicht van de doelen en stakeholders is weergegven in figuur 1. De stakeholders zijn verder toegelicht in bijlage A.

1.4 Leeswijzer

Dit verslag beschrijft het ontwerpproces van een Coffee Based design lamp voor de groothandel Orientals. De materialen worden tijdens het ontwerpproces als uitgangspunt genomen. Daarbij zijn zowel de technische eigenschappen als de beleving van het materiaal van belang.

In dit verslag wordt het woord *koffiematerialen* gebruikt als overkoepelende term voor de materialen die gemaakt zijn van koffiedik en een biobased kunststof. Bij de productie- en materiaal analyse zullen de verschillende koffiematerialen verder gespecificeerd worden.

Gedurende het ontwerptraject zijn de ontwikkelingen rondom deze koffiematerialen op de voet gevolgd. Dit verslag beschrijft het proces in chronologische volgorde, waarbij duidelijk aangegeven wordt wanneer zich een nieuwe ontwikkeling heeft voorgedaan. Tijdens de analysefase zijn daarom alleen de materialen en productiemethoden opgenomen die op dat moment beschikbaar waren. Bij elke nieuwe ontwikkeling vindt weer een nieuw stukje analyse plaats. Een overzicht van de ontwikkelingen gedurende het proces zijn weergegeven in bijlage B.

Wanneer over de *doelgroep* wordt gesproken gaat het over de groothandel Orientals. De *gebruikers* zijn de uiteindelijke consumenten thuis (B2C) of de bedrijven die de lamp kopen van Orientals (B2B).

Het tweede hoofdstuk begint met het vooronderzoek. Hierin worden verschillende begrippen toegelicht met betrekking tot duurzaam ontwerpen, biobased materialen en de materiaalbeleving. In een korte bedrijfsanalyse wordt er dieper ingegaan op het bedrijf VerdraaidGoed en het Coffee Based project. Ten slotte wordt een productieanalyse, een materiaalanalyse en een doelgroepanalyse gedaan.

Het derde hoofdstuk beschrijft de ideeëngeneratie. Op basis van het vooronderzoek is een prorgamma van eisen opgesteld. Vervolgens worden drie ideerichtingen uitgewerkt waar uiteindelijk vier verschillende conceptideeën uit voortvloeien.

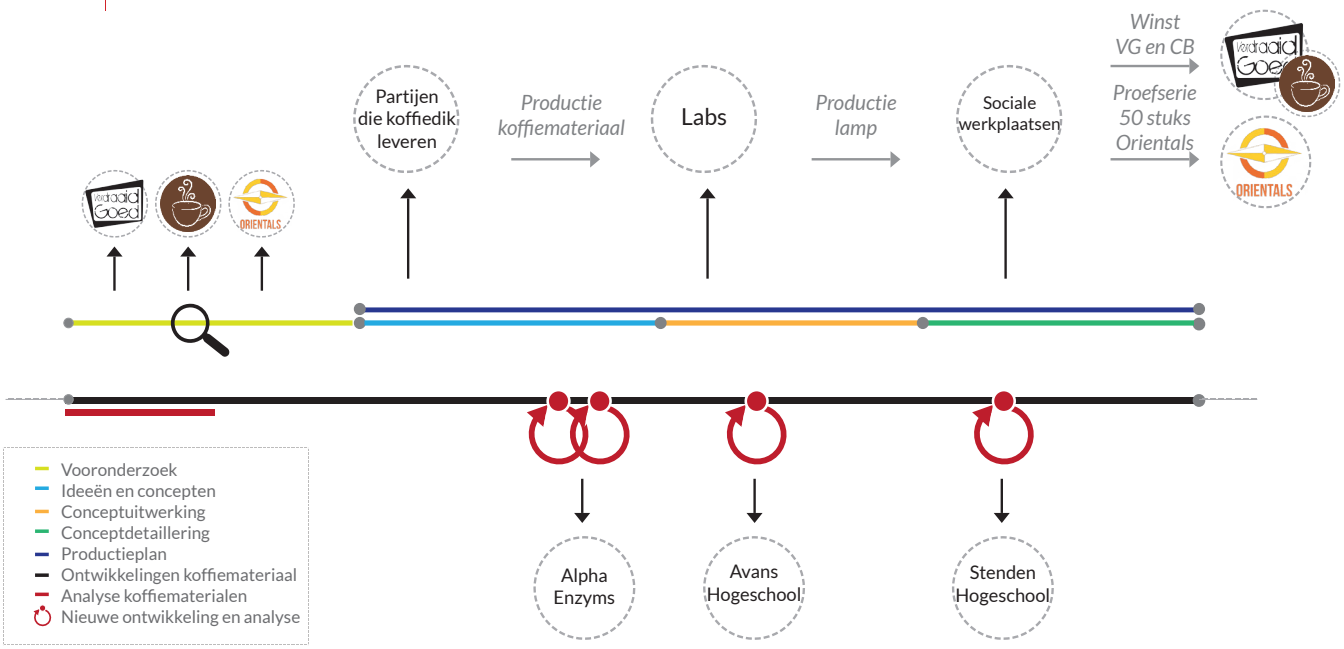
De uitwerking van de vier concepten is in het vierde hoofdstuk beschreven. Aan de hand van het programma van eisen en de input van Orientals is de uiteindelijke conceptkeuze tot stand gekomen.

Het gekozen concept wordt in het vijfde hoofdstuk tot in detail uitgewerkt. Hierbij komen de volgende onderdelen aan bod: De technische aspecten zoals de afwerking en assemblage, de materiaalkeuze, het prototype, verschillende verkoopscenario's en de koffieherkenbaarheid in het product.

Het zesde hoofdstuk beschrijft een productieplan vanaf de aanlevering van het koffiedik tot aan de levering van het product aan Orientals. Het proces wordt beschreven voor een eerste testserie van 50 stuks. Ten slotte wordt een kostencalculatie gedaan en de impact op het milieu geanalyseerd.

In het zevende en laatste hoofdstuk worden een aantal aantal discussiepunten besproken en aanbevelingen gedaan.

Figuur 1
Doelstelling en stakeholders



2. Vooronderzoek

Het vooronderzoek begint met een theoretisch kader, waarin de begrippen worden toegelicht die van belang zijn tijdens dit ontwerpproces. Daarnaast wordt een korte bedrijfsanalyse gedaan van VerdraaidGoed en het project Coffee Based. Vervolgens wordt de huidige situatie geanalyseerd en de doelgroep onder de loep genomen.

2.1 Theoretisch kader

VerdraaidGoed is een *duurzaam* projectbureau dat zich bezighoudt met *upcycling* en op deze manier bijdraagt aan een *circulaire economie.* Duurzaamheid is een begrip dat steeds vaker genoemd wordt door bedrijven. Maar wat wordt er dan bedoeld met duurzaamheid? En met welke aspecten dient een ontwerper rekening te houden tijdens het ontwerpproces van een duurzaam product? In sectie 2.1.1 worden deze vragen beantwoord en worden tevens de termen upcycling en circulaire economie toegelicht.
Ook het Coffee Based project maakt gebruik van het upcycling principe en heeft als doel de reststroom koffiedik om te zetten in iets waardevols. Het koffiemateriaal dat ontwikkeld wordt is een biocomposiet bestaande uit gedroogd koffiedik en een biobased plastic. Wat biobased plastics precies zijn en welke invloed koffiedik heeft op de eigenschappen van het verkregen composietmateriaal wordt verder toegelicht in sectie 2.1.2.
Het koffiemateriaal is een nieuw en uniek materiaal dat nog volop in ontwikkeling is. Hoe het materiaal ontvangen zal worden door de consument is daarom nog vrij onzeker. Als ontwerper is het dus belangrijk om inzicht te krijgen in de factoren die invloed hebben op de perceptie van materialen. Welke factoren dit zijn en met welke ontwerpmethode de gewenste materiaalbeleving opgeroepen kan worden wordt besproken in sectie 2.1.3 en 2.1.4.

2.1.1 Duurzaam ontwerpen

Duurzame ontwikkeling werd voor het eerst officieel gedefinieerd door Brundtland en luidt als volgt:

Duurzame ontwikkeling is ontwikkeling die aansluit op de behoeften van het heden, zonder het vermogen van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen (WCED, 1987).

Tegenwoordig is duurzaam ontwerpen meer dan het milieuvriendelijker maken van een product. Met duurzaam ontwerpen worden zowel milieu- als sociale aspecten geïntegreerd. Dit wordt vaak beschreven aan de hand van de drie P's: People, Planet, Profit (Elkington, 1997) . Mens, milieu en economie dienen in balans te zijn.

Als ontwerpers kunnen we invloed uitoefenen op de duurzaamheid van producten door inzicht te krijgen in de levenscyclus van een product. Dit kan met behulp van een levenscyclusanalyse (LCA). De productie, de materialen, het transport, het gebruik van het product en wat er mee gebeurd na afdanking zijn aspecten waar al over moet worden nagedacht tijdens het ontwerpproces. Daarbij staan zowel de belangen van de mens, het milieu en het bedrijf centraal. In het eerste deel van een LCA wordt deze informatie verzameld en in kaart gebracht (Life Cycle Inventory) om vervolgens in het tweede deel beoordeeld (Life Cycle Impact Assessment) te worden. Hieruit volgt een milieuprofiel waarin de duurzaamheid van het product in kaart is gebracht (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, z.j.). Het is een stap richting een milieuproductdeclaratie (MPD), waarmee aan de inkoper van het product onder andere wordt getoond hoeveel een product aan water, energie en transport heeft gekost. Mensen worden steeds meer bewust en willen duidelijkheid over de oorsprong van het product. Met behulp van een MPD kan de inkoper zelf de juiste afwegingen maken (Meerman, 2016). Als ontwerper is het dus zeker belangrijk om inzicht te krijgen in de duurzame ontwerpprincipes. Deze principes worden in bijlage C uitgebreid toegelicht:

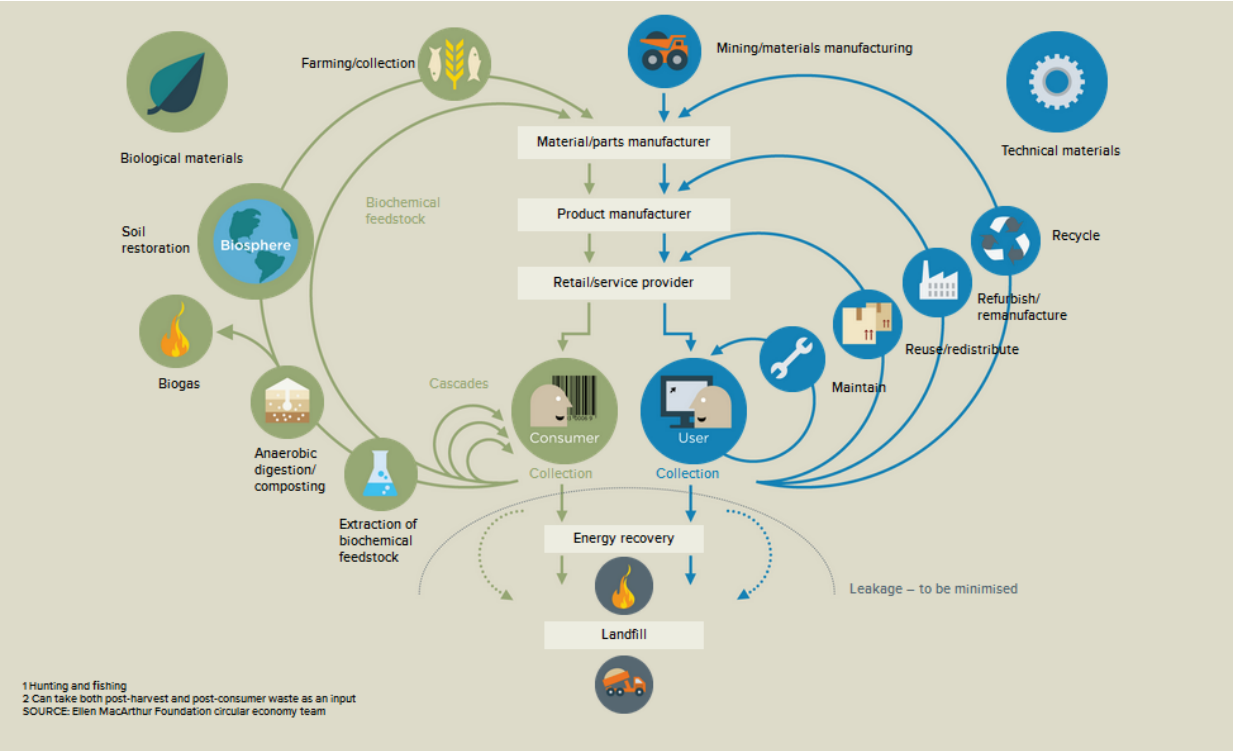
- Materiaalgebruik
- Energie-efficiëntie
- Kwaliteit en levensduur
- Hergebruik en recycling
- Ecologische voetafdruk
- Hernieuwbaarheid
- Lokale productie
- Trends

Upcycling
Upcycling is een manier van duurzaam ontwerpen waarbij weer waarde wordt toegevoegd aan materialen die waardeloos, waardelaag of waarde-negatief zijn geworden. Het concept van upcycling bestaat eigenlijk al heel lang. Vroeger werden heel veel afvalproducten hergebruikt om zo de kosten van het dagelijks leven te verminderen. Upcycling verkleint de afvalberg en bespaart het gebruik van nieuwe grondstoffen door gebruik te maken van reeds bestaande afvalstoffen. Dit kan zorgen voor een vermindering van energieverbruik, luchtvervuiling, watervervuiling en CO_2-uitstoot.

Circulaire economie
In de huidige - lineaire - economie worden grondstoffen omgezet in producten die na gebruik worden vernietigd. Producten worden gemaakt van natuurlijke grondstoffen met een eenmalige levenscyclus. Hierdoor ontstaat afval in de productieketen en 'end-of-life' afval. Daarbij wordt een grote hoeveelheid energie gebruikt voor het delven en geschikt maken van nieuwe grondstoffen. Deze verspilling van energie en grondstoffen draagt bovendien bij aan de afbraak van ecosysteemwaarden. Het menselijk verbruik is namelijk veel groter dan de natuurlijke aangroei van grondstoffen. Hierdoor is het lineair systeem niet voor eeuwig houdbaar (Schoolderman et al., 2014).

Upcycling is één van de principes die bijdraagt aan een circulaire economie. Een circulaire economie is een economisch systeem dat zich kenmerkt door twee kringlopen van materialen (figuur 2). Een biologische kringloop, waarin reststoffen na gebruik veilig terugvloeien in de natuur, en een technische kringloop, waarbij producten zo zijn ontworpen dat deze op kwalitatief hoogwaardig niveau opnieuw gebruikt kunnen worden. Hiermee wordt de herbruikbaarheid van de producten en grondstoffen gemaximaliseerd en de waardevernietiging van de producten geminimaliseerd (Martens, 2015). Naast afnemende milieubelasting, betekent het voor Nederland ook een grotere onafhankelijkheid van de import van grondstoffen (Raad voor de leefomgeving en infrastructuur, 2015). Als ontwerpers kunnen we bijdragen aan de circulaire economie door tijdens het ontwerpproces van een product of dienst al rekening te houden met het hergebruik en/of behoud van de materialen of productonderdelen.

Figuur 2
Circulair model (EMF, 2013)



De ladder van circulariteit
Binnen de circulaire economie worden verschillende gradaties van circulariteit onderscheiden (figuur 3). De hoogste prioriteit is het voorkomen van grondstoffen of het verminderen van grondstoffen. Upcycling is volgens de Ellen McArthur Foundation een vorm van recyclen (EMF, 2013). Ondanks dat deze bijna onderaan de ladder staat, is dit de grootste cirkel binnen de circulaire economie en spelen de principes van upcycling een cruciale rol. Upcycling creëert namelijk een markt voor afval waardoor een kostenpost verandert in een verdienmodel. Voor bedrijven met grote afvalstromen is dit een nuttige oplossing. De ladder van circulariteit laat echter zien dat een circulaire economie veel meer omvat dan alleen het hergebruiken of herwinnen van grondstoffen. Door het onderhouden (renew, re-use, repair) en opknappen of herfrabiceren (refurbisch, remanufacture, re-purpose) van producten wordt de levensduur verlengd en blijft de cirkel zo klein mogelijk. Een kleinere cirkel betekent minder aanpassingen en grotere potentiële besparingen op het gebied van materialen, productie, arbeid, energie, milieu en kapitaal (figuur 2).

2.1.2 Biobased composieten

Op het gebied van kunststof is de laatste jaren veel veranderd. Zo had het materiaal jarenlang het imago van goedkoop, lage kwaliteit en onecht. Later is de waardering voor kunststof sterk toegenomen door verbetering van de technische en sensorische eigenschappen. Er konden lichtgewicht en flexibele materialen ontwikkeld worden, waardoor de toepassingen van kunststoffen enorm toenamen. Er was echter veel kritiek op de negatieve gevolgen van het gebruik van kunststof (Karana, 2012). De laatste jaren is daarom veel onderzoek verricht naar duurzame alternatieven, waaronder biobased plastics.

Biobased plastics
Biobased plastics of biopolymeren zijn kunststoffen waarvan de grondstoffen afkomstig zijn uit natuurlijke, hernieuwbare bronnen (Oskam, de Jong, Lepelaar & ten Kate, 2015). Het gaat hierbij om grondstoffen die zich binnen een beperkte tijd vernieuwen, dit in tegenstelling tot het gebruik van fossiele brandstoffen. Biobased plastics worden bijvoorbeeld gemaakt door fermentatie van suikers uit mais of suikerriet of op basis van natuurlijke polymeren zoals zetmeel, cellulose of caseïne.

Coffee Based biocomposiet
De koffiematerialen zijn biocomposieten gemaakt van gedroogd koffiedik met PLA of Optinyl. Biocomposieten zijn vezelversterkte kunststoffen die geheel of gedeeltelijk bestaan uit hernieuwbare grondstoffen. Zowel het kunststof materiaal als de vezelversterking kunnen van natuurlijke oorsprong zijn. Door koffiedik aan een biobased plastic (e.g. PLA) toe te voegen wordt de stijfheid van het materiaal iets verbeterd. Door de korte vezels van koffiedik is het positieve effect echter beperkt. Uit ondezoek is gebleken dat de elasticiteitsmodulus van PLA-koffiemateriaal het grootst is bij een percentage koffiedik tussen de 30 en 40% (de Jong, 2016).

PLA en optinyl
PLA is een van de meest toegepaste bioplastics. Het is een polymelkzuur dat wordt verkregen door het fermenteren van natuurlijke suikers uit bijvoorbeeld mais of suikerriet. Optinyl is een zetmeelmengsel dat is ontworpen voor het verbeteren van de eigenschappen van bio-polyesters zoals PLA. Zo is er Optinyl die de vloeieigenschappen van PLA verbeterd. Deze is voor 55% gebaseerd op plantaardige materialen. Zowel PLA als Optinyl zijn industrieel composteerbaar (Oskam et al., 2015; Rodenburg Biopolymers, z.j.).

Figuur 3
Ladder van circulariteit

2.1.3 Materiaalbeleving

De koffiematerialen worden als uitgangspunt genomen bij het ontwerpen van de lamp. Er zijn meerdere factoren die invloed hebben op de eigenschappen van het materiaal, zoals de verhouding van het koffiedik ten opzicht van het biobased plastic en het type productieproces. Hiermee worden niet alleen de technische eigenschappen zoals de stijfheid en de sterkte van een materiaal bedoeld, maar ook de sensorische eigenschappen. Dit zijn de eigenschappen die we met onze zintuigen (zien, voelen, ruiken, horen, proeven) waarnemen. Zo kan een materiaal er glanzend uitzien of ruw aanvoelen. Volgens Hekkert (2006) kunnen drie levels van materiaal- of product beleving worden onderscheiden: een esthetische ervaring, het toekennen eraan van een betekenis en een daaropvolgende emotionele ervaring. De esthetische ervaring van een materiaal kan worden gedefinieerd als de bevrediging van onze sensorische materiaalbeleving. We vinden een product mooi, fijn aanvoelen of lekker ruiken. Vervolgens geven we een betekenis aan het materiaal op basis van onze persoonlijke ervaringen, herinneringen, interpretaties en associaties. Zo kan een materiaal als luxe worden ervaren of juist als goedkoop. De emotionele ervaring die daaruit volgt bepaalt vervolgens of een persoon zich wel of niet aangetrokken voelt tot een bepaald materiaal of product (Zeeuw van der Laan, 2013).

Zowel de technische als sensorische eigenschappen van een materiaal dragen bij aan de totale materiaalbeleving. Er zijn echter meer factoren die hier invloed op hebben. Voor ontwerpers is het belangrijk om inzicht te krijgen in deze factoren. Hoe het product beleefd wordt bepaalt tenslotte de commerciële waarde van het product (Karana, 2012). De materiaalbeleving is afhankelijk van de volgende factoren: (Oskam et al., 2015):

- Zintuigen
- Type product
- Context
- Gebruiker
- Veroudering van het materiaal
- Tijdgeest en trends

Zintuigen

De drie meest relevante zintuiglijke ervaringen - zien, voelen, ruiken - bij het ontwerp van de Coffee Based interieurlamp worden hieronder toegelicht en verderop in het verslag gebruikt voor de uiteindelijke materiaalkeuze.

Zicht wordt gezien als de dominerende factor voor elke menselijke ervaring (Karana, Pedgley, Rognoli, 2014, 21). Vooral de eerste indruk van een product wordt bepaald door hoe het eruitziet.

Mensen gaan een materiaal of product voelen wanneer ze zich er tot aangetrokken voelen. Tactiele eigenschappen van een materiaal zijn hardheid, elasticiteit, plasticiteit, temperatuur, gewicht, textuur en patronen. Voelen is na zicht de belangrijkste sensorische ervaring (Zeeuw van der Laan, 2013).

Uit onderzoek blijkt dat geur niet significant is voor de materiaalbeleving, zelfs niet bij natuurlijke materialen (Karana, 2012). Het geeft wel een extra dimensie aan het product en het laat een indruk achter op mensen. Hierdoor zal het product sneller worden onthouden en draagt het bij aan de betekenis van het materiaal. Pas wanneer het materiaal een betekenis heeft kan geur ook bijdragen aan een plezierige sensorische materiaalbeleving (Zeeuw van der Laan, 2013).

Type product

Een materiaal kan een betekenis hebben op zichzelf (Karana, 2010). Zo kan bijvoorbeeld het materiaal hout de betekenis hebben van een natuurlijk, warm of gezellig materiaal. Maar materialen kunnen ook verschillende betekenissen hebben in verschillende soorten producten. Zo hebben de vorm, de functie, het formaat en de kleur van een product invloed op de materiaalbeleving. Hout wordt bijvoorbeeld in een tuinbank gebruikt en beleefd als een natuurlijk en sterk materiaal. Terwijl een zonnebril die gemaakt is van hout een hele andere betekenis heeft. Hierbij wordt veel meer ingespeeld op de trends en de identiteit die de gebruiker wil uitstralen.

Context

De materiaalbeleving wordt bepaald door de omgevingsomstandigheden. Dit wordt door Krippendorf and Butter (2008, 362) uitgelegd aan de hand van een vergelijking met woorden. De meeste woorden zijn dubbelzinnig. Dit is bijvoorbeeld te zien aan de hoeveelheid betekenissen die een woordenboek bevat voor één enkel woord. Maar wanneer deze woorden in het dagelijks leven in een bepaalde context worden gebruikt is de betekenis meestal enkelvoudig en duidelijk. Hetzelfde geldt voor producten en materialen. Zij spelen een bepaalde rol in de omgeving waarin zij worden waargenomen.

Gebruiker
De betekenis die de gebruiker aan een materiaal toekent en hoe een materiaal of product wordt ervaren is onder meer afhankelijk van cultuur, opvoeding, ervaringen, intelligentie, kennis, leeftijd en geslacht. De wat oudere generatie kan plastic bijvoorbeeld ervaren als 'goedkope troep', terwijl de jongere generatie plastic ervaart als modern, futuristisch en als een materiaal dat oneindige mogelijkheden te bieden heeft.

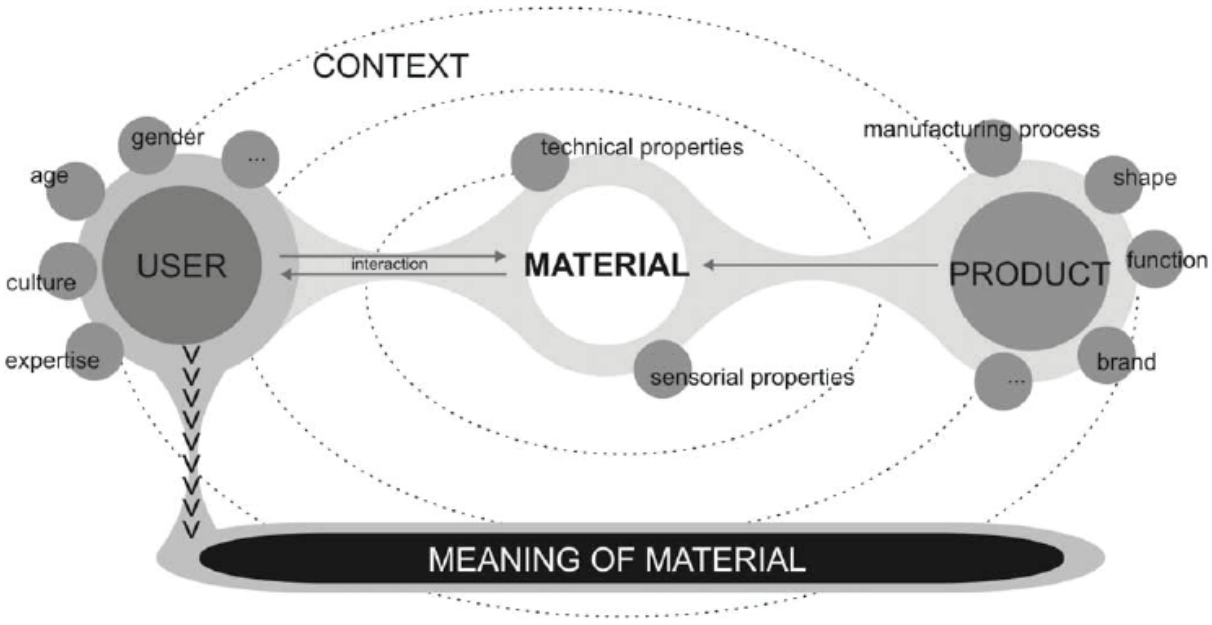
Veroudering van het materiaal
Veroudering van het materiaal verandert de materiaalbeleving. Dit hoeft niet altijd een negatieve beleving te zijn. Door veroudering van materialen ontstaat imperfectie en uniekheid. Hierdoor krijgt het materiaal vaak een natuurlijke betekenis (Karana, 2012).

Tijdgeest en trends
Zeker in sectoren die grotendeels bepaald worden door de huidige trends, zoals interieuraccessoires, speelt de materiaalbeleving een significante rol (Karana, 2004).

Betekenis van materialen
Materialen dragen bij aan het creëren van betekenissen die mensen toekennen aan producten (Karana, 2009). De keuze voor de gebruikte materialen in een product laat zien wat de intenties en ideeën van de ontwerper zijn (Hodgson & Harper, 2004). Daarbij is het materiaalgebruik één van de meest invloedrijke manieren om een diepere emotionele verbinding tot stand te brengen tussen het product en de gebruiker (Gant, 2005). De betekenis die aan een materiaal wordt toegekend is afhankelijk van het soort materiaal (technische en sensorische eigenschappen), de gebruiker, het type product en de context waarin het product gebruikt wordt. Karana (2009) heeft een model ontwikkeld waarin de dynamische verwevenheid van deze aspecten is weergegeven (figuur 4).

2.1.4 Ontwerpen met biobased plastics

Deze ontwerpopdracht is gebaseerd op een materiaal gemaakt van koffiedik en een biobased plastic. Om invloed uit te kunnen oefenen op de gewenste betekenis van het materiaal is verbredend onderzoek gedaan naar de perceptie van biobased plastics. Daarvoor is eerst bepaald wat deze gewenste betekenis is. Er bestaan tegenwoordig hoog kwalitatieve kunststoffen. Ze dragen echter wel een slecht imago met zich mee omdat ze slecht zouden zijn voor het milieu. Biobased plastics zijn er daarom bij gebaat om naast *kwalitatief hoogwaardig* ook als *natuurlijk* beschouwd te worden (Karana, 2012). Uit een onderzoek door Karana van de TU Delft is gebleken dat een bruinachtige kleur, een vezelige structuur, willekeurige patronen, imperfectie en een ruw mat oppervlak ervoor zorgen dat een materiaal als natuurlijk beleefd wordt.

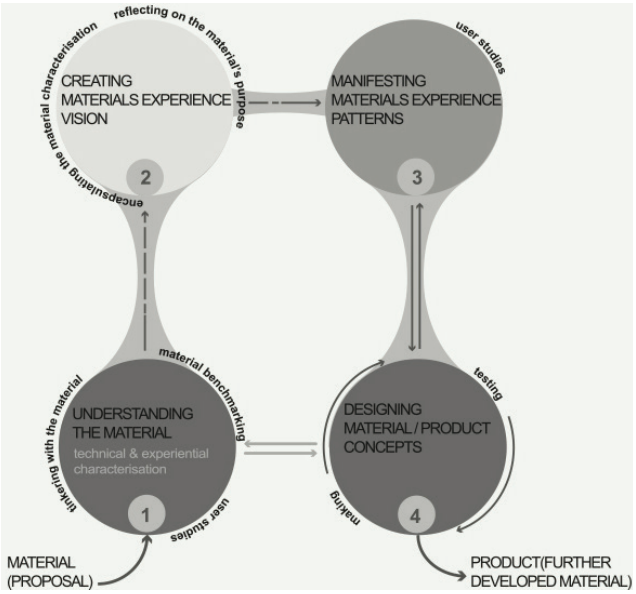


Figuur 4
Meaning of Materials model (Karana, 2009)

Ook de vorm van het product heeft invloed op de materiaalbeleving. Een organische vorm waarin het originele materiaal herkenbaar is, wordt het meest gezien als een natuurlijk materiaal. De beleving van kwalitatief hoogwaardig wordt daarentegen verkregen door de kleuren zwart, wit en zilver/grijs, een strakke afwerking, een glanzend/reflecterend oppervlak, de sterkte en de levensduur van een product. Hieruit blijkt dat er meer tegenstrijdige dan overeenkomstige eigenschappen zijn tussen de natuurlijke en de kwalitatief hoogwaardige materiaalbeleving. Volgens Karana (2012) is het daarom de taak van ontwerpers om de wereld een nieuwe esthetische waarde op te leggen. Alleen op deze manier kan de gewenste materiaalbeleving worden gerealiseerd. Dit kan bijvoorbeeld door de imperfectie van biobased materialen juist als een unieke eigenschap aan te prijzen, in plaats van te proberen hetzelfde gladde oppervlak als dat van reguliere plastics te bereiken. Uit hetzelfde onderzoek komt naar voren dat een vezelig, egaal en mat oppervlak het best de combinatie van zowel kwalitatief hoogwaardig als natuurlijk uitstraalt. Een vezelige structuur is te bereiken door het bijmengen van natuurlijke reststromen. Bij biocomposieten worden daardoor niet alleen de technische eigenschappen van een materiaal verbeterd maar ook de sensorische eigenschappen.

Ontwerpproces

Om het ontwerpproces dat de materialen als uitgangspunt neemt te vergemakkelijken is de Material Driven Design (MDD) methode ontwikkeld (Karana, 2012).



Figuur 5
Material Driven Design methode (Karana, 2012)

Er worden drie scenario's beschreven waarbij deze methode kan worden toegepast:

- Ontwerpen met een relatief bekend materiaal. De intentie van de ontwerper is om het materiaal , dat waarschijnlijk al een bepaalde betekenis heeft, in een nieuwe toepassing te gebruiken om zo een nieuwe en unieke materiaalbeleving op te wekken bij de gebruiker.
- Ontwerpen met een relatief onbekend materiaal. Het materiaal heeft nog geen betekenis, waardoor de ontwerper de gelegenheid heeft om de identiteit en betekenis van het materiaal te bepalen en daarmee unieke gebruikerservaringen te introduceren.
- Ontwerpen met een materiaal voorstel. Met semi-ontwikkelde materialen zullen eerst de materiaaleigenschappen nog verder gedefinieerd worden. Voor het nieuwe materiaal zal een betekenisvolle toepassing gevonden moeten worden om unieke gebruikerservaringen en de beoogde materiaalbeleving uit te lokken.

De Material Driven Design (MDD) methode bestaat uit de volgende stappen (figuur 5):

1. Het begrijpen van de huidige situatie. De technische en ervaringsgerichte karakteristieken worden geanalyseerd. Hierbij wordt onderzoek gedaan onder toekomstige gebruikers naar de materiaalbeleving, die vervolgens wordt gerelateerd aan de technische en sensorische eigenschappen.
2. Uit deze onderzoeksresultaten zal blijken wat de negatieve en positieve ervaringen met het materiaal zijn. Aan de hand hiervan bepaalt de ontwerper de gewenste 'nieuwe' materiaalbeleving. In de tweede stap wordt dus de intentie van de ontwerper duidelijk gemaakt.
3. In de derde stap wordt de intentie van de ontwerper vertaald naar concrete kenmerken van de totale siuatie waarin de beoogde materiaalbeleving wordt opgewekt. Hiervoor is het belangrijk dat de ontwerper de onderlinge relaties tussen materiaal, product, gebruiker en context begrijpt. In deze stap kan het Meaning of Materials (MoM) model worden gebruikt (figuur 4).
4. Uiteindelijk worden ideeën en concepten bedacht en uitgewerkt met de opgedane kennis en bevindingen.

2.2 Bedrijfsanalyse

Om een product te kunnen ontwerpen voor een bedrijf is het belangrijk inzicht te krijgen in de missie en visie van het bedrijf. Hieronder volgt een korte analyse van het bedrijf VerdraaidGoed. Daarnaast zal het project Coffee Based verder worden toegelicht.

2.2.1 VerdraaidGoed

VerdraaidGoed heeft zich steeds meer ontwikkeld tot een zakelijke partner voor bedrijven die zich bezighouden met duurzaamheid en upcycling. Met behulp van de eerder genoemde VIC-methode van VerdraaidGoed - VIC staat voor Visioneren, Inspireren, Concretiseren - voegt het bedrijf weer waarde toe aan waardeloos geworden stromen. Bedrijven met een industriële reststroom komen vaak naar VerdraaidGoed om de mogelijkheden rondom upcycling van deze materialen te onderzoeken. Daarbij is het doel van VerdraaidGoed om naast het geven van advies een tastbaar eindproduct te realiseren.

Eigen projecten

Behalve dat bedrijven op VerdraaidGoed afkomen, neemt VerdraaidGoed ook initiatief wanneer zij upcycle kansen zien in bepaalde reststromen. Een voorbeeld hiervan is de foodiebag.

Sociale werkplaats

De producten worden zo veel mogelijk gemaakt bij sociale werkplaatsen en dagbestedingscentra. Op deze manier zorgt VerdraaidGoed voor lokale en sociale werkgelegenheid. Dus ook voor mensen met een beperking biedt dit werkgelegenheid. Daarnaast is ook duurzame productie belangrijk voor VerdraaidGoed. Zo worden de 3 P's - People, Planet, Profit - zoveel mogelijk in balans gehouden.

Projecten VerdraaidGoed

Naast het werk in opdracht heeft VerdraaidGoed op dit moment 6 business units waarbinnen de verschillende projecten vallen (Bijlage D laat het portfolio zien):

- Foodiebag
- OV-upcycle
- Beat the Bag
- Coffee Based
- Rewire
- Consultancy

2.2.2 Coffee Based

Nederlanders zijn de grootste koffiedrinkers van de wereld (Ferdman, 2014). Slechts 0.2% van de koffieboon komt ook daadwerkelijk terug in je kopje koffie (RotterZwam, 2014). Jaarlijks ontstaat er in Nederland dan ook meer dan 165 miljoen kilogram koffiedik. Vanuit de bedrijvensector komt daar nog eens 68 miljoen kilogram bij (de Jong, 2016). Ook in de industrie is een grote afvalstroom van koffiedik, die mogelijk nog groter is dan de stroom van particulieren en bedrijven. Hierover zijn echter geen precieze cijfers bekend. De industrie- en bedrijvensector zijn de partijen die voor Coffee Based het meest interessant zijn, omdat zij als leverancier van koffiedik kunnen fungeren. Coffee Based is nu nog in een onderzoekende fase en verdiept zich op dit moment in de toepassingen van koffiedik in materiaalontwikkeling en productontwerp.

Missie

De missie van Coffee Based is om hét kenniscentrum omtrent koffiedik te worden en daarmee koffieproducenten, afvalverwerkers, grootgebruikers en ontwerpers aan te sporen tot het meewerken aan een verantwoorde en duurzame verwerking van koffiedik.

Doelgroep

Coffee Based heeft drie doelgroepen voor ogen:

1. De koffieproducent; in samenwerking met de koffieproducent kan een nieuwe kringloop in de koffie-industrie gerealiseerd worden wat voor beide partijen een voordeel oplevert.
2. Geïnteresseerden; dit betreft zowel bedrijven, ontwerpers, studenten of anderen die op op zoek zijn naar innovatie. Coffee Based heeft hierbij de rol als innovatiepartner of als leverancier van grondstoffen of halffabricaten.
3. Consument; Coffee Based wil de markt verrassen met de eerste Coffee Based producten en zal hierbij dus ook de rol van leverancier aan verkoopkanalen vervullen.

Duurzame trends en koffie cultuur

De kansen van Coffee Based liggen bij de huidige trends rondom duurzaamheid en bij de koffie cultuur. Daarbij is het een uniek materiaal met een herkenbare afvalstroom binnen Nederland. Uit een associatieonderzoek blijkt dat het 'koffiegevoel' in Nederland staat voor warmte, gezelligheid, ontspanning, verbinding en vertrouwen (de Jong, 2016).

Materiaalbeleving

Coffee Based wil dit koffiegevoel laten spreken in de materialen en producten. Het is daarom van belang dat het koffiedik duidelijk herkenbaar is in het materiaal en in het product.

Door het behouden van de geur wordt deze beleving versterkt (de Jong, 2016).

Ladder van circulariteit
Coffee Based is een upcycle project dat zich bevindt op de tweede trede (recycle) van de ladder. Daarmee speelt het een belangrijk rol in de grootste cirkel van de circulaire economie. VerdraaidGoed bevindt zich met de verschillende projecten op verschillende treden van de ladder. Zo vallen sommige projecten bijvoorbeeld onder re-purpose, remanufacture, refurbisch, refuse of reduce (figuur 3).

Marktonderzoek en marktpositie
De belangstelling rondom het hergebruiken van koffiedik is over de hele wereld te zien. Er zijn veel ontwikkelingen gaande, waarvan de combinatie van koffiedik met PLA opvallend vaak voorkomt (de Jong, 2016). In figuur 6 is een overzicht gegeven van de huidige markt, verdeeld in experimentele en commerciële bedrijven. De gewenste positie van Coffee Based is commercieel en aan de kant van B2B.

2.2.3 Ontwerpproces

Voor het ontwerpproces van de Coffee Based design lamp is het van belang om te voldoen aan de duurzame ontwerpprincipes die gehanteerd worden door VerdraaidGoed. Zo moeten naast de composteerbare koffiematerialen, ook eventuele inkooponderdelen demonteerbaar zijn, zodat deze bij het einde van de levensfase terug kunnen keren als recyclebare of herbruikbare onderdelen. Op deze manier behoudt Coffee Based zijn plek op de ladder van circulariteit. Daarnaast moet er rekening mee gehouden worden dat de assemblage van het product zo veel mogelijk door sociale werkplaatsmedewerkers uitgevoerd kan worden. Voor de materiaalkeuze is het goed om bewust te zijn van de invloed die de trends omtrent duurzaamheid en koffie hebben op de materiaalbeleving. Tijdens het ontwerpproces wordt met de verschillende labs waar er voor Coffee Based onderzoek wordt gedaan (Aplha Enzyms, Avans Hogeschool, Stenden Hogeschool) samengewerkt om op de hoogte te blijven van de ontwikkelingen omtrent de koffiematerialen. Coffee Based werkt nauw samen met RotterZwam vanwege hun kennis en ervaring met het werken met en inzamelen van Koffiedik.

Figuur 6
Marktpositie Coffee Based (de Jong, 2016)

2.3 Productie en materialen

Het ontwerpproces wordt doorlopen vanuit de mogelijkheidsvoorwaarden van de productietechnieken en de daaruit volgende materialen. De materialen zijn voorlopig in drie categorieën in te delen en zullen in de rest van het verslag met de volgende termen aangeduid worden:

- Koffiekrafts; *een dun materiaal dat een bepaalde mate van flexibiliteit vertoont. Het kan worden vergeleken met een folie of papier.*
- Koffieplaatjes: *een stijf plaatmateriaal.*
- Koffie objecten: *alle overige mogelijke 3D objecten.*

2.3.1 Productie granulaat

Voordat er van koffie een kraft, plaat of object gemaakt kan worden, zal van het koffiedik en het biobased plastic een granulaat of halffabricaat gevormd moeten worden. Hiervoor wordt het koffiedik eerst goed gedroogd en vervolgens met PLA (of Optinyl) op een compounder met elkaar gemengd door eerst het biobased plastic te smelten en vervolgens het koffiedik toe te voegen. Het mengsel wordt daarna geëxtrudeerd tot een draad, die vervolgens na afkoeling in een waterbad in stukjes wordt gehakt. Het materiaal is nu een granulaat of halffabricaat en geschikt voor vergelijkbare productietechnieken als conventionele plastics.

Het granulaat kan gemaakt worden in verschillende verhoudingen tussen het koffiedik en het biobased plastic. Op dit moment wordt geëxperimenteerd met verschillende verhoudingen en verschillende soorten biobased plastics, om zo tot een ultiem biocomposiet te komen dat geschikt is voor het ontwikkelen van koffiekrafts, plaatjes en 3D objecten. Om het verhaal van 'koffiegevoel' in het uiteindelijke product te versterken is het wenselijk om een granulaat te ontwikkelen waarbij het percentage koffiedik in het materiaal hoger is dan 50 procent. Maar de eigenschappen van het materiaal zijn het best wanneer de de hoeveelheid koffiedik in het materiaal ongeveer tussen de 30 en 40 procent omvat. Daarom wordt een minimum percentage van 30 procent als eis gesteld.

Naast het onderzoek naar de samenstelling van het ultieme biocomposiet, wordt er ook onderzoek gedaan naar verschillende productieprocessen. De materiaaleigenschappen en uitstraling van het materiaal zijn erg afhankelijk van de productiemethode die is toegepast. Op dit moment worden er met verschillende productiemethoden testen uitgevoerd, waarvan de belangrijkste hieronder zijn toegelicht. In figuur 7 is een overzicht gegeven van de huidige productiemethoden waarmee getest wordt.

2.3.2 Productiemethoden

Koffiekrafts en koffieplaatjes zijn te produceren door middel van persen, spuitgieten en kalanderen. Deze materialen zijn voorlopig niet groter dan een a5 formaat te maken. Voor het produceren van koffie objecten kan naast spuitgieten ook gekeken worden naar de mogelijkheden voor filament extruderen. Dit wordt gebruikt in 3D printers. De productietechnieken weergegeven in figuur 7 worden hieronder verder toegelicht. Hierbij wordt het proces kort beschreven, de voor- en nadelen benoemd voor het produceren van het koffiemateriaal en de reeds uitgevoerde testen beschreven. Ten slotte worden de productiemethoden vergeleken op duurzaamheid.

Persen

Warmpersen is geschikt voor thermoplasten. Hierbij wordt het gereedschap verwarmd zodat de chemische reactie sneller verloopt. Het granulaat wordt geperst tussen twee mallen, waarbij het granulaat gelijkmatig in de holte verdeeld wordt.

De voordelen van persen met betrekking tot het koffiekraft (Lefteri, 2012):

- Beide kanten van het product hebben dezelfde afwerking.
- De koffie is duidelijk herkenbaar bij de dunnere krafts.
- De dunne materialen zijn buigbaar.
- Er blijft weinig restmateriaal over.
- De dikte kan variëren van 0.1 mm tot +10 mm.

Een nadeel van warmpersen is dat het in het geval van het koffiemateriaal een relatief kleinschalige productietechniek is. Er zal altijd arbeid bij nodig zijn om de mallen te verwisselen waardoor het moeilijk te automatiseren is. Daarbij kost het veel energie om de pers steeds opnieuw op te warmen en af te koelen.

Reeds uitgevoerde testen (de Jong, 2016)

Er zijn door middel van persen een aantal testen uitgevoerd waarbij de hoeveelheid koffiedik in het granulaat 50% bedraagt. Hieruit zijn krafts ontstaan met een dikte van 0,33 mm, 0,66 mm en 1 mm. Bij persen ontstaat een glad uiterlijk. De dunne krafts van 0,33 mm zijn het meest licht doorschijnend en flexibel.

Figuur 7
Productie processen

Hierin zijn de koffiekorrels goed herkenbaar en kan het materiaal makkelijk gebogen worden tot 90 graden met een minimale buigradius van 25 mm. Bij de dikkere krafts breekt of scheurt het materiaal sneller bij buiging.

Spuitgieten
Bij spuitgieten wordt het granulaat gesmolten tot een viskeuze massa, die vervolgens onder hoge druk in een matrijs wordt gespoten. De holte van deze matrijs heeft de vorm van het gewenste eindproduct. Spuitgieten kan daarom ook gebruikt worden voor 3D objecten met een kleine wanddikte. Zodra het plastic afgekoeld en gestold is, kan de matrijs verwijderd worden van het product. Spuitgieten is zeer geschikt voor massaproductie. Van simpele producties van rond de 5000 stuks tot complexe producties van meer dan 10000 stuks.

De voordelen van spuitgieten met betrekking tot het koffieplaatje en 3D object (Lefteri, 2012):
- Het biedt veel vrijheid in vormgeving.
- Het is een zeer geautomatiseerd proces.
- Het proces is kosten efficiënt.
- Het is een snel proces.

Een nadeel van spuitgieten zijn de hoge matrijskosten, waardoor het minder geschikt is voor kleine productieseries.

Reeds uitgevoerde testen (de Jong, 2016):
Er zijn een aantal testen uitgevoerd met verschillende verhoudingen koffiedik in het granulaat, namelijk 30, 40 en 50%. Het granulaat is gebruikt voor het spuitgieten van plaatjes met een dikte van 2 mm. Op het oppervlak ontstaat een soort marmering die toeneemt naarmate de hoeveelheid koffiedik in het granulaat hoger is. Dit heeft waarschijnlijk te maken met het vochtgehalte van het granulaat en de hoge druk waarmee het gesmolten granulaat in de matrijs wordt gespoten. Het materiaal is niet lichtdoorlatend en niet flexibel. Het is daarom niet geschik voor het maken van koffiekrafts, maar wel voor koffieplaatjes en 3D objecten.

Kalanderen
Bij kalanderen wordt het granulaat verwarmd tot boven de smelttemperatuur waardoor een soort gel ontstaat die vervolgens tussen twee of meer verwarmde rollen wordt gewalst tot een folie. Dit proces bepaalt de dikte en afwerking van de folie. De folie wordt vervolgens afgekoeld door twee gekoelde rollers.

Kalanderen werd vroeger vaak gebruikt als afwerkingsmethode van textiel en papier. Door gebruik te maken van reliëfdrukrollen, kan een textuur worden aangebracht op de folie. Kalanderen is vooral geschikt voor het produceren van grote hoeveelheden, gezien de dure machines en gereedschappen die hiervoor nodig zijn. Een richtlijn die hierbij kan worden aangehouden is een minimum lengte tussen 2000 en 5000 meter, afhankelijke van de dikte van de folie. De dikte van de folie varieert van 0,03 mm tot 1,2 mm (Lefteri, 2012). De kapitaalinvesteringen zijn dus hoog, maar wanneer in grote hoeveelheden wordt geproduceerd is het proces zeer kostenefficiënt.

De voordelen van kalanderen met betrekking tot het koffiekraft (Lefteri, 2012):
- De rollen kunnen een zeer glad en glanzend oppervlak geven.
- Eventueel kunnen patronen al tijdens het kalanderen worden verwerkt op het uiteindelijke kraft of folie.
- Het is een continu proces, waardoor lange stukken folie kunnen ontstaan.
- Er blijft weinig restmateriaal over.
- Het is een zeer snel proces.
- De dikte van het materiaal is tussen de 0,03 en 1,2 mm.

Een nadeel is dat het continu verhitten van de rollen veel energie kost. Door het snelle proces van de machine wordt deze energie echter optimaal benut.

Reeds uitgevoerde testen:
De ontwikkelingen rondom het kalanderproces zijn op dit moment net begonnen. Hieruit is een soort leerachtig materiaal ontstaan. Er is een percentage van 50 procent koffiedik gebruikt waardoor het materiaal snel afbreekt. Er worden nu testen gedaan waarbij het percentage koffiedik 30 procent bedraagt. Het is belangrijk dat het ontwikkelde granulaat een thermoplast is met voldoende viscositeit. Daarom is naast PLA ook getest met Optinyl. Dit materiaal heeft betere vloeieigenschappen.

Filament extruderen
In een extruder wordt via een vultrechter het koffie granulaat in een cilinder gebracht en vervolgens door een schroef getransporteerd richting de uitgang. In de transportzone ontstaat een homogene massa die vervolgens door de matrijs geperst wordt. De extruder kan gebruikt worden voor het maken van een lange draad. Dit wordt monofilament genoemd

en kan gebruikt worden om mee te 3D-printen. Bij 3D-printen wordt een object laagje voor laagje opgebouwd op basis van digitale bouwtekeningen.

De voordelen van het 3D printen met betrekking tot koffie objecten (Vermeend, 2013)
- Het biedt grote vrijheid in vormgeving.
- Lage opstartkosten, doordat er geen mallen nodig zijn.
- Snelle productontwikkeling in geval van individuele aanvragen.
- Weinig materiaalverspilling.
- Lokale productie mogelijk.

Een nadeel van 3D printen zijn de relatief hoge aanschafkosten. Daarbij is deze techniek vooral interessant voor 'customized' productie en is het minder efficiënt voor massaproductie. Al komen er steeds betere en snellere 3D-printers op de markt.

Reeds uitgevoerde testen:
Op de hogeschool Stenden in Emmen is een onderzoek gedaan naar het 3D-printen met PLA-koffiedik filament. Hier is echter nog geen bruikbaar resultaat uitgekomen.

Duurzaamheid
De duurzaamheid van de besproken productietechnieken is onder andere afhankelijk van de hoeveelheid verbruikte energie, de hoeveelheid restmateriaal, de snelheid van het proces en de efficiëntie. Uit voorgaande kan geconcludeerd worden dat kalanderen de meeste potentie heeft wat betreft duurzame productie, omdat de energie optimaal benut wordt en het een zeer snel proces is waarbij weinig restmateriaal ontstaat. Warmpersen is het minst efficiënt waardoor het totale energieverbruik bij dit proces hoger is.

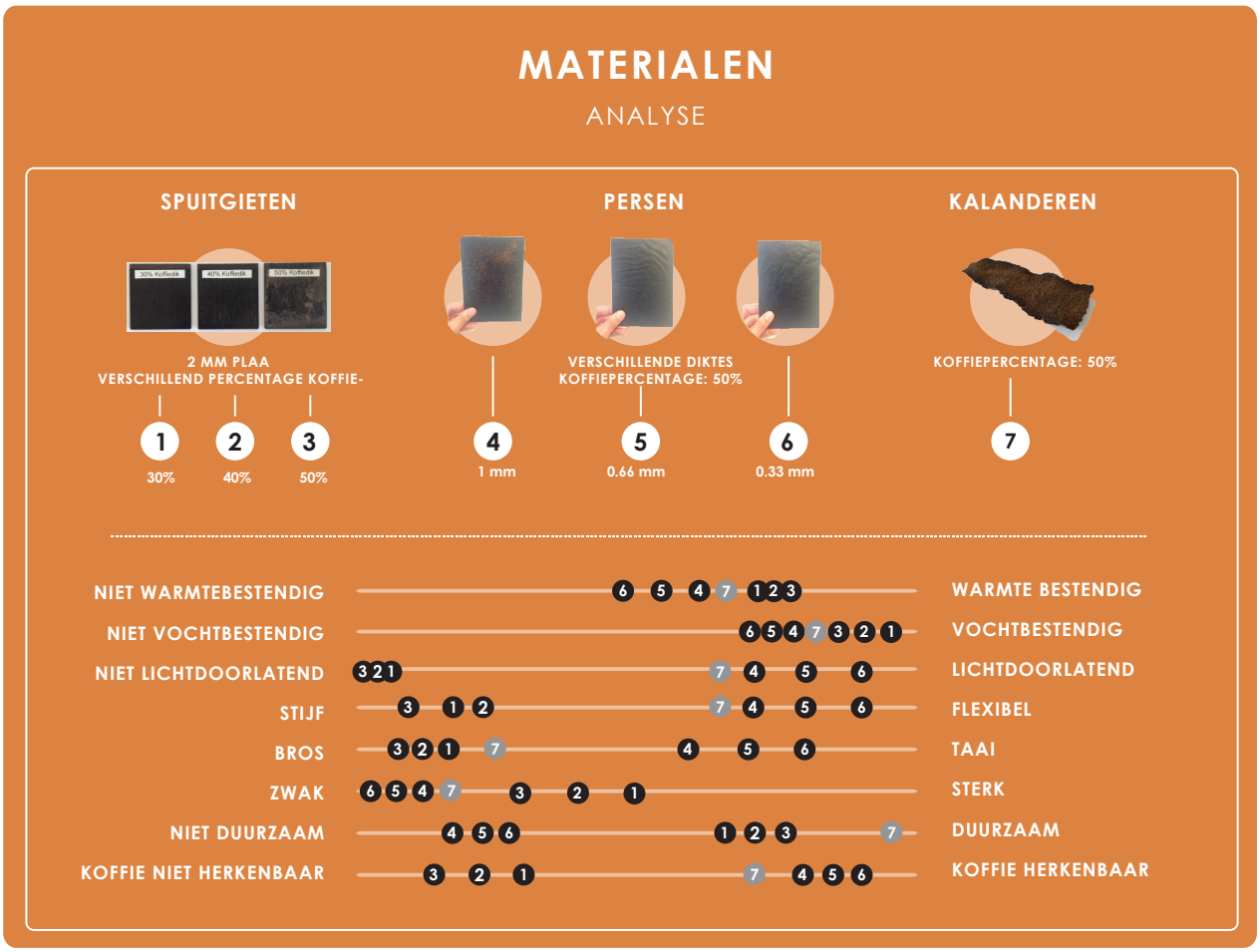
2.3.3 Materiaalanalyse
De materialen die geanalyseerd worden (figuur 8) zijn de koffiekrafts en de koffieplaatjes die te maken zijn door respectievelijk persen en spuitgieten. Daarnaast is er een proefmonster gemaakt met behulp van kalanderen en ook dit materiaal zal geanalyseerd worden. Dit materiaal is nog niet getest op technische eigenschappen, een reden waarom hiervan alleen de verwachting is weergegeven (grijs). Bij de materiaalanalyse wordt de eerste stap van de Material Driven Design methode toegepast: *Het begrijpen van de huidige situatie*. De materiaalanalyse is daarom verdeeld in drie categoriën:
- Technische materiaaleigenschappen.
- Relevante sensorische
- materiaaleigenschappen (zicht, geur en voelen).
- Materiaalbeleving (onderzoek onder gebruikers).

Technische eigenschappen
De technische eigenschappen worden onder meer beschreven vanuit de stijfheid, sterkte en taaiheid van het materiaal. Wanneer het materiaal in een interieur lamp wordt gebruikt is het ook van belang dat deze tegen de warmte van de lamp kan en tegen de luchtvochtigheid. Het is daarbij gewenst dat het materiaal lichtdoorlatend is en zo duurzaam mogelijk geproduceerd kan worden. De Jong (2016) heeft doormiddel van trekstaven, warmte- en waterproeven deze eigenschappen geanalyseerd. Deze zijn in figuur 8 in kaart gebracht zodat de verschillende materialen makkelijk met elkaar vergeleken kunnen worden. De schaalwaarden variëren per eigenschap en worden tezamen met de proefresultaten van de Jong toegelicht in bijlage E.

Sensorische eigenschappen
Uit de reeds uitgevoerde testen is inderdaad gebleken dat het productieproces veel invloed heeft op het uiterlijk van het materiaal. Zo zijn de geperste dunne plaatjes lichtdoorlatend, flexibel en hebben ze een mat glad oppervlak. De spuitgegoten koffieplaatjes voelen hard en glad aan. Op het oppervlak is een soort marmering te zien. Het kalanderfolie voelt leerachtig en is niet strak afgewerkt, zoals de krafts en plaatjes. Het heeft een onregelmatige breedte en een licht rafelige afwerking. De geur van koffie is in de materialen aanwezig, maar is alleen te ruiken op een afstand van 2 centimeter (De Jong, 2016).

Materiaalbeleving
Uit een eerder uitgevoerd gebruikersonderzoek door de Jong is gebleken dat de koffie het meest wordt herkend in het geperste koffiekraft materiaal. Een overzicht van de mate waarin de koffie herkend wordt in de verschillende materialen is weergegeven in figuur 8. Uit hetzelfde onderzoek bleek dat de geur significant bijdraagt aan de materiaalherkenning. Ten slotte spreken de proefpersonen van vernieuwend en zijn ze gecharmeerd van de lichtdoorlatende koffiekraft waarbij het koffiedik een subtiel en organisch patroon vormt. Wat betreft de spuitgegoten koffieplaatjes geeft de marmering op het materiaal een meer natuurlijke uitstraling dan wanneer het egaal zwart zou zijn. Het kalanderfolie is nog niet ver genoeg ontwikkeld en is nog erg fragiel.

Figuur 8
Analyse materialen



2.4 Doelgroepanalyse

Tenslotte is één van de uitdagingen van dit project om de lamp te ontwerpen voor de doelgroep van dit project: de groothandel Orientals.

Orientals is een groothandel voor Oosterse sferen in huis en zij leveren de producten aan interieurwinkels die het vervolgens verkopen aan de consument. Een andere mogelijkheid is om het direct te verkopen aan bedrijven (B2B). Voor het ontwerpproces is het goed om naast Orientals ook de uiteindelijke gebruiker in kaart te brengen.

Voor de analyse is gebruik gemaakt van een aantal methoden, zowel voor als tijdens het ontwerpproces:

- Interview: om een beter beeld te krijgen van het bedrijf is een telefonisch interview gehouden (Bijlage F).
- Sfeercollage Orientals: hiermee is in kaart gebracht wat de stijl - kleuren, vormen, materialen - van Orientals is.
- Scenario's: twee scenario's zijn beschreven (figuur 9). Het eerste beschrijft de consument thuis als eindgebruiker (B2C) en de tweede gaat over bedrijven als eindgebruiker (B2B).
- Feedback sessies: tijdens het ontwerpproces zijn op een aantal momenten feedback sessies gehouden met Orientals om hun visie en input mee te nemen bij het maken van belangrijke keuzes.
- Gebruikerstest: onder uiteindelijke gebruikers is een onderzoek gedaan naar de materiaalbeleving (sectie 5.3.3).

Interview

Hieronder zijn de belangrijkste resultaten van het interview met Orientals opgesomd:

- Oosters design is kleurrijk en sfeervol
- Orientals wil een goed verkoopbaar product met een consumentenprijs tussen de 80 en 100 euro.
- Orientals wil graag één van de eerste in Nederland zijn die een lamp gemaakt van koffiedik op de markt brengt. Dat het van koffiedik gemaakt is moet dan ook sterk naar voren komen.
- Orientals wil beginnen met een testoplage van 50 stuks.
- Orientals wil de boodschap overbrengen dat het een duurzaam en recyclebaar product betreft.
- De gewenste grootte van de lamp is ongeveer 30 x 30 cm. Dit is echter afhankelijk van de soort lamp en de mogelijkheden van de materialen en productieprocessen.

Sfeercollage

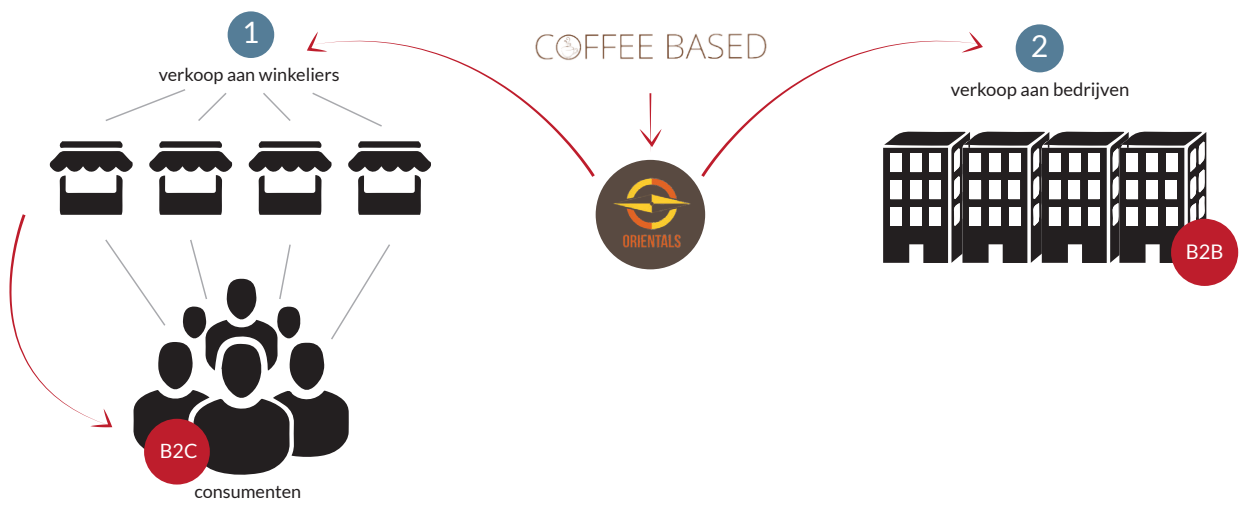
In figuur 10 is een sfeercollage van Orientals te zien. Hierin zijn drie aspecten te onderscheiden die bepalend zijn voor Oosterse sferen: vormen, kleuren en patronen. Erg populair is het filigrain patroon dat zorgt voor een sfeervol schaduwspel op de muur.

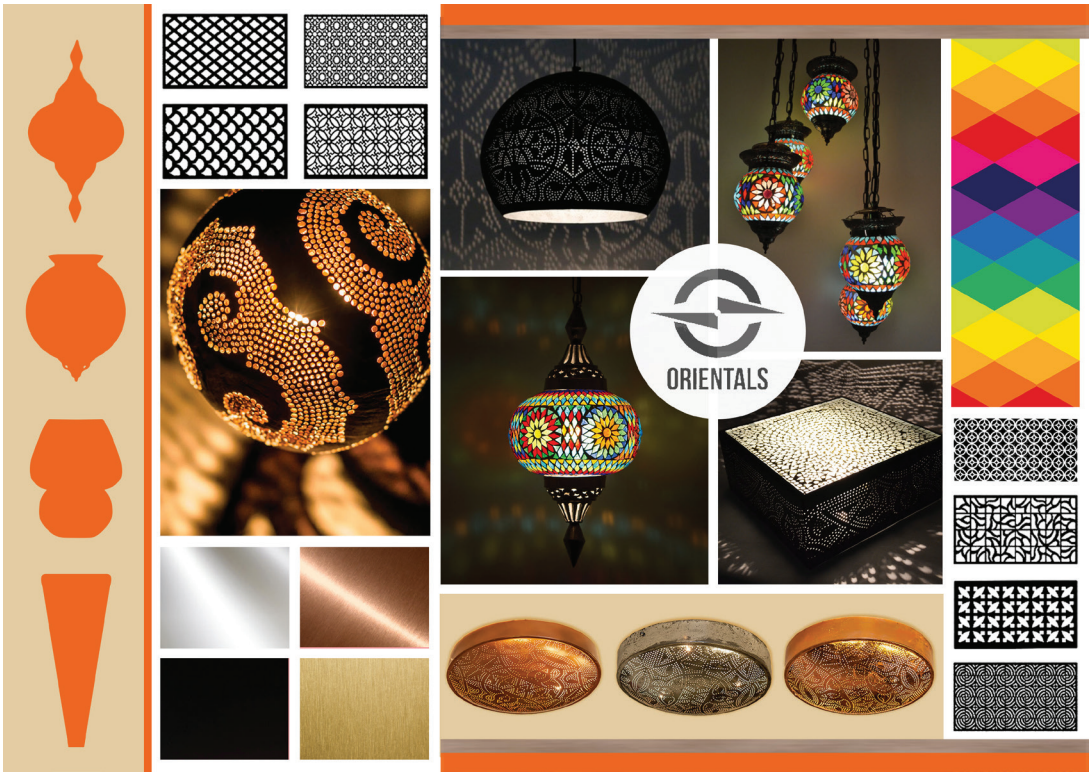
Scenario's

Er worden twee scenario's onderscheiden aan wie Orientals de lamp kan verkopen (figuur 9):

1. B2C: Aan winkeliers die de lamp verkopen aan de consument. De lamp wordt gebruikt in de woon- of eetkamer.
2. B2B: Bijvoorbeeld in koffietentjes om de associatie met koffie te versterken (figuur 11). Maar ook in kantoren, lunchrooms of ontvangsthallen.

Figuur 9
Scenario's





Figuur 10
Sfeercollage
Orientals

Figuur 11
Sfeercollage
Koffietentjes

2.5 Conclusies

Om aan de duurzame ontwerpprincipes van VerdraaidGoed te voldoen zal tijdens het ontwerpproces aandacht moeten worden besteed aan het materiaalgebruik, de energie-efficiëntie, de kwaliteit, de levensduur, het hergebruik na afdanking, de ecologische voetadruk, de hernieuwbaarheid van de materialen of onderdelen, de lokale productie en de huidige trends. Daarbij moet het product passen binnen de ideeën van circulaire economie. VerdraaidGoed houdt zich vooral bezig met upcycling en valt, met de verschillende projecten, op de ladder van circulariteit onder *Recycle*, *Re-purpose*, *Remanufacture*, *Refurbisch*, *Reduce en Refuse*.

CoffeeBased draagt bij aan het upcycling principe door koffiedik een nieuwe bestemming te geven. Het restmateriaal wordt gemengd met PLA of Optinyl, waaruit door verschillende productietechnieken meerdere soorten koffiematerialen ontstaan. De geperste krafts en spuitgegoten plaatjes worden als uitgangspunt genomen in de ideeëngeneratie. Daarbij wordt uitgegaan van een haalbaar formaat ter grootte van een a5. Het materiaal dat vervaardigd is met kalanderen is nog niet ver genoeg ontwikkeld. Met betrekking tot de duurzaamheid van de productietechnieken, blijkt persen het minst duurzaam te zijn vanwege de relatief kleinschalige productiemogelijkheden en het steeds opnieuw moeten opwarmen en afkoelen van de machine. Uit het materiaalonderzoek blijkt echter dat de geperste dunne folies het meest aantrekkelijk zijn.

Zowel het B2B als B2C scenario zijn mogeljik. Wanneer het B2C scenario wordt gevolgd, mag de consumentenprijs niet hoger zijn dan 100 euro. Om de link met koffie te versterken kan de lamp verkocht worden aan koffiezaakjes (B2B). Dan is het van belang dat de lamp bij het interieur en de sfeer hiervan past (figuur 11). In eerste instantie wordt een testserie van 50 stuks geproduceerd. De grootte van de lamp is afhankelijk van de soort lamp en de productiemogelijkheden.

Om de gewenste materiaaleigenschappen en materiaalbeleving op te roepen worden de vier stappen van de Material Driven Design methode van Karana (2012) zoveel mogelijk toegepast. Hierbij is het derde scenario van toepassing: *Ontwerpen met een materiaalvoorstel*. In het kader van dit ontwerpproces zal deels worden afgeweken van de vier stappen van de MDD methode. De toepassing van het materiaal is namelijk al bekend: een Coffee Based design lamp die past binnen het assortiment van Orientals. Welk van de ontwikkelde materialen uiteindelijk het best past in het gekozen ontwerp zal pas bij de concept detaillering bepaald worden. De eerste stap is reeds uitgevoerd tijdens de materiaalanalyse (sectie 2.3.3). De technische eigenschappen, de sensorische eigenschappen en de beleving van de materialen zijn hier geanalyseerd. Vervolgens is uit de bedrijfsanalyse en de analyse van de doelgroep bepaalt wat de gewenste materiaalbeleving is.

Voor zowel CoffeeBased als Orientals blijkt het belangrijk te zijn dat de koffie herkenbaar is in het product. Dit kan versterkt worden door het behouden van de koffiegeur. Koffie wordt geassocieerd met een warm, gezellig, ontspannen, verbonden en vertrouwd gevoel. Daarbij willen beide partijen duurzaamheid overbrengen naar de gebruiker om zo de samenleving bewust te maken van restafval en de mogelijkheden hiervan. Voor Orientals is het van belang dat het product past binnen hun assortiment. Zij beschrijven Oosters interieur als sfeervol en kleurrijk, waarbij het lichteffect en schaduwspel belangrijke factoren zijn. Ten slotte is uit een eerder onderzoek van Karana (2012) gebleken dat bioplastics het best gebaat zijn bij een natuurlijke en kwalitatief hoogwaardige materiaalbeleving. Op basis van voorgaande informatie is de intentie voor het nieuwe productontwerp bepaald (stap 2 van de MDD methode). Deze wordt als volgt gedefinieerd:

*Het eindproduct past binnen het **assortiment van Orientals**. De Coffee Based design lamp geeft **sfeer** aan het interieur van de gebruiker en wordt beleefd als een **kwalitatief hoogwaardige** lamp die tevens **natuurlijkheid** uitstraalt. Het is duidelijk dat de lamp gemaakt is van **koffiedik**, waardoor de consument **verrast** wordt en tegelijkertijd **bewust** gemaakt wordt van de hoeveelheid restafval dat zomaar wordt weggegooid. De gebruiker wordt **geïnspireerd** door de mogelijkheden van de reststroom koffiedik, waardoor **restafval een nieuwe betekenis** krijgt en niet langer direct als waardeloos materiaal zal worden afgeschreven.*

3. Ideeëngeneratie

Het creatieve proces bestaat uit divergeren en convergeren. Tijdens het divergeren worden zoveel mogelijk ideeën gegenereerd. Aan de hand van de feedback sessie met Orientals worden deze ideeën geconvergeerd tot vier concepten. Voorafgaand wordt een programma van eisen opgesteld.

3.1 Programma van eisen

Naar aanleiding van het vooronderzoek kan een programma van eisen worden opgesteld voor de Coffee Based design lamp voor Orientals. De eisen zijn onderverdeeld in de volgende drie categorieën:

- algemene eisen: *eisen waaraan ieder concept moet voldoen*
- conceptspecifieke eisen: *eisen die bepalend zijn voor de kwaliteit van het concept.*
- wensen: *doelstellingen die in ieder concept zo veel mogelijk worden nagestreefd.*

Het programma van eisen (tabel 1) omvat alle levensfasen van het product: ontwerp, materialen, productie, distributie, gebruik en verdwijning. De eisen voor de materialen zijn onderverdeeld in eisen voor het koffiemateriaal en eisen voor de overige materialen. Tevens is de productie onderverdeeld in de productie van het koffiemateriaal en de totale productie van de lamp.

Aan de hand van de conceptspecifieke eisen en de wensen kan uiteindelijk een conceptkeuze gemaakt worden.

3.2 Ideeëngeneratie

De ideeëngeneratie is gebaseerd op de doelgroepanalyse, zodat het uiteindelijke product past binnen het assortiment van Orientals. Hieruit zijn drie ideerichtingen bepaald: patronen, Oosterse vormen en kleurrijk (figuur 12). Voor elk idee geldt dat het creëren van interessante lichteffecten een belangrijke factor is.

3.2.1 Materialen

Naast de intentie om het product binnen het assortiment van Orientals te laten vallen, is het van belang dat het materiaal/product natuurlijkheid en kwaliteit uitstraalt. Samen met de koffieherkenbaarheid wordt dit tijdens de materiaalkeuze (paragraaf 5.3) verder toegepast. Tijdens de ideeëngeneratie wordt vooral rekening gehouden met de stijfheid/flexibiliteit, de bewerkbaarheid en de lichtdoorlatendheid van het materiaal.

3.2.2 Structuur

Elkeideerichtingdoorlooptdriestappen:onderzoek, schetsen/experimenten en voorbeeldideeën. In de onderzoeksfase zijn manieren bepaald hoe uit de bestaande koffiematerialen een patroon, oosterse vorm of kleurrijk materiaal gevormd kan worden. Daaropvolgend zijn ideeën geschetst en zijn verschillende experimenten met licht gedaan. Deze zijn weergegeven in bijlage G. Tot slot zijn voor elke manier waarop een patroon, Oosterse vorm of kleurrijk materiaal gemaakt kan worden één of meerdere voorbeeldideeën gegeven. De voorbeeldideeën zijn bedoeld om een beter beeld te geven van hoe de besproken manieren tot uiting komen in een lamp. De vorm van het uiteindelijke product staat hiermee nog niet vast. Tijdens de feedback sessie met Orientals kunnen de verschillende ideeën met elkaar worden gecombineerd. Zo kan bijvoorbeeld gekozen worden voor een bepaalde manier van patronen creëren, maar in een andere vorm dan het gegeven voorbeeld. De drie ideerichtingen worden in de volgende sectie één voor één toegelicht, waarbij de manier waarop het idee gecreëerd kan worden eerst wordt behandeld, gevolgd door een toelichting van de voorbeeldideeën.

Figuur 12
Ideerichtingen
1) Patronen
2) Vormen
3) Kleurrijk

Tabel 1
Programma van eisen

	De Coffee Based design lamp...	categorie	specificatie
1	...heeft een lampenkap gemaakt van één van de volgende koffiematerialen a. koffiekraft b. koffieplaatjes c. koffiematerialen die tijdens het ontwerpproces zijn ontwikkeld	*algemeen*	
2	...is 100% recyclebaar*	*conceptspecifiek*	
3	...past binnen het assortiment van Orientals	*conceptspecifiek*	
4	...is geschikt voor binnenshuis gebruik	*algemeen*	
5	...voldoet aan het CE-keurmerk	*algemeen*	
6	...heeft een consumentenprijs die past binnen het aanbod van Orientals	*conceptspecifiek*	€80 - €100
7	...is aansluitbaar op de Nederlandse netspanning	*algemeen*	230 Volt
8	...past binnen de ideeën van de circulaire economie	*conceptspecifiek*	
9	...draagt de gewenste materiaalbeleving uit	*conceptspecifiek*	Koffie herkenbaar Natuurlijk Hoge kwaliteit Duurzaamheid
10	...is volledig demonteerbaar	*conceptspecifiek*	
11	...heeft zo min mogelijk impact op het milieu gedurende alle fasen van de levenscyclus	*conceptspecifiek*	Productie Transport Gebruik Afdanking
	Het koffiemateriaal...		
1	...is gemaakt van koffiedik afkomstig uit lokale koffie-industrie, horeca of bedrijfscatering	*algemeen*	min. 30%
		wens	min. 50%
2	...is bestand tegen de hitte van een LED lamp	*algemeen*	50 graden celcisus
3	...is bestand tegen luchtvochtigheid	*algemeen*	tussen 30 % en 70%
4	...is 100% composteerbaar **	*algemeen*	
	De overige benodigde materialen voor de lamp...		
1	... worden zo veel mogelijk lokaal geproduceerd	*conceptspecifiek*	
2	...zijn zo veel mogelijk gemaakt van duurzame materialen	*wens*	
3	...worden tegen een lage prijs ingekocht of zelf vervaardigd	*conceptspecifiek*	
	De productie van de Coffee Based design lamp...		
1	...is voor de koffiematerialen beperkt tot de volgende productiemethoden a. persen b. spuitgieten c. kalanderen d. filament extruderen	*algemeen*	
2	... is te assembleren in sociale werkplaatsen	*conceptspecifiek*	
3	...levert gelijkwaardige koffiematerialen op	*conceptspecifiek*	
4	...is geschik voor het produceren van een testserie voor Orientals	*conceptsepcifiek*	50 stuks
5	...is geschikt voor seriematige productie	*conceptspecifiek*	200 stuks
6	...kost zo min mogelijk energie	*conceptspecifiek*	
	Bij het einde van de levensduur van de Coffee Based design lamp...		
1	...zijn alle onderdelen herbruikbaar, recyclebaar of industrieel composteerbaar	*conceptspecifiek*	

* Het koffiemateriaal is composteerbaar en de overige materialen zijn geschikt voor hergebruik of recycling. Het is daarom dus ook vereist dat de gehele lamp demonteerbaar is (eis 10).
** Er is een discussie gaande over de term biologisch afbreekbaar. Het koffiemateriaal is in ieder geval composteerbaar.

3.2.3 Ideerichtingen

Richting 1: Patronen
Patronen spelen een belangrijke rol in Oosters interieur. Bij Oosterse lampen zie je vaak een filigrain patroon. Filigrain is een draadwerk van edelmetaal (Interliving, z.j.). Hierdoor ontstaat een gaatjespatroon dat zorgt voor interessante en sfeervolle lichteffecten op de muur (figuur 10). Orientals laat in het interview weten dat het een interessante optie is om een filigrain patroon te creëren in het koffiemateriaal.

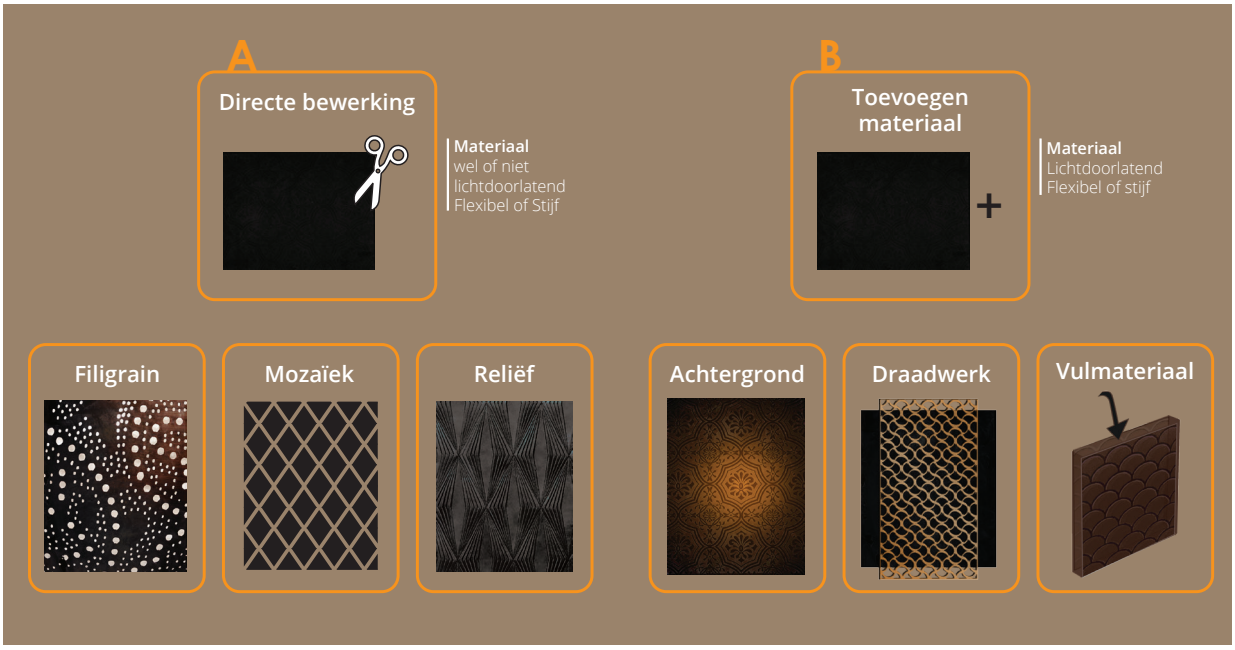
Naast het nabootsen van het filigrain patroon in het koffiemateriaal, is bij de eerste ideerichting ook gekeken naar andere manieren om een patroon te creëren. Er is hierbij rekening gehouden met het beschikbare koffiemateriaal en de bewerkbaarheid van dit materiaal. Ook moet het met een relatief goedkoop en simpel productieproces te vervaardigen zijn. Het creëren van patronen is onderverdeeld in richting A en B (figuur 13). Richting A beschrijft het creëren van een patroon door directe bewerking van het koffiemateriaal. Richting B geeft manieren weer om patronen te creëren door het toevoegen van een materiaal. Daarbij kan het voorkomen dat de direct bewerkte materialen uit richting A ook een materiaaltoevoeging nodig hebben om het gewenste patroon te creëren. De hoofdbewerking is echter nog steeds direct op het materiaal.

Directe bewerking
Het creëren van patronen in een materiaal kan op drie manieren:
- Materiaal weglaten in de vorm van een bepaald patroon.
- Materiaal bewerken tot eenvoudige eenheden en herschikken tot een patroon. (Hierbij is vaak ook een toevoeging nodig van een materiaal).
- Het verdunnen of verdikken van het materiaal op bepaalde plekken waardoor een patroon ontstaat.

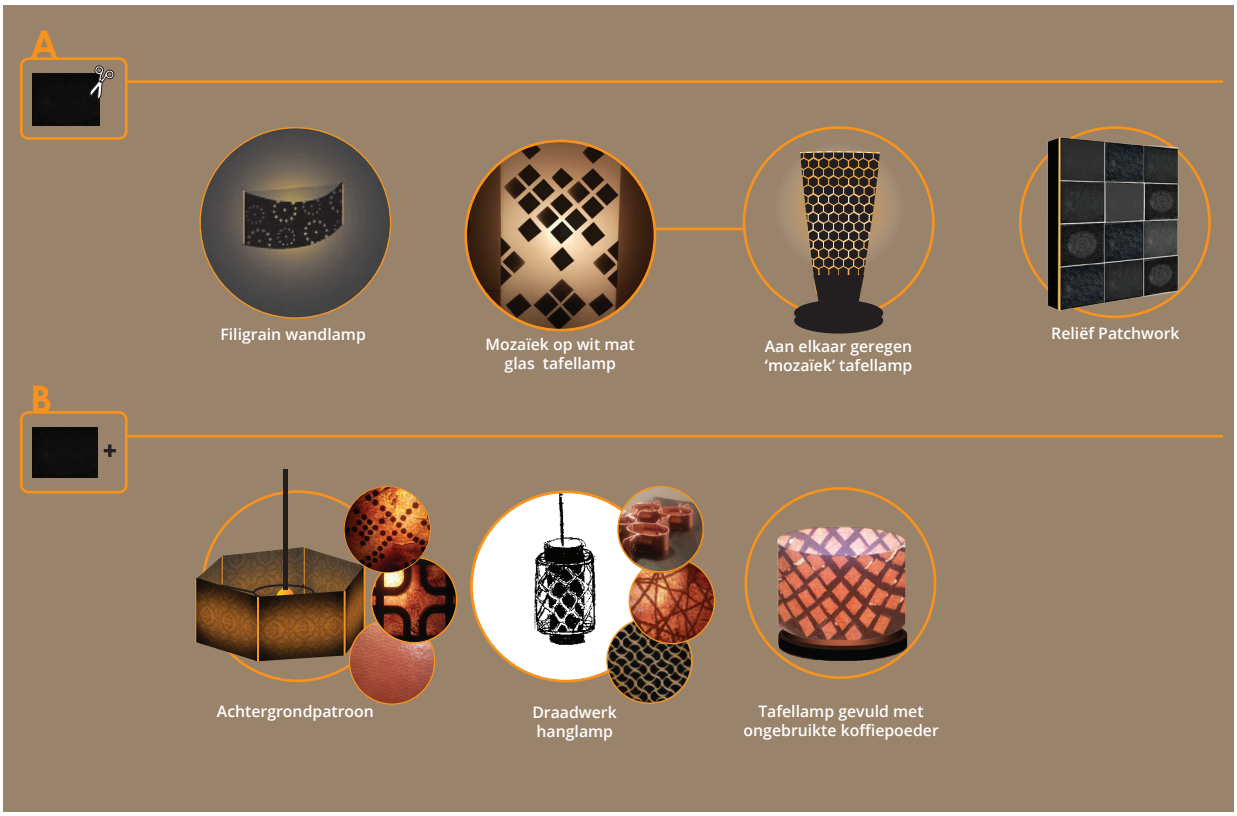
Zoals te zien is in figuur 13 leidt de directe bewerking van het materiaal tot drie soorten patronen: filigrain, mozaïek en reliëf. Deze zijn gebaseerd op bovenstaande mogelijkheden en de stijl en wensen van Orientals.

Toevoegen materiaal
Ook door het toevoegen van materialen kan een patroonontstaan. Hierbij is wel van belang dat het materiaal lichtdoorlatend is. Er kan een patroon ontstaan door het toevoegen van een achtergrondpatroon, het toevoegen van een draadwerk, van bijvoorbeeld koper, en door het toevoegen van een vulmateriaal tussen twee platen. Als vulmateriaal kan bijvoorbeeld ongebruikte koffiepoeder worden gebruikt.

Figuur 13
Patronen creëren



Figuur 14
Voorbeeldideeën Patronen



Toelichting voorbeeldideeën
De drie manieren van directe bewerking en de drie manieren om patronen te creëeren door materiaal toe te voegen zijn verwerkt in een aantal voorbeeldideeën (figuur 14). De ideeën worden hieronder kort toegelicht.

De *filigrain wandlamp* is gemaakt van twee koffiekrafts met het formaat van een a5. De uitdaging in dit idee is om de twee krafts op elegante wijze met elkaar te verbinden.

De *mozaïek op wit mat glas tafellamp* heeft naast directe bewerking van het materiaal ook een toevoeging van materiaal nodig om het patroon te kunnen bevestigen.

De *aan elkaar geregen mozaïek tafellamp* is gemaakt van zeshoekige mozaïekstukjes die aan elkaar geregen zijn tot een conische lampvorm. Het licht schijnt door de ruimtes tussen de mozaïekstukjes.

De *reliëf patchwork* wandlamp is een platte lamp die bestaat uit vierkante koffiekrafts of plaatjes met daarin verschillende reliëf patronen.

De *achtergrondpatroon hexagon hanglamp* is een zeshoekige lamp waaraan zes lichtdoorlatende koffieplaatjes zijn bevestigd met daarachter een bepaald Oosters patroon.

De *draadwerk hanglamp* is een cilindervormige hanglamp met daaromheen een draadwerk van geelkoper of roodkoper.

De *tafellamp gevuld met ongebruikt koffiepoeder* is gemaakt van vier koffiekrafts, waarvan twee de buitenwand vormen en twee de binnenwand. Daartussen zijn de wanden door middel van rechthoekvormige verbindingen aan elkaar bevestigd waardoor een regelmatig gangenstelsel ontstaat. Het koffiepoeder is tussen de wanden gegoten, waardoor het gangenstelsel tussen de rechthoeken zich kan vullen.

Richting 2: Oosterse vormen
Oosterse lampen staan ook bekend om hun sierlijke vormen (figuur 10). Lampen die voorkomen in het assortiment van Orientals zijn bolvormig, peervormig, pompoenvormig, paddenstoelvormig en conevormig. Deze vormen zijn als uitgangspunt genomen bij de tweede ideeriching. De uitdaging bij deze richting is om deze 3D vormen te creëren met de tot nu toe beschikbare koffiekrafts en plaatjes.

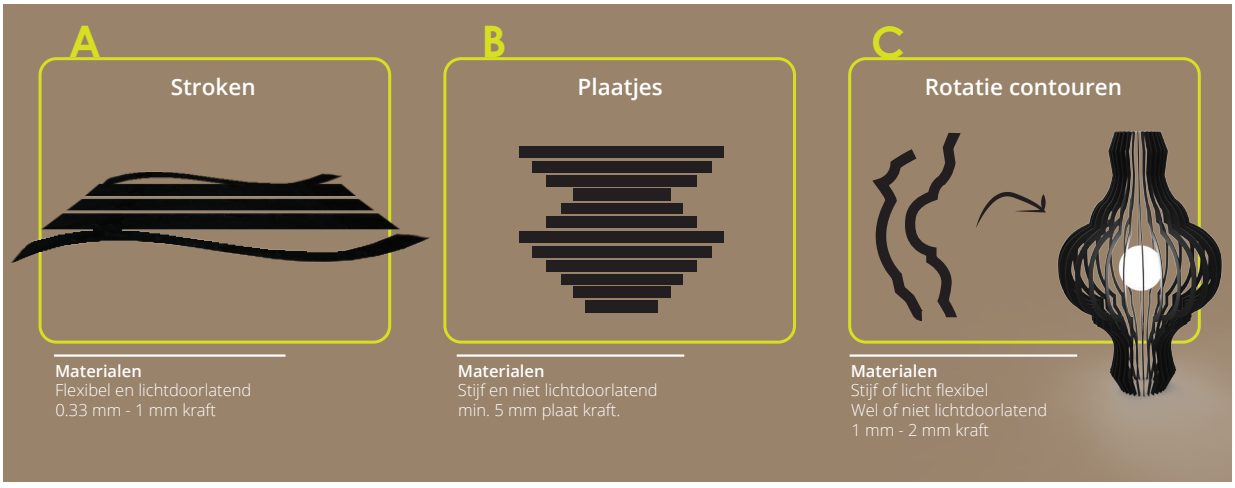
Het creëren van deze vormen is onderverdeeld in richting A, B en C (figuur 15). Richting A werkt met flexibele stroken, richting B creëert vormen door het stapelen van plaatjes met verschillende afmetingen en richting C creëert Oosterse vormen door een contour uit te snijden en deze te roteren tot een 3D vorm.

Stroken
Voor het maken van stroken zijn de flexibele koffiekrafts nodig. Deze worden vervolgens in stroken gesneden of geknipt. Doordat ze flexibel zijn kunnen ze sierlijke vormen maken. Uit de materiaalanalyse blijkt dat een flexibel materiaal ook lichtdoorlatend is.
Zowel de flexibiliteit en lichtdoorlatendheid hebben geleid tot verschillende toepassingen van de stroken (figuur 16).

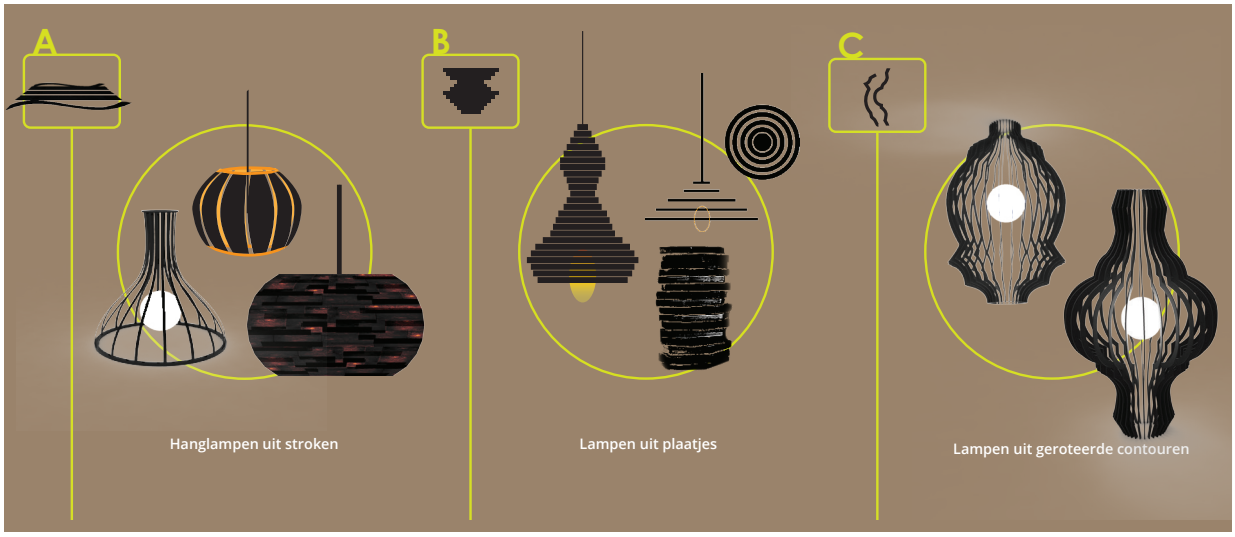
Plaatjes
Door plaatjes met verschillende afmetingen te stapelen ontstaat een bepaalde vorm. Deze kunnen zo gestapeld worden dat het de contouren benadert van de eerder genoemde Oosterse vormen. Een kanttekening hierbij is dat de koffieplaatjes een minimale dikte van 5 mm nodig hebben om enige hoogte te creëren. De plaatjes zijn niet flexibel en niet lichtdoorlatend. Ze zullen daarom geperst of gespuitgiet worden om daarna op maat gesneden te worden. Dit is sneller en goedkoper dan het maken van verschillende mallen. In het midden van de plaatjes zal ruimte moeten zijn voor de lamp. Ook deze zal er later uitgehaald moeten worden. Tussen de koffieplaatjes moet een ruimte zitten zodat het licht doorlaat. Dit kan zorgen voor een interessant lichteffect op de muur. De nadelen van dit idee zijn dat er veel koffieplaatjes nodig zijn wat voor hoge kosten zorgt en dat er relatief veel restmateriaal ontstaat.

Rotatie contouren
Om de sierlijkheid van de Oosterse vormen te versterken zal meer aandacht besteed moeten worden aan de details. Daarvoor zullen complexere contouren uitgesneden moeten worden uit het materiaal. Dit kan gedaan worden door het materiaal te lasersnijden. Door deze contouren vervolgens te roteren om de verticale as ontstaat een sierlijke Oosterse vorm die dankzij de afstand tussen de contouren een lichteffect zal geven op de muur. Wanneer deze contouren uit een a5 koffiekraft of plaat gesneden worden zal de lamp erg klein uitvallen. Daarom zal gekeken moeten worden naar de mogelijkheden voor een groter koffieplaatje of koffiekraft.

Figuur 15
Oosterse vormen creëren



Figuur 16
Voorbeeldideeën Oosterse vormen



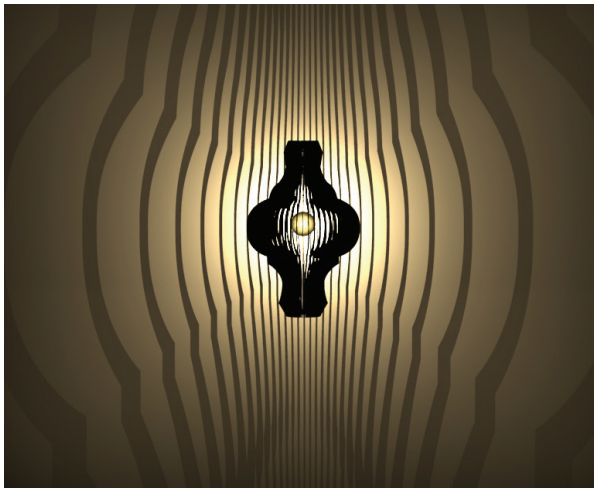
Toelichting voorbeeldideeën
Met behulp van stroken, plaatjes en rotatie contouren zijn vormen te maken die de Oosterse stijl benaderen. Van deze vormen zijn een aantal voorbeeldideeën weergegeven in figuur 16. Deze worden hieronder kort toegelicht.

De richting *stroken* laat drie voorbeeldideeën zien van hanglampen die zijn gemaakt uit flexibele stroken. De lamp linksonder is gemaakt van dunne recht afgesneden stroken. De middelste lamp is gemaakt van bredere afgeronde stroken die samen een bolvormige lamp creëren. Om deze lampen in een redelijk groot formaat te kunnen maken zullen de stroken uit een groter koffiekraft gesneden moeten worden dan een a5 formaat. De lamp rechtsonder bestaat uit allemaal kleine stroken met wisselende lengtes die aan en achter elkaar geplakt zijn, waardoor uiteindelijk een ufo-vormige lamp gecreëerd wordt. Doordat de stroken willekeurig achter elkaar geplakt zijn ontstaat een spannend lichteffect.

Ook de richting *plaatjes* laat drie voorbeeldideeën zien. De lamp linksboven laat een complexe vorm zien die is ontstaan uit het stapelen van verschillende formaten plaatjes. De lamp rechtsboven bestaat uit simpele ringen, toenemend in grootte en met een grote tussenafstand. De lamp rechtsonder is opgebouwd uit spiraalsgewijs opgestapelde vierkante plaatjes met de lichtbron in het midden.

De richting *rotatie contouren* laat twee varianten zien die beide gebaseerd zijn op de vormen van de Oosterse lampen uit het assortiment van Orientals (figuur 10). De dichtheid van de lamp is afhankelijk van de hoeveelheid contouren en de diameter van de lamp. De dichtheid heeft invloed op het lichteffect dat op de muur te zien is (figuur 17).

Figuur 17
Lichteffecten en schaduwspel



Richting 3: Kleurrijk
Een Oosters interieur betekent een kleurrijk interieur. In het assortiment van Orientals is dit in de lampencollectie terug te zien bij de lampen van glasmozaïek en de stoffen patchwork lampenkappen. Daarnaast wordt veel gewerkt met gekleurde glaskralen. Deze zijn terug te zien in waxinelichthouders en kralengordijnen.

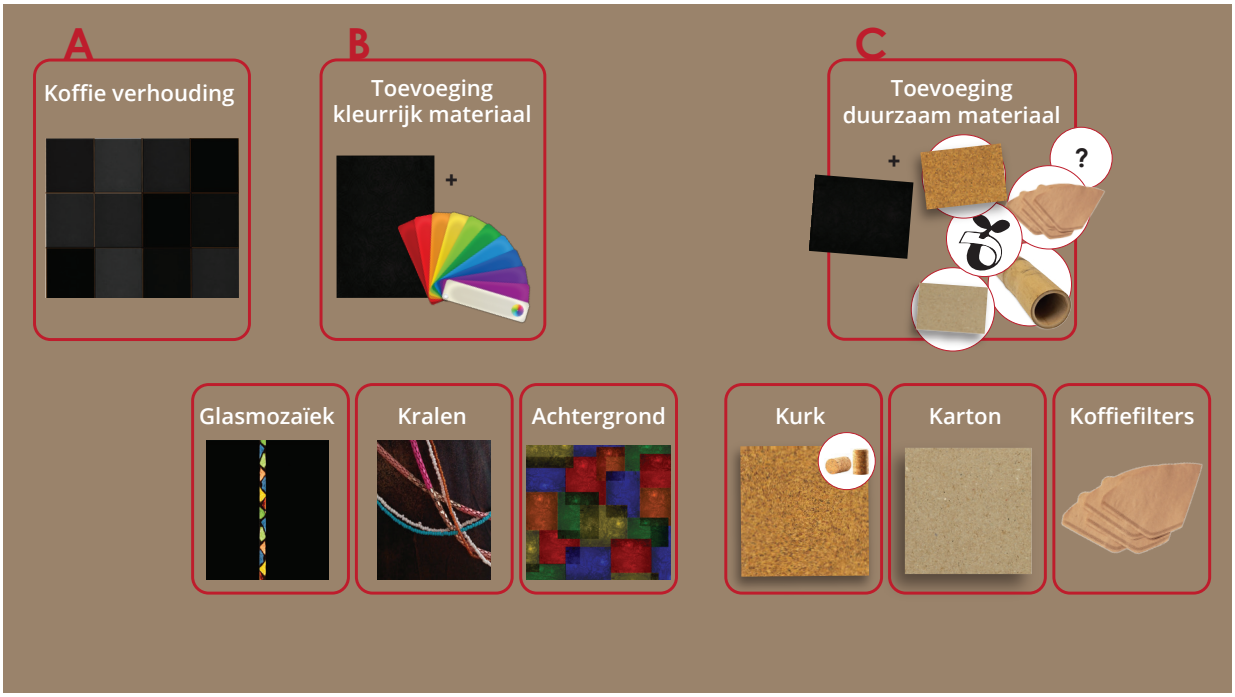
In de derde ideerichting worden drie voorstellen gedaan om een kleurrijke lamp te creëren (figuur 18). Richting A beschrijft kleurrijk door verschillende verhoudingen van koffiedik in het koffiemateriaal. Richting B voegt kleurrijk materiaal toe dat geïnspireerd is door het assortiment van Orientals. Bij richting C wordt door het toevoegen van een duurzaam materiaal een kleurrijk resultaat bereikt.

Koffie verhouding
Door te variëren met de verhouding koffiedik in het materiaal ontstaat een onderscheid in de mate van lichtdoorlatendheid. Er zijn experimenten gedaan met koffiedikverhoudingen variërend van 5 tot 50%. Naast de koffiedikverhouding heeft ook het productieproces en de dikte invloed op de lichtdoorlatendheid van het materiaal. In het algemeen geldt dat hoe hoger het percentage koffiedik, hoe minder de lichtdoorlatendheid en hoe brosser het materiaal.

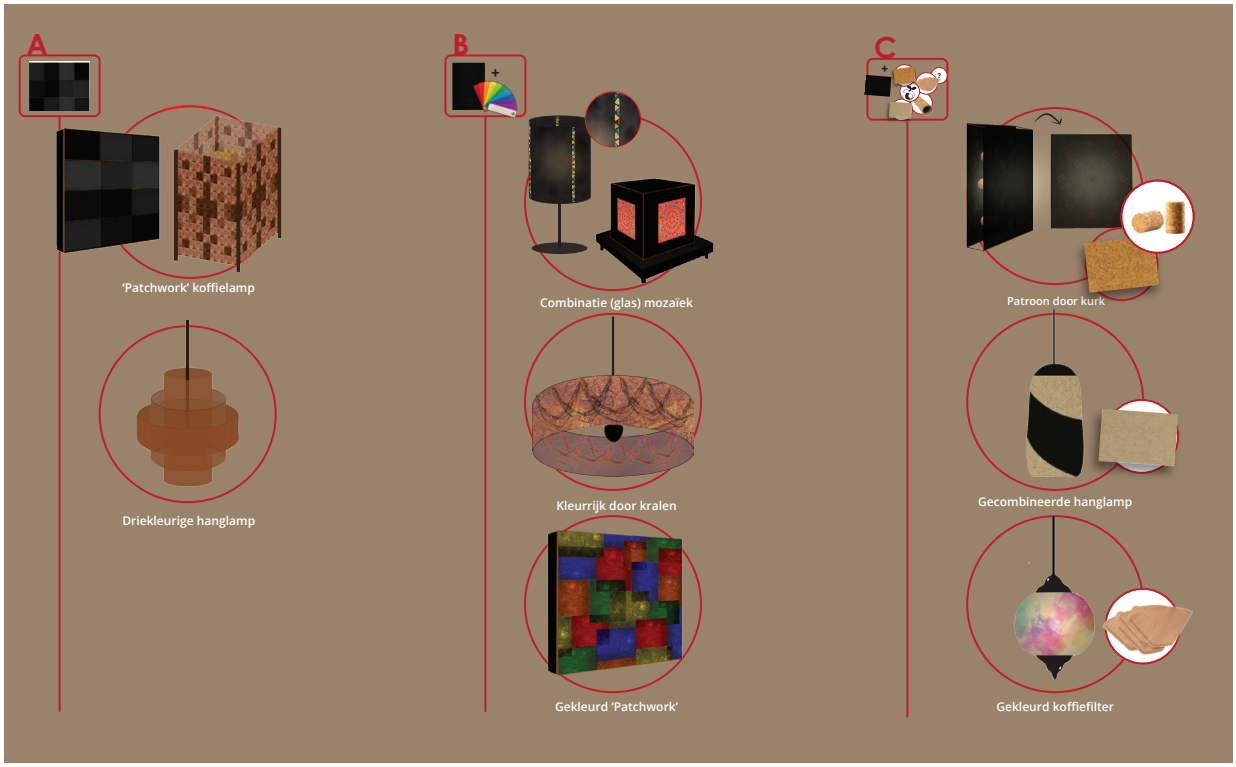
Toevoeging kleurrijk materiaal
Geïnspireerd door het assortiment van Orientals zijn er drie toegevoegde materialen weergegeven die een kleurrijk resultaat geven: glasmozaïek, kralen en een gekleurde achtergrond. Het is echter wel belangrijk om de koffiebeleving in het product te behouden. Daarom moeten de toegevoegde kleurrijke materialen niet gaan overheersen, maar een subtiele en interessante toevoeging zijn op de uitstraling van de lamp. Er zijn experimenten uitgevoerd voor het effect van kleur en het koffiemateriaal (bijlage G).

Toevoeging duurzaam materiaal
Duurzaamheid is een belangrijk begrip binnen dit ontwerpproces. Daarom is ook gekeken naar het toevoegen van duurzame materialen. In de voorbeeldideeën is gebruik gemaakt van kurk, gerecycled karton en koffiefilters (figuur 19). Kurk is gekozen vanwege de beschikbaarheid, natuurlijke uitstraling en bewerkbaarheid van het materiaal (Materia, 2016). Het gebruiken van gerecycled karton is gekozen naar aanleiding van het interview met Orientals. De koffiefilters zijn gekozen omdat het aansluit bij het verhaal van Coffee Based. Gebruikte koffiefilters krijgen opnieuw waarde en tegelijk is de lamp nog meer gebaseerd op koffie.

Figuur 18
Kleurrijk



Figuur 19
Voorbeeldideeën Kleurrijk



Toelichting voorbeeldideeën
In figuur 19 zijn een aantal voorbeeldideeën getoond passend bij de kleurrijke ideerichting. Deze worden hieronder kort toegelicht.

De *patchwork koffielamp* is een lamp bestaande uit rechthoekige koffiematerialen met een verschillende mate van lichtdoorlatendheid. In de wandlamp (links)zijn deze op willekeurige manier geplaatst, waardoor er een soort patchwork ontstaat. Bij de stalamp (rechts) is hiermee op de lamp een bepaald patroon gecreëerd, dat vooral zichtbaar wordt wanneer de lamp aan is.

De *driekleurige hanglamp* is een lamp die bestaat uit drie ringen. De middelste ring laat het meeste licht door en de buitenste het minste.

Bij de lampen gecombineerd met glasmozaïek zijn twee varianten te zien, waarbij de tafellamp (links) op subtiele wijze gebruik maakt van het glasmozaïek door deze te plaatsen op de plek waar twee koffiekrafts aan elkaar verbonden zijn. In de tafellamp (rechts) ligt de aandacht vooral op het glasmozaïek waardoor de koffiebeleving verminderd wordt.

De lamp met kralen is een grote ronde hanglamp van lichtdoorlatende koffiekrafts. Aan de binnenkant zijn kralenkettingen op sierlijke wijze bevestigd. Dit geeft een interessant en kleurrijk schaduweffect aan de buitenkant en een kleurrijk effect aan de binnenkant.

De gekleurde *patchwork wandlamp* toont patchwork dat ontstaat door de achtergrondkleuren achter het koffiemateriaal. Het koffiemateriaal zelf kan uit één stuk bestaan.

De wandlamp met patronen door kurk is een lamp die gebruikt maakt van oude wijnkurken. Door deze te plaatsen tussen twee platen waarvan de voorste van koffiemateriaal is, ontstaat een patroon wanneer de lamp aan is.

De *gecombineerde hanglamp* is een lamp waarbij het koffiemateriaal en het gerecyclede karton om elkaar heen gewikkeld zijn tot een langwerpige hanglamp.

De *gekleurde koffiefilter* is een hanglamp van gebruikte en gekleurde koffiefilters met een onder- en bovenkap van ge-3D-print koffiemateriaal.

3.2.4 Nieuwe ontwikkelingen

Vanuit *Alpha Enzyms* zijn er een aantal nieuwe materiaalontwikkelingen. Ten eerste zijn er nieuwe samples van geperste krafts en plaatjes (a5 formaat) en ten tweede zijn ze gaan experimenteren met het spuitgieten van een bloempot.

Koffiekrafts en plaatjes

De productiemethode van deze nieuwe koffiekrafts is afwijkend van het eerder besproken pers proces. Bij deze koffiematerialen is namelijk geen gebruik gemaakt van het koffiegranulaat. In plaats daarvan bestaat het proces uit extrusie gevolgd door persen. In een extruder wordt eerst het PLA gesmolten waarna het gedroogde koffiedik erdoorheen gemengd wordt.Tenslotte wordt dit mengsel geperst tot een plaatje. Een tweede verschil is dat het percentage koffiedik wordt bepaald aan de hand van het volume in plaats van het gewicht.

Er zijn verschillende plaatjes gemaakt met een koffiedikpercentage van 30 procent en diktes variërend van 0.45 mm tot 2mm (figuur 20, a-e). Ook is een poging gedaan om een plaatje te persen met een koffiedikpercentage van 55% (figuur 20,f) Bepaalde delen van dit plaatje gaven een interessante organische afwerking. Hiermee zal verder geëxperimenteerd worden met als doel een volledig plaatje met deze afwerking te creëren.

Koffiekap

Alpha Enzyms is gaan experimenteren met het spuitgieten van het koffiemateriaal. Hierbij is een spuitgietmal in de vorm van een bloempot gemaakt en zijn er verschillende testen gedaan om het koffiemateriaal te spuitgieten. Hierbij is het gelukt om een koffiedikpercentage van 50 procent te halen.

Het idee is ontstaan om de bloempot om te keren en als lampenkap te gebruiken. In het vervolg wordt dit nieuwe materiaal aangeduid met de term *koffiekap*. De koffiekap levert productietechnisch gezien veel voordelen op. De mal is namelijk al beschikbaar en het spuitgietproces zou in de toekomst eventueel geautomatiseerd kunnen worden. Hierdoor kan de lamp in grotere oplagen gemaakt worden en worden de kosten lager. Een nadeel is echter dat de ontwerpvrijheid verkleind wordt en het blijft de vraag of dit idee bij Orientals in de smaak valt. Om de koffiekap een sfeervollere en natuurlijkere uitstraling te geven is een *organische koffiekap* ontwikkeld door de spuitgietmal niet helemaal vol te gieten (figuur 21). Beide samples worden meegenomen naar de eerste feedbacksessie met Orientals waarbij naast het presenteren van de ideerichtingen ook de mogelijkheden van de koffiekap worden voorgelegd.

Analyse

De geperste krafts en plaatjes van Alpha Enzyms geven een hele andere materiaalbeleving dan de eerder geperste krafts. Daarbij zijn ook de technische eigenschappen niet helemaal hetzelfde. De plaatjes voelen stijver en sterker aan. Hoe dikker het plaatje hoe stijver. In het transparante materiaal zijn de koffiekorrels goed te zien. Hier geldt hoe dikker het plaatje hoe groter de dichtheid van de koffiekorrels.

De organische koffiekap is stijf en voelt sterk aan. Op het oppervlak is net als bij de spuitgegoten plaatjes een marmering te zien. Dit geeft naast de organische afwerking een extra natuurlijke uitstraling. Doordat elke koffiekap anders is wordt voldaan aan de behoefte van mensen om zich speciaal te voelen door het bezit van een uniek en persoonlijk product. Daarbij wekt ook de uniekheid van een materiaal of product de beleving ‘natuurlijk’ bij mensen op.

3.2.5 Feedback sessie Orientals

In de eerste feedback sessie met Orientals zijn de ideeën en materialen gepresenteerd. Hieronder wordt kort de aanpak van de sessie beschreven gevolgd door de belangrijkste conclusies die hebben geleidt tot vier concepten.

Aanpak

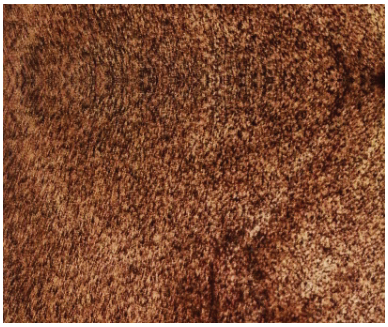
In een korte presentatie voor Orientals en VerdraaidGoed zijn, na een korte inleiding over de materialen en productieprocessen, de drie ideerichtingen gepresenteerd. Aan het einde van de presentatie is een interactieve sessie gehouden waar in totaal vijf mensen aan deelnamen van zowel Orientals als VerdraaidGoed. Tijdens de sessie zijn vier stappen doorlopen met als einddoel drie tot vijf conceptrichtingen (figuur 22). Iedere deelnemer had hierbij een overzicht van alle ideeën op papier om de persoonlijke voorkeuren aan te geven (bijlage H). Tijdens de presentatie is ook het idee van de koffiekap genoemd en tijdens de discussie verder besproken. Alle resultaten van de sessie zijn te vinden in bijlage I.

Figuur 20
Koffieplaatjes Alpha Enzyms

a) 30% koffiedik / 0.45mm

b) 30% koffiedik / 0.6mm

c) 30% koffiedik / 1mm



d) 30% koffiedik / 1.5mm

e) 30% koffiedik / 2mm

f) 55% koffiedik / variërend

Figuur 21
Bloempot tot koffiekap

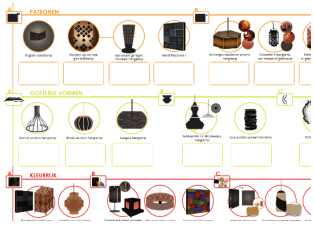
Figuur 22 Interactieve sessie

1) Toelichting

Realiseerbaarheid
Duurzaamheid
(schaal van 1 - 3)

2) Persoonlijke voorkeuren

Aangeven persoonlijke voorkeuren (ieder voor zich)
Maximaal 10 voorkeuren



3) Optellen voorkeuren

Toelichting voorkeuren per persoon + optellen voorkeuren (gezamenlijk)
DOEL: 8 uitgelichte ideeën

4) Discussie

Discussie uitgelichte ideeën en eventueel combineren ideeën
DOEL: 3 à 5 conceptrichtingen

Conclusies

De meest interessante ideeën zijn uitgelicht in figuur 24. De input van Orientals naar aanleiding van de interactieve sessie kan als volgt worden samengevat:

- Voor de consument (B2C)is het interessant om een 'familie' lampen te ontwerpen. Dit is een serie van een wandlamp, hanglamp en vloer- of tafellamp. Zowel filigrain als een achtergrondpatroon zijn hierbij interessant.
- Grote hanglampen met een diameter van ongeveer 80 centimeter zijn geschikt voor B2B verkoop aan kantoren en dergelijke.
- Kleine hanglampen met een diameter van ongeveer 30 centimeter zijn geschikt voor B2B verkoop aan koffiezaken.
- De vorm van de *laagjes lamp* is aantrekkelijk.
- De *kleurrijk door kralen* hanglamp past goed binnen het assortiment van Orientals
- De *driekleurige hanglamp* heeft een interessante vormgeving en kan eventueel gecombineerd worden met het *draadwerk* idee door de middelste laag hiermee te vervangen.
- Het gebruik van koper past binnen de huidige trends.

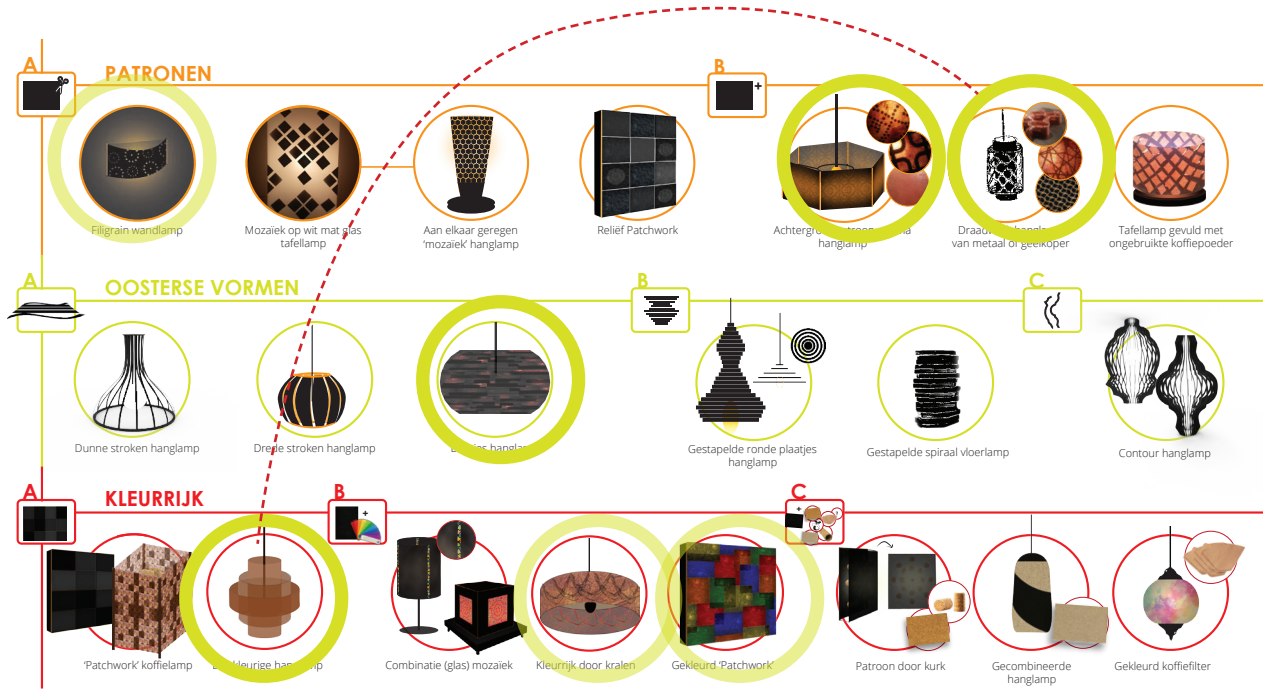
De belangrijkste conclusies naar aanleiding van de interactieve sessie zijn als volgt:

- Patronen: zowel filigrain als achtergrondpatroon zijn aantrekkelijk.
- Oosterse vormen: simpele vorm wordt verkozen boven een complexe vorm.
- Kleurrijk: zowel patchwork, kralen als achtergrondkleur zijn interessante opties.
- Herkenbaarheid koffie is uiterst belangrijk: verduidelijken door middel van tekst, stempel, label of het koffieboontje teruglaten komen in de vormgeving.
- Relatief kleine seriegrootte bij de eerste inkoop. Een eerste testserie zal rond de 50 stuks zijn.
- Sfeerbeleving en creëren van lichteffecten zijn zeer belangrijk.
- Inkoopprijs voor Orientals circa 20 euro.

Orientals is niet gecharmeerd van de rechte afgewerkte koffiekap, maar laat wel weten mogelijkheden te zien in de organisch afgewerkte koffiekap. Zeker in combinatie met het lichtdoorlatende koffiemateriaal. Deze lamp zal daarom tot één van de concepten behoren en verder worden uitgewerkt. Hiervoor zijn twee nieuwe ontwerpen gemaakt (figuur 23). In het tweede ontwerp wordt de organische koffiekap verlengd met lichtdoorlatende koffiekrafts of koffieplaatjes. De organische koffiekap kan zowel als hang- of stalamp worden ontworpen.

Figuur 23 Nieuwe ontwerpen

Figuur 24
Overzicht conclusies



Figuur 25
Concepten

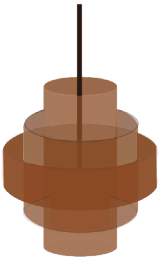
3.3 Conclusies

Vanwege te hoge kosten is er niet gekozen voor het maken van een 'familie'. Daarom zullen de uiteindelijke doelgroepen waarschijnlijk kantoren of koffiezaken zijn. De consument thuis wordt echter nog niet uitgesloten tijdens het uitwerken van de vier concepten. Beide scenario's worden na de conceptkeuze met elkaar vergeleken, waarna een definitieve beslissing zal volgen.

De feedback sessie met Orientals heeft uiteindelijk geleid tot vier concepten (figuur 25). Deze worden in het volgende hoofdstuk verder uitgewerkt. Per concept worden de productspecificaties bepaald en de bijbehorende productieprocessen en materialen besproken. Daarbij wordt ook naar de technische en financiële haalbaarheid gekeken met betrekking tot de eisen en wensen die aan de interieurlamp zijn gesteld.

Concept 1
Hexagon hanglamp

Concept 2
Square hang- of stalamp



Concept 3
Rings hanglamp

Concept 4
Ufo hanglamp

4. Conceptuitwerking

Voordat de vier gekozen concepten verder werden uitgewerkt, heeft er een nieuwe materiaalontwikkeling plaatsgevonden. Dit materiaal is eerst geanalyseerd, alvorens met de conceptontwikkeling van start werd gegaan. Uiteindelijk wordt een conceptkeuze gemaakt aan de hand van het programma van eisen.

4.1 Conceptuitwerking

4.1.1 Nieuwe ontwikkelingen

Bij het Biopolymeer Applicatie Centrum (BAC) van Avans Hogeschool zijn er ontwikkelingen van het koffiemateriaal met behulp van het kalanderproces. Het koffiedik is nu gemengd met optinyl in plaats van PLA. Dit materiaal heeft betere vloeieigenschappen en heeft verder geen invloed op de uiterlijke eigenschappen van het koffiemateriaal dan toen het met PLA gemengd was.

Figuur 26
Koffiestrook

Er zijn lange flexibele koffiematerialen gemaakt waarbij getest is met een koffiedikpercentage van 5 tot 30 procent. Doordat het bij kalanderen op een rol wordt gedraaid heeft het uiteindelijke materiaal de neiging om op te rollen. Het nieuwe materiaal wordt in het vervolg aangeduid met de term *koffiestrook* (figuur 26).

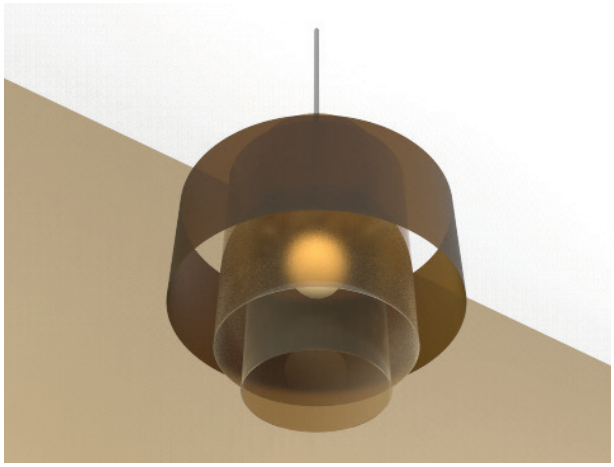
Figuur 27
Herontwerp ufo hanglamp

Analyse

De *koffiestrook* is vergeleken met de andere materialen het taaist en meest flexibel. Door het koffiedik is het materiaal bruin gekleurd en zijn subtiele sporen van koffiekorrels terug te vinden. Het oppervlak voelt glad aan. Door de onregelmatige afwerking en de kleur van het materiaal oogt het 'natuurlijk'. Het materiaal voelt sterk aan, waardoor de tactiele ervaring voor een kwalitatief hoogwaardige beleving kan zorgen.

Herontwerp

Het vierde concept, de ufo hanglamp, is voornamelijk gekozen vanwege de vorm. Echter wordt het technisch moeilijk haalbaar om deze vorm te creëren met verschillende lengtes uit koffiekraft gesneden strookjes. Met het nieuwe materiaal, de koffiestrook, is het al een stuk haalbaarder om dit concept te realiseren. Daarom is het vierde concept herontworpen met de ufovorm als uitgangspunt (figuur 27). Een totaal overzicht van de gekozen concepten is weergegeven in figuur 28.



Figuur 28
Concepten: Hexagon, Square, Rings, Ufo

4.1.2 Hexagon hanglamp

Onderdelen
De hexagon hanglamp bestaat uit een frame en zes koffieplaatjes of koffiekrafts. De grootte van het frame is bepaald door het formaat van de beschikbare koffiematerialen. In het midden van het frame zit een ring die doormiddel van drie staven aan het frame verbonden is. De fitting kan aan deze ring bevestigd worden.

De specificaties van de lamp:
- Grootste doorsnede: 420 mm.
- Grootte koffieplaatje: 210 mm x 148 mm (a5)
- Hoeveelheid koffieplaatjes: 6
- Gewicht: 520 gram

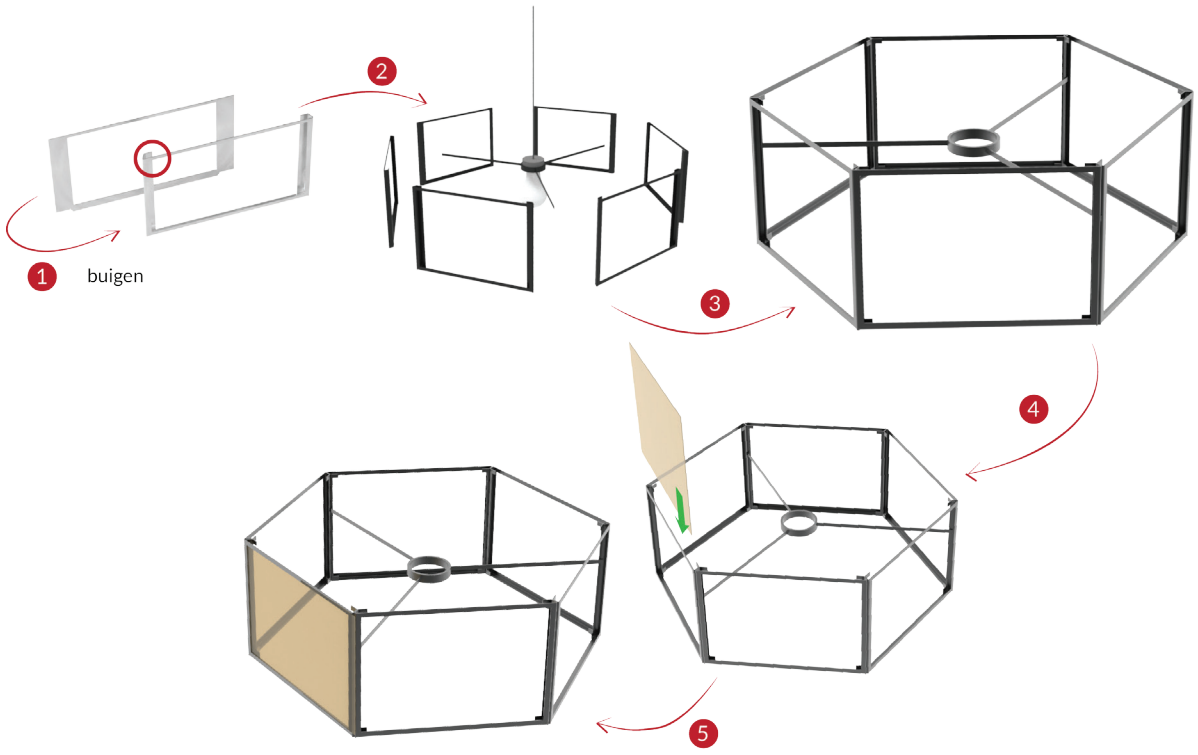
Productie
De productie van de hexagon lamp bestaat uit vier stappen:
1. Persen koffieplaatjes
2. Produceren frame (inkoop eigen ontwerp)
3. Verbinden plaatjes aan frame
4. Assembleren overige lamponderdelen

Voor het frame is gekeken naar de mogelijkheid een bestaand model in te kopen. Deze specifieke vorm is echter niet zo makkelijk verkrijgbaar. Daarom is gezocht naar bedrijven die frames maken aan de hand van een eigen ontwerp.

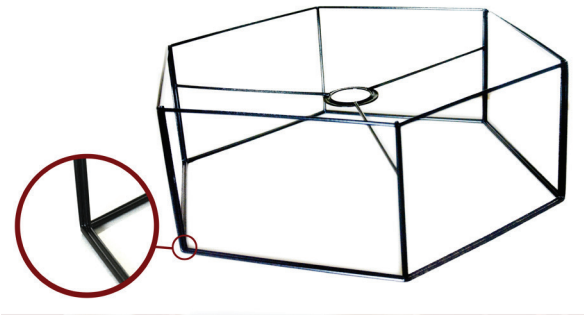
Het frame kan produceerd worden zoals weergegeven in figuur 29. Hierbij worden van rechthoekig plaatmateriaal - waaruit rechthoeken kleiner dan de koffieplaatjes zijn verwijderd - 3 van de 4 zijden omgevouwen tot een U-profiel (1) waartussen de koffieplaatjes geschoven kunnen worden (4,5). Deze zijden kunnen met elkaar worden verbonden door middel van lassen waardoor het hexagon frame ontstaat. De drie staven met de ring kunnen tussen deze zijden worden meegelast (2,3).

Een andere mogelijkheid is om het frame te maken door middel van draadvormen. Deze methode is makkelijker en bespaart een hoop materiaal en daarmee ook kosten. Het nadeel hiervan is echter dat het moeilijker wordt om de koffieplaatjes te bevestigen. In samenwerking met het bedrijf *Brokx Schalken BV* (2016) is hiervoor een oplossing bedacht en een proefmodel ontwikkeld (figuur 30).

Figuur 29
Productie
Hexagon



Figuur 30
Draadmodel



Door twee metaaldraden langs elkaar te lassen ontstaat er een naad in het midden. Deze naad is er zowel in de liggende als de rechtopstaande frame onderdelen. Op deze manier zou het plaatje van 1.5 mm tussen deze naad geklemd kunnen worden. In de praktijk bleek de naad niet diep genoeg om er daadwerkelijk iets tussen te kunnen klemmen. Door de naad dieper te maken en te zorgen dat het plaatje hier precies tussen valt kan dit ontwerp geoptimaliseerd worden.

Behalve het inklemsysteem zijn er meerdere opties om het koffiemateriaal aan het frame te verbinden, zoals een schroefverbinding of een verbinding met drukknopen. Inklemmen heeft echter de meeste voordelen ten opzichte van de andere technieken. Zo heeft het weinig kleine losse onderdelen en zijn er minder bewerkingsstappen nodig.

Materialen
Het frame wordt gemaakt van zwart- of koperkleurig metaal (figuur 31). De plaatjes zijn lichtdoorlatend met een zo hoog mogelijke stijfheid. Wanneer het filigrain patroon wordt toegepast hoeft het materiaal niet lichtdoorlatend te zijn.

De hexagon hanglamp leent zich goed voor het toepassen van Oosterse patronen en kleuren. Het koffiemateriaal kan direct bewerkt worden of er kan materiaal worden toegevoegd. Een achtergrondpatroon, kleur of vulling kan makkelijk gerealiseerd worden door het inklemsysteem van het frame. Daarbij kan het ook makkelijk verwisseld worden, waardoor de gebruiker kan blijven variëren. Op deze manier kan de lamp meegaan met de trends wat een positieve invloed heeft op de levensduur van de lamp.

Hieronder worden vijf manieren genoemd om het koffiemateriaal te bewerken en toe te passen in dit concept:
- Filigrain patroon creëren
- Reliëf creëren
- Achtergrondpatroon toevoegen (figuur 31)
- Vulmateriaal toevoegen
- Achtergrondkleur toevoegen

Haalbaarheid
Het concept is technisch haalbaar. Het frame kan nog geoptimaliseerd worden, zodat het klemsysteem mogelijk wordt. Naast het produceren van het frame kan de rest van de assemblage gerealiseerd worden door medewerkers van sociale werkplaatsen. De kosten van dit ontwerp zijn hoog. Dit heeft te maken met de hoeveelheid koffieplaatjes die nodig zijn in dit concept.

Figuur 31
Lampenframes en patronen

4.1.3 Square Hang -of Stalamp

Onderdelen
De square hang- of stalamp is onderverdeeld in ontwerp A en B. Ontwerp A bestaat alleen uit de organische koffiekap en ontwerp B uit de organische koffiekap verlengd met vier conisch afgesneden koffieplaatjes (figuur 32). Beide ontwerpen laten twee varianten zien, namelijk de square hanglamp en de square stalamp. De hanglamp hangt aan een ketting of snoer en de stalamp staat op een metalen voet.

De specificaties van de lamp:
- Hoogte pot: 140 mm.
- Hoek pot: 100°
- Hoogte lamp: 260 mm.
- Hoeveelheid koffieplaatjes: 4
- Gewicht: 455 gram

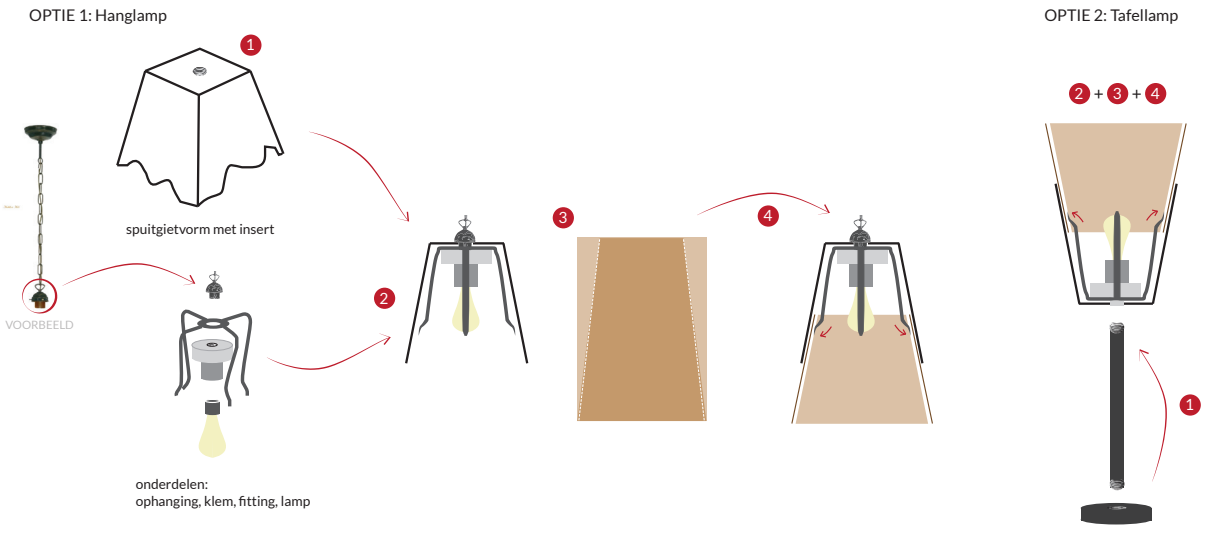
Productie
De productie van de Square hang - of stalamp bestaat uit de volgende stappen, in geval van een klemsysteem:
1. Spuitgieten koffiekap
2. Assembleren fitting en klemsysteem (Ontwerp B)
3. Persen plaatjes (Ontwerp B)
4. Assembleren plaatjes aan kap (Ontwerp B)
5. Assembleren hang of sta onderdelen

In figuur 33 is de assemblage van de lamp weergegeven. In de koffiekap wordt een gat geboord (1). Vervolgens wordt de fitting aan de buitenkant en binnenkant van de pot vastgedraaid met daartussen het klemsysteem (2). Aan de bovenkant kan in geval van de hanglamp een ringnippel worden gedraaid. Hieraan kan een ketting worden verbonden. De geperste plaatjes worden op maat gesneden of zijn al in conische vorm geperst (3). Deze worden vervolgens geklemd tussen het klemsysteem en de wand van de koffiekap (4). De stalamp volgt dezelfde stappen, maar dan met een metalen buis en voet die aan een klemring van de fitting bevestigd kan worden.

Het klemsysteem kan een kunststof onderdeel zijn. Dit moet dan echter een bestaand onderdeel zijn dat kan worden ingekocht. Het laten maken van een mal voor het spuitgieten van een dergelijke klem brengt teveel kosten met zich mee. Een andere mogelijkheid is om een klem te maken van metalen strips die dermate stijf zijn dat ze bij een lichte buiging weer terugveren naar de oorspronkelijke staat.

Figuur 32
Ontwerp A
Ontwerp B

Figuur 33
Productie
Square



Materialen

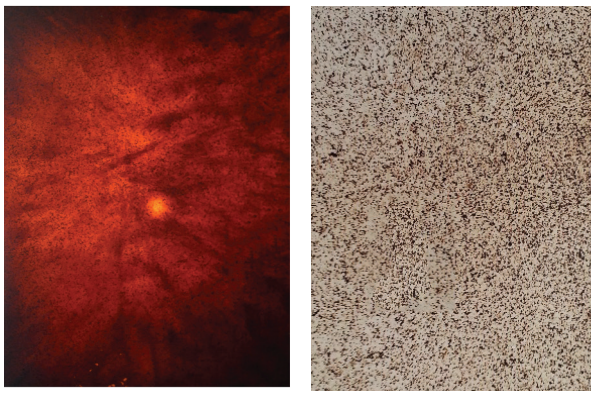
De kap laat geen licht door. Door het toevoegen van korrels met een smelttemperatuur ver boven die van het koffiegranulaat kan een willekeurig gaatjes patroon ontstaan (figuur 34). Doordat de korrels niet meesmelten kunnen deze na het spuitgietproces uit de koffiekap getikt worden. Hiermee zou geëxperimenteerd moeten worden of dit daadwerkelijk zo zal zijn. Daar wordt in dit verslag verder niet op ingegaan, maar het blijft een interessant onderzoek voor de toekomst. Zeker omdat ontwerp A hiermee een stuk spannender wordt en meer verlichting oplevert.

Figuur 34
Ontwerp A: gaatjes patroon

Bij ontwerp B wordt de koffiekap verlengd met lichtdoorlatende koffieplaatjes. Dit versterkt de koffiebeleving door de bruinige kleur en vezelige structuur die te zien is wanneer er licht door het materiaal schijnt. Ook kunnen de plaatjes worden gebruikt waarbij de koffiekorrels al duidelijk herkenbaar zijn zonder dat er licht op schijnt (figuur 35). Het is belangrijk dat de plaatjes stijf genoeg zijn zodat ze niet naar binnen gaan hangen.

Haalbaarheid

Ontwerp B is technisch haalbaar. Er moet echter goed uitgezocht worden wat de meest logische en voordelige manier is om de plaatjes aan de koffiekap te verbinden. De vraag is of het klemsysteem genoeg stevigheid en stabiliteit geeft. De mogelijkheden voor het gaatjespatroon van ontwerp A (figuur 34) vereist nader onderzoek. De kosten zijn erg afhankelijk van het productieproces. Wanneer het productieproces van de koffiekap (deels) geautomatiseerd kan worden gaan de kosten aanzienlijk omlaag. Het persen van de plaatjes dient ook zoveel mogelijk geoptimaliseerd te worden zodat de kostprijs omlaag gaat. Verder heeft dit concept geen dure of speciale inkooponderdelen nodig.



Figuur 35
Koffieplaatjes

4.1.4 Rings Hanglamp

Onderdelen
De rings hanglamp bestaat uit drie ringen, waarvan de binnenste ring (ring 1) het meeste licht doorlaat en de buitenste ring (ring 3) het minste licht doorlaat. De ringen zijn opgebouwd uit de bestaande a5 koffiekrafts. Ring 1 bestaat uit de meest flexibele en lichtdoorlatende krafts van 0.45 mm, ring 2 uit de 0.6 mm koffiekrafts en ring 3 uit de minst flexibele en lichtdoorlatende krafts van 1 mm. Om de ringen aan elkaar te bevestigen zijn een aantal inkooponderdelen nodig, waaronder een frame, H-profielen, ronde profielen en twee lange schroeven.

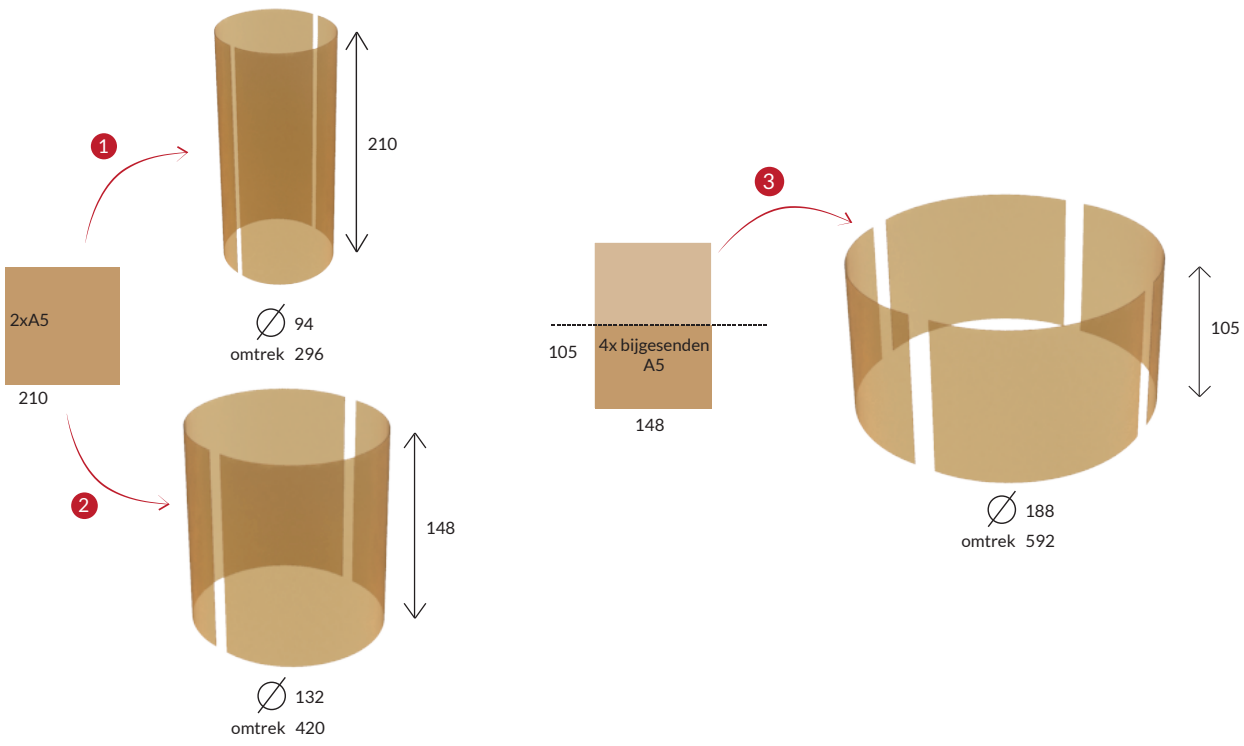
De specificaties van de lamp (figuur 36):
- Hoogte ring 1: 210 mm.
- Diameter ring 1: 94 mm.
- Hoogte ring 2: 148 mm.
- Diameter ring 2: 132 mm.
- Hoogte ring 3: 105 mm.
- Diameter ring 3: 188 mm.
- Hoeveelheid koffiekrafts: 8
- Gewicht: 260 gram

Productie
De productie van de rings hanglamp bestaat uit de volgende stappen:

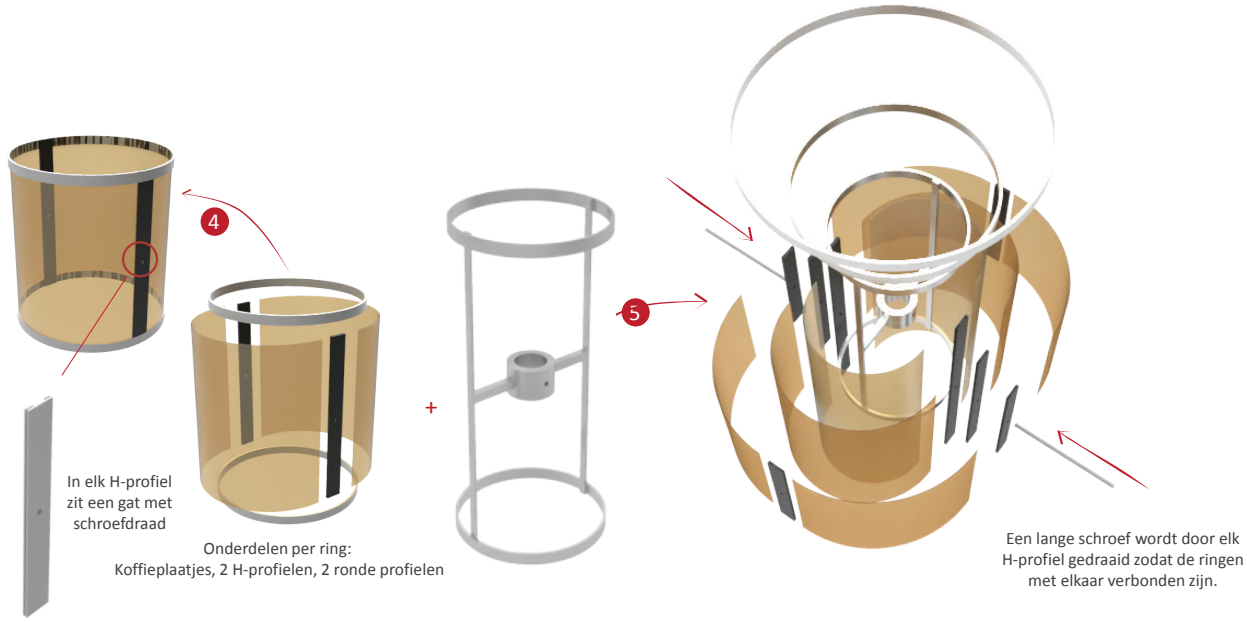
1. Persen krafts 0.45 mm
2. Persen krafts 0.6 mm
3. Persen krafts 1 mm (+ op maat snijden)
4. Produceren frame
5. Assembleren lamp + overige lamponderdelen

De ringen zijn samengesteld uit meerdere koffiekrafts (figuur 36). Na het persen van de krafts (1,2,3) worden de 1 mm krafts gehalveerd, waardoor vier a6 formaten ontstaan. Voor het assembleren van de ringen (figuur 37) is een frame nodig waaraan de binnenste ring bevestigd is. Dit frame bestaat uit simpele onderdelen en kan zelf geproduceerd worden door twee metalen ringen en twee platte metalen stripjes aan elkaar de lassen. Daaraan kan vervolgens de middelste ring voor de fitting worden gelast. Er kan ook voor gekozen worden om het produceren van het frame uit te besteden en in te kopen, wanneer dit niet in sociale werkplaatsen te maken is. De krafts worden bij elkaar gehouden door H-profielen en een ring aan beide uiteinden (4). In de H-profielen is precies in het midden een schroefdraad verwerkt. In het midden van het frame zit een ring waarin de fitting kan worden bevestigd. Ook hierin is een schroefdraad verwerkt, zodat uiteindelijk alle onderdelen aan elkaar kunnen worden bevestigd door een lange schroef door de H-profielen van elke ring te draaien en deze vervolgens vast te schroeven aan het frame (5).

Figuur 36
Onderdelen Rings



Figuur 37
Productie Rings



Figuur 38
Materialen in eindontwerp

Materialen

In het algemeen geldt hoe flexibelere het materiaal, hoe beter de lichtdoorlaatbaarheid. Dat komt goed uit bij het ontwerp van deze lamp (figuur 38). De meest geschikte materialen hiervoor zijn de geperste koffiekrafts van PLA met koffiedik van Alpha Enzyms (figuur 20). Deze zijn het meest flexibel en daarbij laten deze materialen ook zonder dat er licht op schijnt het duidelijkst het verschil in koffiedik verhouding zien. Van de koffiekrafts is de maximale buigradius berekend om te bepalen welke geschikt zijn om te gebruiken in dit ontwerp (figuur 39).

Figuur 39
Koffiekrats en buigradius

ring 1
dikte: 0.45 mm.
buigradius: 5cm.

ring 2
dikte: 0.6 mm.
buigradius: 8.3 cm.

ring 3
dikte: 1 mm.
buigradius: 21.3 cm.

Figuur 40
Diverse ontwerpen

Er zijn drie varianten gemaakt van de rings hanglamp, waarbij het gebruik van Oosterse patronen en kleuren is toegepast op de middelste ring. Hierdoor worden de Oosterse kenmerken op subtiele wijze zichtbaar gemaakt zonder dat de herkenbaarheid van het koffiemateriaal achteruit gaat. Daarbij kan door het creëren van een patroon op de middelste ring een interessant lichteffect ontstaan op de binnenkant van de buitenste ring. Bij de drie varianten is geëxperimenteerd met kleur, een gaatjespatroon en een achtergrondpatroon (figuur 40). Ook is bij de middelste variant geëxperimenteerd met andere formaten van de ringen om te kijken wat dit met de vorm en uitstraling van de lamp doet.

Haalbaarheid

Het concept is technisch haalbaar. De assemblage van dit concept is wel wat complexer en er zijn er veel losse onderdelen voor nodig. Het gaat echter om simpele bestaande onderdelen waardoor de kosten hiervan niet al te hoog zullen zijn. Doordat de koffiekrafts geklemd zitten tussen twee H-profielen en twee ronde profielen aan de boven- en onderkant hoeft het koffiemateriaal niet vastgelijmd te worden. Hierdoor is het ontwerp volledig demonteerbaar en kunnen de losse onderdelen hergebruikt worden aan het einde van de levensfase van de lamp. De meeste kosten die dit concept met zich meebrengt zijn de hoeveelheid koffiekrafts. Er kan in plaats van persen ook gekeken worden naar het kalanderen van de koffiematerialen voor de ringen. Maar het is de vraag of de benodigde breedte van de ringen haalbaar is. Ook zal er dan een nieuwe assembleermethode bedacht moeten worden.

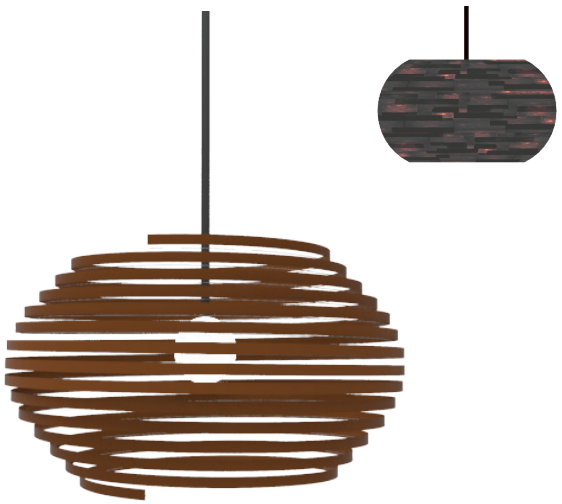
4.1.5 Ufo hanglamp

Onderdelen
De ufo hanglamp bestaat uit drie hoofdonderdelen: het frame, de spiraal en de koffiestrook. De spiraal bepaalt de vorm van de lamp. In dit concept wordt zoveel mogelijk de vorm van het eerste idee benaderd (figuur 41).

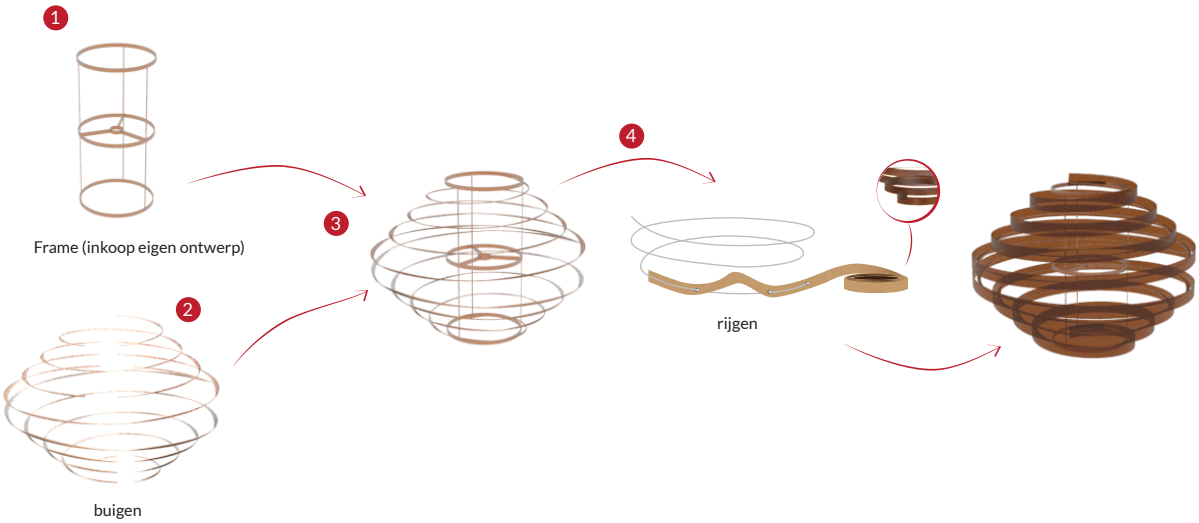
De specificaties van de lamp:
- Hoogte lamp: 400 mm
- Minimaal breedte: 600 mm.
- Maximale breedte: 300 mm.
- Lengte koffiestrook: 10 m.
- Gewicht: 2000 gram

Productie
De productie van de ufo hanglamp bestaat uit de volgende stapen:
1. Produceren frame
2. Produceren spiraal
3. Kalanderen koffiestrook + perforeren gaatjes
4. Rijgen koffiestrook aan spiraal
5. Assembleren spiraal aan frame
6. Assembleren overige lamponderdelen

In figuur 42 zijn de productiestappen weergegeven. Het produceren van het frame en de spiraal worden uitbesteed (1,2). De boven en onder ringen zijn holle buizen. Dit is nodig om later de uiteinden van de spiraal in te schuiven (figuur 43). De spiraal kan gemaakt worden door een buigmachine. Deze kan zo worden ingesteld dat de buigradius varieert gedurende het proces. Het is een nauwkeurig proces, waardoor het buigen van één frame relatief lang duurt. De koffiestrook wordt gemaakt met de kalandermachine. Hier worden vervolgens op regelmatige afstand gaatjes in geperforeerd, zodat deze om de spiraal geregen kan worden (4). Het geheel wordt aan het frame bevestigd door de uiteinden van de spiraal in de holle ringen te schuiven. Hierdoor blijft het concept makkelijk demonteerbaar en is het koffiemateriaaal los te halen van de overige materialen bij het einde van de levensfase.



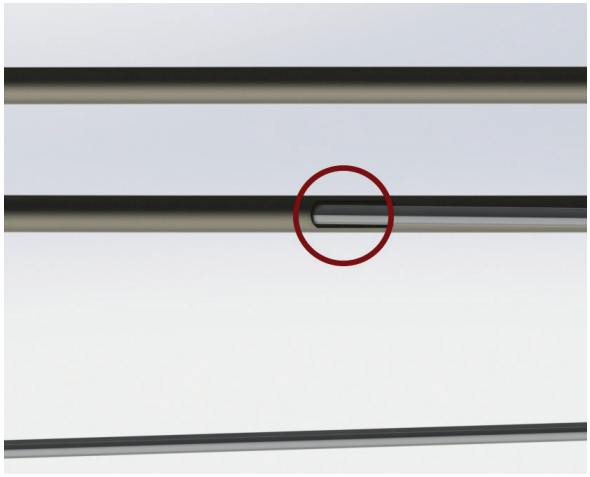
Figuur41
Herontwerp ufo hanglamp



Figuur 42
Productie Ufo

Materialen

Om ervoor te zorgen dat de vorm van de lamp niet uitzakt naar beneden moet het materiaal van de spiraal een hoge stijfheid hebben. Hiervoor kan RVS verenstaal gebruikt worden met een diameter van 1,25 mm (Desmar Specials BV., 2016).



Figuur 43 *Spiraal verbinding aan frame*

Het koffiemateriaal wordt gemaakt op de kalandermachine en is zeer flexibel. Een koffiepercentage van 30% kan bereikt worden. Het voordeel van kalanderen is dat het materiaal in één keer geproduceerd kan worden en dat het proces te automatiseren is. Op dit moment ontstaat bij het kalanderproces een flexibele strook die niet overal een gelijke breedte heeft. Dit kan juist een positieve materiaalbeleving geven doordat het op deze manieer natuurlijker oogt dan wanneer het perfect recht zou zijn (figuur 44, a). Aangezien het materiaal lichtdoorlatend is kan ook hier worden gedacht aan het toevoegen van een Oosters patroon of kleur. Zo kan er bijvoorbeeld een achtergrondpatroon achter het koffiemateriaal worden geplaatst (figuur 44,b).

Haalbaarheid

Het produceren van de spiraal is buigtechnisch haalbaar. Het is echter de vraag of het frame ter hoogte van de grootste diameter niet uit elkaar gaat zakken. Daarvoor kan eventueel een extra versteviging worden aangebracht. De assemblage van de lamp is eenvoudig en kan in sociale werkplaatsen uitgevoerd worden. De grootste kostenpost die bij dit ontwerp komt kijken is het laten produceren van de spiraal. Het kalanderen kan geoptimaliseerd worden en is voor een groot deel al een geautomatiseerd proces. De kosten van de koffiestrook zijn daarom een stuk lager dan bij andere productiemethoden.

a) Flexibele strook b) Achtergrondpatroon

Figuur 44 *Koffiestroken*

4.2 Conceptkeuze

Voordat de concepten worden getest aan de eisen is eerst een overzicht gemaakt op basis van voorgaande analyses en conceptuitwerkingen (tabel 2). Hierin zijn de belangrijkste aspecten van de concepten weergeven, zoals de kosten, de productiemogelijkheden en het energieverbruik van de productie.

De conceptkeuze (tabel 3) is gemaakt aan de hand van de conceptspecifieke eisen en wensen (grijs). Alle concepten voldoen aan de algemene eisen. Met behulp van onder andere het conceptoverzicht in tabel 2 en de feedback van Orientals worden de concepten beoordeeld.

Bij de beoordeling van de concepten is eerst de prioriteit van de conceptspecifieke eisen en wensen bepaald:

1 Niet heel belangrijk
2 Belangrijk
3 Heel erg belangrijk

Vervolgens is bepaald in hoeverre de eis wel of niet voldoet. Dit is als volgt aangegeven in tabel 3:

5 voldoet het best
3 voldoet redelijk of kan mogelijk voldoen
1 voldoet het minst

De uiteindelijke score wordt bepaald door het getal waarmee de prioriteit wordt aangeduid te vermenigvuldigen met het voldoeningsgetal en deze vervolgens bij elkaar op te tellen om tot een totaalscore te komen.

Input Orientals
Een bepalende factor bij de uiteindelijke conceptkeuze is de wens van Orientals. Daarom zijn de concepten gepresenteerd naar Orientals en hebben zij uiteindelijk bepaald welk concept het is geworden.

Orientals heeft gekozen voor het tweede concept. Zij vonden door de organische vorm van de koffiekap het duidelijkst naar vormen komen dat de lamp van een natuurlijk materiaal gemaakt is. Hiermee kunnen ze de gewenste koffiebeleving overbrengen op de consument. Naast concept twee werden ook het eerste en derde concept genoemd. Het vierde concept vonden ze het minst passen in hun assortiment.

Definitieve conceptkeuze
De beoordeling van de concepten en de wens van Orientals komen met elkaar overeen. De keus is daarom makkelijk gemaakt: de *square* wordt in het volgende hoofdstuk verder toeglicht. Orientals heeft gekozen voor de hangende variant van ontwerp B (figuur 45).

Figuur 45
Gekozen concept

Tabel 2
Concept overzicht

	concept 1	concept 2	concept 3	concept 4
Productiemethode koffiemateriaal (1 lamp)	persen (6 plaatjes)	spuitgieten (1 kap)/ persen (4 plaatjes)	persen (8 krafts)	kalanderen (1 strook)
kosten koffiegranulaat* tijd arbeid kans op fouten +	1 1 uur Intensief Laag	3 15 min / 1/2 uur Matig / Intensief Gemiddeld	1 1 uur Intensief Laag	2 1 kwartier Laag Laag
kosten	Hoog	Hoog	Hoog	Laag
50 stuks productie (tijd - arbeid - kans op fouten)	- - +	o/- o/- o	- - +	+ + +
massaproductie	Nee	Nee	Nee	Ja
energieverbruik	Hoog	Hoog	Hoog	Gemiddeld
koffiepercentage	30%	kap: 50% plaatjes: 30%	30%	tot 30%
materiaalbeleving	Keuze uit meerdere varianten	Kap; organisch Plaatjes: keuze uit meer varianten	Keuze uit meerdere varianten	Koffiekleur duidelijk herkenbaar. Glad oppervlak. Afhankelijk van koffiepercentage
Assemblage (1 lamp)				
Inkoop onderdelen	*frame (eigen ontwerp)* fitting, snoer, .. (ophangsysteem)	ophang of sta systeem fitting, snoer, .. (klemonderdeel)	*frame (eigen ontwerp)* Losse onderdelen (bestaand) fitting, snoer, ..	*spiraal (eigen ontwerp)* *frame (eigen ontwerp)* fitting, snoer, .. (ophangsysteem)
kosten inkoop tijd arbeid kans op fouten +	Gemiddeld 5 min Makkelijk Laag	Laag 5 à 10 min Makkelijk Laag	Gemiddeld 1/2 uur Gemiddeld Gemiddeld	Hoog 15 min Gemiddeld Laag
kosten	Gemiddeld	Laag	Gemiddeld	Hoog
50 stuks productie (kosten inkoop - tijd - arbeid - kans op fouten)	o + + +	+ + + +	o o o o	- o o +
energieverbruik**	Gemiddeld	Laag	Gemiddeld	Hoog
deassemblage	Makkelijk	Makkelijk	Gemiddeld	Makkelijk
Totale kosen lamp	Boven gemiddeld	Gemiddeld	Boven gemiddeld	Gemiddeld
Totale productie (geschiktheid 50 stuks)	- - + o + + + = (++)	o/- o/- + + + + =(++)	- - + o o o o =(-)	+ + + - o o + =(+++)
Totale energieverbruik	Boven gemiddeld	Gemiddeld	Boven gemiddeld	Boven gemiddeld

* gebaseerd op de hoeveelheid benodigd koffiedik op een schaal van 1 (weinig) tot 5 (veel).
** hierbij is het energieverbruik van de inkooponderdelen meegerekend. Zo kost bijvoorbeeld het vervaardigen van de spiraal (concept 4) veel energie.

Tabel 3
Conceptkeuze

	De Coffee Based design lamp...	prioriteit	concept 1	concept 2	concept 3	concept 4
1	...past binnen het assortiment van Orientals	3	3	5	3	1
2	...heeft een consumentenprijs die past binnen het aanbod van Orientals	3	1	3	1	3
3	...draagt de gewenste materiaalbeleving uit	3	3	5	3	3
4	...heeft een zo lang mogelijke levensduur	2	3	3	3	3
5	...is volledige demonteerbaar	3	5	5	5	5
6	„heeft zo min mogeiljk milieu impact gedurende alle fasen van de levenscyclus	1	1	3	1	1
Het koffiemateriaal...						
7	...is gemaakt van tenminste 30% koffiedik	2	5	5	5	5
	...is gemaakt van tenminste 50% koffiedik	1	3	5	1	1
De overige benodigde materialen voor de lamp...						
8	...worden zoveel mogelijke lokaal geproduceerd	2	5	5	5	3
9	*...zijn gemaakt van duurzame materialen*	1	3	3	3	3
De productie van het koffiemateriaal...						
9	...levert gelijkwaardige materialen op	3	5	3	5	5
10	*...is geschikt voor massaproductie*	1	1	1	1	3
De productie van de Coffee Based design lamp...						
11	...is te assembleren in sociale werkplaatsen	3	5	5	3	3
12	...is geschikt voor het vervaardigen van een testserie voor Orientals	3	3	3	1	5
13	... kost zo weinig mogelijk energie	1	1	3	1	1
Bij het einde van de levensduur van de Coffee Based design lamp...						
14	...zijn alle onderdelen herbruikbaar, recyclebaar of industrieel composteerbaar	3	3	5	5	3
Totaal			119	143	111	115

4.3 Conclusies

De belangrijkste factoren die tot de conceptkeuze hebben geleid worden hieronder toegelicht.

Kosten
In tabel 2 is te zien dat de kostenschatting gebaseerd is op de kosten van het koffiemateriaal en de kosten van de assemblage. Voor het schatten van deze kosten is rekening gehouden met de hoeveelheid benodigd materiaal, de tijd voor het produceren van één lamp, de intensiteit van de arbeid en de kans op productiefouten. Daarmee is tevens bepaald of het concept geschikt is voor een eerste testserie van 50 stuks.

Van de eerste drie concepten is het productieproces van de koffiematerialen relatief duur. Dit komt doordat het persen van de plaatjes langer duurt en lastig te automatiseren is. Het vierde concept zou dan de beste optie zijn, omdat hier een lange strook in een keer geproduceerd kan worden met het kalanderproces. Het nadeel van dit concept is dat het maken van de spiraal veel kosten met zich meebrengt, omdat hier geavanceerde machines voor nodig zijn.Het gekozen concept, de *square hanglamp*, heeft als voordeel dat er naast de koffiematerialen geen hele dure inkooponderdelen nodig zijn. Voor concept twee en drie is ook een frame nodig, waardoor de kosten van de inkooponderdelen redelijk hoog liggen. Het assembleren van de lampen is eenvoudig. Het derde concept bestaat uit de meeste onderdelen en is daardoor wat ingewikkelder.

Assemblage
Het is belangrijk dat de lamp makkelijk te assembleren is, zodat deze in sociale werkplaatsen gemaakt kan worden. Dit is niet alleen goedkoper, maar draagt ook bij aan het creëren van lokale en sociale werkgelegenheid. Ook is het deassembleren van de lamp belangrijk. Wanneer alle onderdelen, die van een verschillend materiaal gemaakt zijn, van elkaar los te halen zijn vergroot dit de mogelijkheden voor recycling of upcycling bij afdanking van de lamp.

Milieu-impact
In tabel 2 is de totale hoeveelheid benodigde energie voor de concepten geschat. In deze schatting is het productieproces van de koffiematerialen meegerekend samen met de productieprocessen voor de assemblage en eventuele inkooponderdelen. Het persen van de plaatjes die in de eerste drie concepten worden gebruikt kosten relatief meer energie dan het kalanderen van de koffiestrook. Met als kanttekening dat het kalanderen vooral energie-efficiënt wordt wanneer het koffiemateriaal in massa's geproduceerd wordt. Dit geldt ook voor de kosten van het kalanderen.
Door de simpele assemblage en inkooponderdelen van de *square hanglamp* is het totale energieverbruik voor het maken van deze lamp het laagst. Dit neemt echter niet weg dat het produceren van de koffiematerialen voor dit concept, de koffiekap en de koffieplaatjes, behoorlijk wat energie kost. De impact op het milieu wordt verder toegelicht in paragraaf 6.4.

Orientals
De input van Orientals is beslissend geweest voor de uiteindelijke conceptkeuze. Zij moeten het product tenslotte afnemen en op de markt brengen. Hun keuze kwam overeen met de uitslag uit de conceptkeuzetabel. Tijdens de feedbacksessie hebben zij laten weten dat het tweede concept een goede aanvulling is op het bestaande assortiment en het best de gewenste materiaalbeleving uitstraalt. Concept twee en drie waren een tweede keuze en het vierde concept werd het minst interessant genoemd.

Lokale productie
Het is belangrijk dat het product lokaal geproduceerd kan worden. Op deze manier worden zowel kosten als milieu gespaard. Voor ieder concept geldt dat hier mogelijk aan kan worden voldoen. Dit is vooral afhankelijk van waar de inkooponderdelen vandaan komen.

Levensduur
Het is lastig om iets te zeggen over de levensduur van het koffiemateriaal, omdat het materiaal vrij nieuw is en nog in ontwikkeling. Wel kan geschat worden in hoeverre de onderdelen van een product aan het einde van de levensfase herbruikbaar zijn. Daarvoor is het belangrijk dat alle onderdelen demonteerbaar zijn en dat de materialen herbruikbaar of recyclebaar zijn.

Uitdagingen
De grootste struikelblokken van het gekozen concept zijn de kosten, de impact op het milieu en de assemblage van de plaatjes aan de kap. In de detailleringsfase zal daarom zoveel mogelijk onderzoek verricht worden naar deze aspecten. Wanneer deze zoveel mogelijk geoptimaliseerd zijn is het mogelijk om een testserie van 50 stuks te vervaardigen voor Orientals.

5. Concept detaillering

In dit hoofdstuk wordt het concept tot in detail uitgewerkt. De onderdelen, afwerking en assemblage worden besproken in de technische uitwerking. Daarna wordt het verkoopscenario bepaald en een materiaalkeuze gemaakt. In het prototype wordt dit materiaal vervolgens toegepast. Ten slotte wordt dieper ingegaan op verschillende manieren die de koffieherkenbaarheid kunnen vergroten.

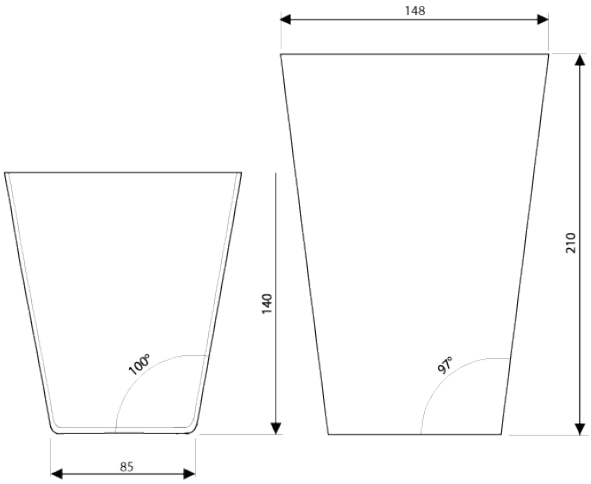
5.1 Technische uitwerking

5.1.1 Onderdelen

Afmetingen

De afmetingen van de lamp zijn bepaald door de afmetingen van de koffiekap en de koffieplaatjes. Er is uitgegaan van a5 koffieplaatjes. Doordat de organische vorm van de kap verkregen wordt door het niet helemaal volspuiten van de mal is de hoogte van de kap variabel. Ook de wanddikte is niet overal gelijk. Zeker bij de randen en hoeken is deze wat dikker. In het proefmodel is de grootste hoogte ongeveer 140 mm en de wanddikte rond de 5 mm. Het formaat aan de bovenkant van de kap is 85 mm x 85 mm, een omtrek die - hoe dichter bij de rand - onder een hoek van ongeveer 100 graden geleidelijk toeneemt (figuur 46). Het formaat van de koffieplaatjes is empirisch bepaald. Uit een a5 formaat bleek de beste hoek rond de 97 graden te zijn. Op deze manier is het koffieplaatje voor een groot deel zichtbaar en is de gleuf tussen de koffieplaatjes het kleinst. Het koffieplaatje kan dan bevestigd worden met een afstand van ongeveer 50 mm van de onderkant (figuur 47,a). Wanneer de hoek 100 graden wordt, dezelfde als van de kap, dan zouden de koffieplaatjes het best op elkaar aan kunnen sluiten met zo klein mogelijke gleuven. Er is dan echter weinig zichtbaar van het koffieplaatje (figuur 47, b). Wanneer het koffieplaatje omhoog geplaatst wordt ontstaan er te grote gleuven tussen de krafts (figuur 47, c)

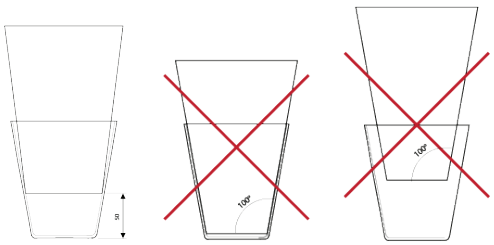
Figuur 46 afmetingen koffiekap (links) koffiekraft (rechts)



Afwerking

De organische vorm van de koffiekap zorgt voor een natuurlijke uitstraling. Om deze beleving te versterken kunnen ook de mogelijkheden worden onderzocht naar het persen van plaatjes met een organische afwerking (figuur 48). Daarnaast is de afwerking van de gleuven een belangrijk aspect om naar te kijken. Of er smalle, brede of helemaal geen gleuf tussen de krafts zit heeft grote invloed op het uiteindelijke resultaat (figuur 49). Wanneer er gekozen wordt voor afgewerkte of smalle gleuven is het belangrijk dat de schuine zijden van de koffieplaatjes parallel lopen van elkaar. In verband hiermee zal toch gekeken moeten worden naar de mogelijkheden voor het produceren van grotere koffieplaatjes, zodat deze onder dezelfde hoek als de koffiekap afgesneden kunnen worden.

Figuur 47 afmetingen

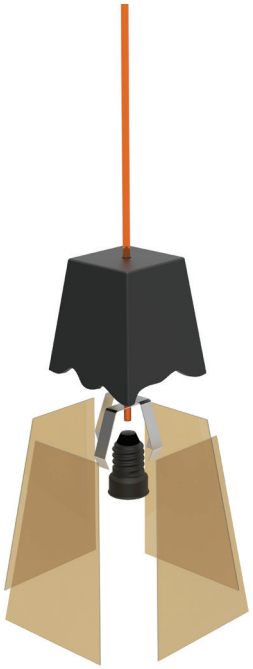


a) Bevestiging b) Te weinig kraft zichtbaar c) Te grote gleuf

Figuur 48
Afwerking recht en organisch

Figuur 49
Afwerking gleuven

Figuur 50
Onderdelen en assemblage



Overige lamponderdelen
In figuur 50 zijn alle onderdelen van de lamp weergegeven. Bij aankoop van de lamp worden de volgende lamponderdelen meegeleverd:

- E14 fitting
- snoer
- verbindingsmaterialen (plaatjes aan kap)
- ketting (optioneel)
- ringnippel (optioneel)
- plafondkapje (optioneel)

De fitting, het snoer en de verbindingsmaterialen zijn al geassembleerd bij aankoop. De ketting en bijbehorende ringnippel zijn optioneel. De lamp is erg licht en kan in principe ook alleen aan een snoer hangen. Ook het plafondkapje is optioneel. Aan de hand van de feedback van Orientals zal hierop verder worden ingegaan (sectie 5.2.2). Er wordt geen LED lamp meegeleverd. Wel wordt er aan de hand van de prototype tests een advies meegegeven aan de gebruikers.

5.1.2 Assemblage

Naast de afwerking van de gleuven is de grootste uitdaging het assembleren van de koffieplaatjes aan de koffiekap zodat deze stabiel, veilig en losneembaar zijn. Hiervoor zijn vijf opties weergegeven (figuur 51). Deze worden hieronder kort toegelicht.

Klemmen
Het klemsysteem kan bevestigd worden door deze tussen de fitting en de kap te plaatsen. De klem bestaat uit twee metalen strips die zo gebogen zijn dat ze tegen de binnenwand van de koffiekap drukken. Door ze iets naar binnen te halen kan een koffieplaatje achter de klem geplaatst worden. De materiaalkeuze en de hoek waaronder de klem gebogen wordt zijn hierbij erg belangrijk. Deze twee factoren zorgen er namelijk voor dat het koffieplaatje stabiel blijft hangen.

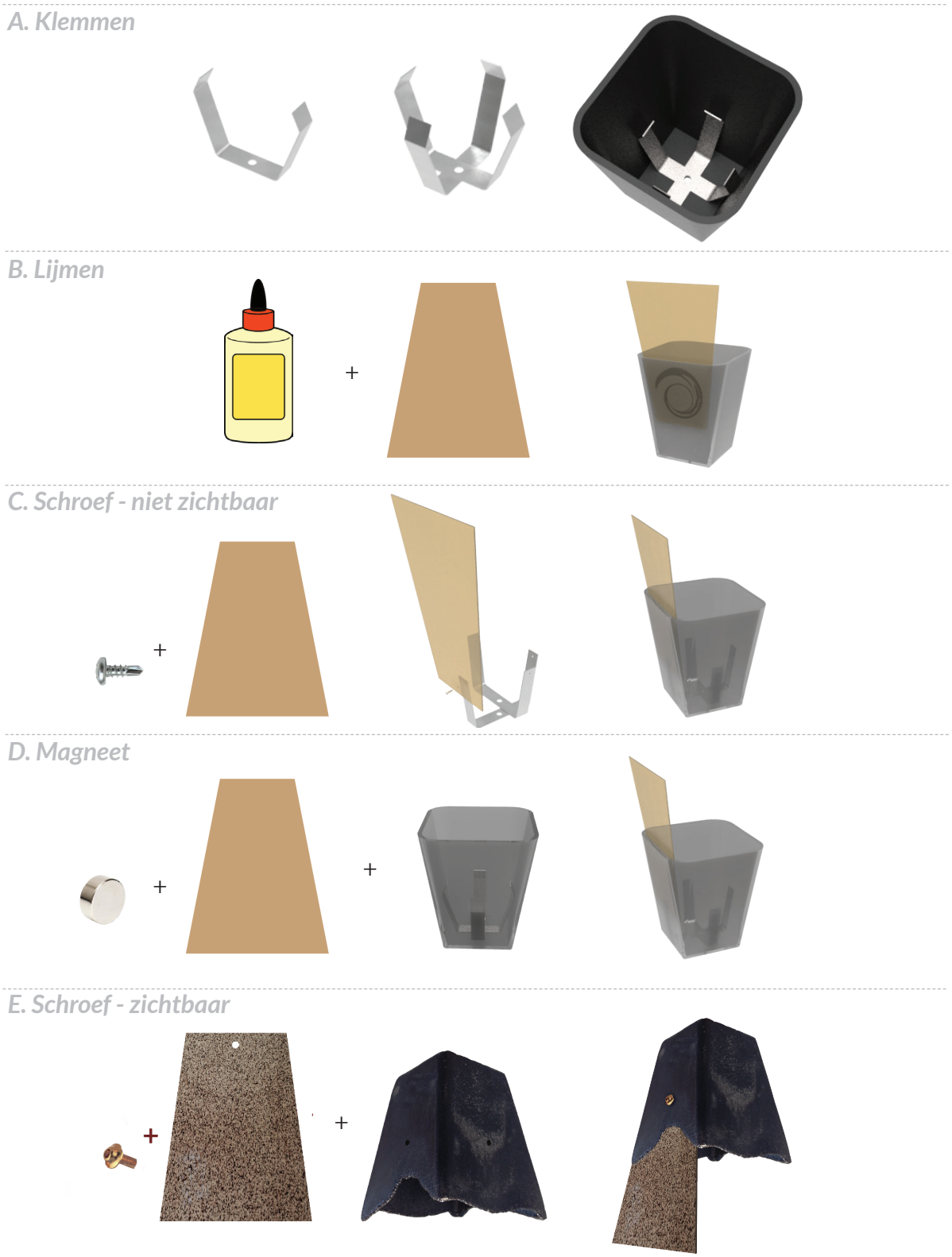
Lijmen
Aangezien beide materialen van dezelfde grondstoffen zijn gemaakt, kan ook gekozen worden voor een vaste verbinding, zoals lijmen. Het is wel belangrijk dat de lijm biologisch afbreekbaar is. Een bekend en betaalbaar voorbeeld hiervan is houtlijm. Uit een test met deze lijm blijkt echter dat dit geen sterke verbinding geeft. In eerste instantie blijven de materialen wel aan elkaar zitten, maar ze zijn ook weer makkelijk van elkaar los te trekken.

Schroef - niet zichtbaar
Met een zelfde soort onderdeel als het klemonderdeel kan door middel van een schroefverbinding het koffieplaatje aan de kap bevestigd worden. Hiervoor moet wel een gaatje gemaakt worden in het koffiemateriaal. Het voordeel hiervan is dat het koffieplaatje niet kan verschuiven en daardoor stabieler op de plaats blijft. Daarbij wordt het plaatje tegen het rechte en gladde oppervlak van de metalen onderdelen geklemd en niet tegen het onregelmatige oppervlak van de koffiekap.

Magneet
In plaats van een schroef wordt een kleine sterke magneet gebruikt om het koffieplaatje aan het klemonderdeel te bevestigen. Het voordeel hiervan is dat er geen gaatje in het koffiemateriaal gemaakt hoeft te worden en dat de plaatjes makkelijk losneembaar zijn. Hiervoor hoeft niet eerst de hele lamp uit elkaar gehaald te worden, zoals bij de niet zichtbare schroefverbinding het geval is.

Schroef - zichtbaar
Hierbij wordt de schroef aan de buitenkant geplaatst. Het is belangrijk dat deze bij de uitstraling van de lamp past. Het nadeel van deze methode is dat er ook gaatjes in de koffiekap geboord moeten worden.

Figuur 51
Assemblage plaatjes en kap



5.2 Scenario's

Tijdens de doelgroepanalyse is een onderscheid gemaakt tussen twee scenario's (figuur 9).

1. B2C: Aan winkeliers die de lamp verkopen aan consumenten. De lamp wordt gebruikt in de woon- of eetkamer.
2. B2B: Bijvoorbeeld in koffietentjes om de associatie met koffie te versterken. Maar ook in kantoren, lunchrooms of ontvangsthallen.

5.2.1 B2C en B2B

De gestelde eis voor de consumentenprijs bedraagt maximaal 100 euro. Wanneer het B2C scenario gevolgd wordt (VG --> Orientals --> Winkelier --> Gebruiker) en er wordt uitgegaan van een factor 2 winstmarge tussen elke schakel, betekent dit een maximale kostprijs van 25 euro. In de feedbacksessie met Orientals wordt zelfs gesproken over een kostprijs van 20 euro. De haalbaarheid hiervan valt nog te betwijfelen, doordat het persen van de plaatjes en het maken van de koffiekap vooralsnog redelijk arbeidsintensief en tijdrovend is. Het is daarom interessant om te kijken naar eventuele B2B (VG --> Orientals --.> Bedrijven) mogelijkheden. Hierbij zal de kostprijs - bij een maximale verkoopprijs van 100 euro - uitkomen op 50 euro. Dit bedrag zal waarschijnlijk realistischer zijn. Daarbij kan het zo zijn dat bedrijven meer willen investeren in een lamp, zeker wanneer dit ten goede komt van een duurzaam en 'natuurlijk' imago. Daarvoor zullen nog twee ontwerpen worden aangeboden. De 'multi', waaraan drie lampen naast elkaar hangen, ieder op een verschillende hoogte en met een verschillend percentage koffiedik in de koffieplaatjes. En de 'tros' , waarbij drie of vier lampen in een tros samenhangen (figuur 52). De optie om de enkelvoudige lamp aan de consument thuis aan te bieden blijft voorlopig nog open staan.

5.2.2 Feedback Orientals

Een presentatie over voorgaande conceptdetaillering en de verschillende scenario's is opgestuurd naar Orientals. De ontvangen feedback is hieronder samengevat:

- Voorkeur gaat uit naar een organische afwerking van de plaatjes (figuur 48).
- Voorkeur gaat uit naar het 'multi' en 'tros' ontwerp (B2B). Daarbij willen zij ook de enkelvoudige uitvoering aanbieden (B2B/ B2C) (figuur 52).
- Het gewicht van de lamp is erg licht waardoor een ketting niet noodzakelijk is.
- Gekleurd snoer kan een leuke meerwaarde zijn.
- Een eventueel plafondkapje van koffiedik zou een leuke toevoeging zijn.

Figuur 52
Desgin in context

a) Enkel --> B2C/B2B

b) Multi --> B2B

c) Tros --> B2B

5.3 Materiaalkeuze

Aan de hand van een gebruikerstest wordt de materiaalkeuze voor de vier koffieplaatjes bepaald. Vervolgens worden de keuzes voor de overige lamponderdelen toegelicht.

5.3.1 Koffieplaatjes

De materiaalkeuze in een product ontwerp wordt bepaald door de volgende essentiële factoren (Karana, 2009):

- Product: vorm en functie
- Technische eisen
- Bestaande productiemethoden
- Beschikbaarheid van de materialen
- Kosten (materialen en fabricage)
- Sensorische materiaal eigenschappen
- Immateriële eigenschappen van het materiaal (betekenissen toegeschreven aan materialen, opgeroepen emoties, culturele waarden, trends).

Product

De vorm van het materiaal is conisch en zal direct in een conische mal op maat worden geperst. De functie van het product is het geven van (sfeervolle) verlichting. De materiaalkeuze is daarom onder andere afhankelijk van de lichtdoorlatendheid van het materiaal.

Technische eisen

De belangrijkste technische eis van het koffieplaatje is de stijfheid van het materiaal, zodat de plaatjes niet naar binnen gaan hangen. Daarbij moet het bestand zijn tegen de warmte van een LED lamp en tegen de luchtvochtigheid. Ten slotte moet het materiaal lichtdoorlatend zijn.

Bestaande productiemethoden

Warmpersen zal gebruikt worden voor het produceren van de plaatjes. Met deze productiemethode ontstaan plaatjes die zowel stijf als lichtdoorlatend zijn.

Kosten

De kosten worden bepaald door de hoeveelheid koffiegranulaat en het productieproces. Door het persproces te optimaliseren kunnen de kosten worden verminderd (Hoofdstuk 6: Productieplan).

Beschikbaarheid van de materialen

Het koffiegranulaat dat beschikbaar is voor het persen van de plaatjes is gemaakt van PLA met een koffiedikbijdrage van 30 procent.

Sensorische materiaal eigenschappen en immateriële materiaaleigenschappen

Om te bepalen welke sensorische eigenschappen de gewenste betekenis geven aan het materiaal zal een gebruikerstest worden uitgevoerd. De gewenste betekenissen zijn ‘natuurlijk’, ‘kwalitatief hoogwaardig’ en ‘sfeervol’. Daarbij is de koffiebeleving in het product van belang. Deze wordt voor een groot deel bepaald door de herkenbaarheid van de koffie in het materiaal.

5.3.2 Nieuwe ontwikkelingen

Bij Stenden Hogeschool zijn plaatjes en krafts geperst om het prototype mee te maken. Hiervoor is zowel een conische als een rechthoekige (a5) mal gemaakt. Daarnaast hadden ze bij Stenden Hogeschool nog mallen liggen met een formaat van 245 mm bij 170 mm. Deze waren in verschillende diktes beschikbaar en zijn ook gebruikt om testen mee te doen. Uit de verschillende testen zijn weer nieuwe materiaaltexturen en structuren ontstaan. In bijlage J is de documentatie hiervan weergegeven. De belangrijkste resultaten kunnen als volgt worden samengevat:

- De oppervlaktestructuur is afhankelijk van het lossingsmateriaal dat wordt gebruikt. Bakpapier zorgt voor een mat oppervlak, teflon laat een afdruk van de teflon structuur achter, siliconenspray zorgt voor een glad en glanzend oppervlak.
- Siliconenspray zorgt daarnaast ook voor een bepaalde organische structuur in het materiaal, die we nog niet eerder gezien hebben in voorgaande materiaalonderzoeken. Dit kan komen doordat het koffiegranulaat reageert met de siliconenspray waardoor luchtbelletjes ontstaan. Dit gebeurt echter alleen bij de plaatjes met een dikte van 1.5 mm. De dunnere plaatjes geven een subtiel organisch patroon, vergelijkbaar met de eerder geperste koffiekrafts.
- De dikte van de mal, de hoeveelheid granulaatkorrels en de persdruk hebben invloed op de lichtdoorlaatbaarheid. Wanneer er echter te weinig granulaat wordt gebruikt ontstaan er gaatjes in de geperste plaatjes.
- Er kunnen drie plaatjes op elkaar geperst worden. Vijf was te veel, de warmte kon niet doordringen tot de middelste mal.
- Een organische afwerking is mogelijk door de mal niet helemaal tot onderaan te vullen.
- De dikte bepaalt de mate van stijfheid en flexibiliteit.

5.3.3 Gebruikerstest

De materiaalkeuze wordt gemaakt zodat de intentie van de ontwerper in de Coffee Based design lamp tot uiting komt:

*Het eindproduct past binnen het **assortiment van Orientals**. De Coffee Based design lamp geeft **sfeer** aan het interieur van de gebruiker en wordt beleefd als een **kwalitatief hoogwaardige** lamp die tevens **natuurlijkheid** uitstraalt. Het is duidelijk dat de lamp gemaakt is van **koffiedik**, waardoor de consument **verrast** wordt en tegelijkertijd **bewust** gemaakt wordt van de hoeveelheid restaval die zomaar wordt weggegooid. De gebruiker wordt **geïnspireerd** door de mogelijkheden van de reststroom koffiedik, waardoor **restafval een nieuwe betekenis** krijgt en niet langer direct als waardeloos materiaal zal worden afgeschreven.*

De *square hanglamp* is gekozen door Orientals. Daarmee is bepaald dat Orientals deze lamp een goede toevoeging vindt op het bestaande assortiment. Of het materiaal in de Coffee Based design lamp sfeer geeft aan het interieur, waarbij het natuurlijkheid en kwaliteit uitstraalt en waarin de koffie duidelijk herkenbaar is, zal uit de gebruikerstest blijken. Daarbij zal aan de testpersonen gevraagd worden of ze verrast en geïnspireerd zijn door het materiaal en of ze nu anders kijken naar restafval. Hiermee kan bepaald worden of de intentie van de ontwerper ook daadwerkelijk overkomt op de gebruiker.

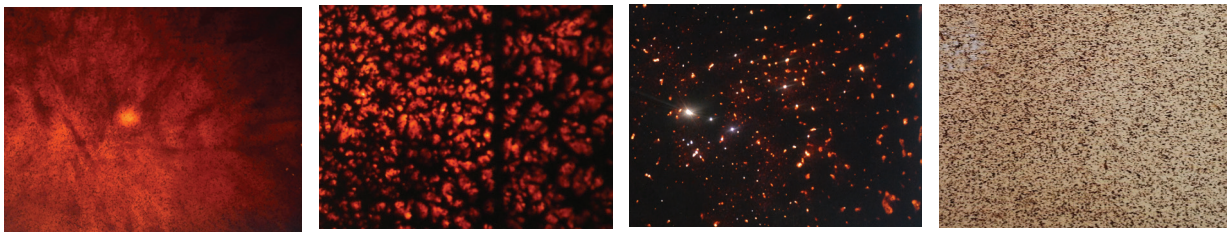
Voor de test zijn 12 personen ondervraagd. Hierbij worden de materialen van de laatste ontwikkelingen bij Stenden Hogeschool gebruikt en de transparante koffiematerialen van Alpha Enzyms. De test is gebaseerd op de volgende verschillen tussen de materialen:

- Oppervlakte afwerking (mat, glans, textuur)
- Vorm afwerking (organisch of recht)
- Structuur door licht (organisch, subtiel organisch, gaatjes, korrels, zie figuur 53)
- Combinatie oppervlakte afwerking (mat, glans) met structuur door licht (subtiel organisch)

De volledige testresultaten zijn te vinden in bijlage K. Uit de test kan het volgende geconcludeerd worden:

- Mat is meer natuurlijk dan glans
- Organische afwerking is meer natuurlijk dan een rechte afwerking, maar de matheid/glans heeft een grotere invloed dan de afwerking van het materiaal. Daarbij kiezen alle testpersonen liever voor een rechte afwerking, omdat ze dit mooier vinden.
- De subtiel organische en de organische structuur worden als meest natuurlijk ervaren. Bij de vergelijking tussen de twee materialen zijn de meningen verdeeld. De voorstanders van de subtiele structuur vinden de organische structuur te ‘gemaakt’ lijken en daardoor minder natuurlijk ogen. Twee personen vinden het plaatje met de zichtbare korrels het meest natuurlijk, omdat dit net zandkorrels lijken.
- De testpersonen vinden het lastig om aan te geven wanneer iets hoge kwaliteit uitstraalt. Dit is vaak afhankelijk van het product waarin het materiaal gebruikt gaat worden. Een groot deel van de testpersonen beoordeeld de kwaliteit van het materiaal door te voelen of het sterk is. Een aantal personen kijkt naar de ‘luxe’ of ‘sjiekheid’ die het materiaal uitstraalt.
- De subtiel organische structuur en de organische structuur worden het vaakst gekozen als sfeervol materiaal. Ook het materiaal met kleine gaatjes vindt men sfeervol, het nadeel hiervan is dat het weinig licht doorlaat.
- De koffie is door één persoon herkend in het materiaal met de zichtbare korrels. Daarvoor had diezelfde persoon in de andere materialen ook al iets geroken dat op koffie leek.
- De personen zijn positief verrast wanneer ze achter het daadwerkelijke materiaal komen. Ze vinden de koffie nog steeds niet echt herkenbaar in het materiaal, maar dat maakt het voor de meesten juist meer bijzonder: ‘*Hoe is het mogelijk om van koffiedik dit materiaal te maken?*’
- De personen zijn zeker geïnspireerd door de mogelijkheden voor het gebruik van restafval. Alleen door het zien van het materiaal zijn ze niet direct meer bewust van het ‘afvalprobleem’ in Nederland. Wanneer er cijfers worden genoemd zijn de meeste testpersonen wel onder de indruk.
- Alle testpersonen kiezen voor een subtiele structuur en een mat oppervlak wanneer deze als lampenkap gebruikt zou worden. De tweede keus is meestal de organische structuur. Deze wordt als ‘sjiek’ beschreven en past goed in de woonkamer. Ook wordt het gaatjespatroon genoemd als tweede keus.
- Het grootste nadeel van de organische structuur is de glanzende afwerking, waardoor het niet natuurlijk aanvoelt. Daarbij ontstaan op de gladde materialen snel krassen, waardoor het op goedkoop plastic lijkt.

Figuur 53
Materiaal structuren



a) subtiel organisch *b) organisch* *c) gaatjes* *d) korrels*

5.3.4 Keuze koffieplaatjes

De derde stap van de MDD methode is met de gebruikerstest uitgevoerd: *het concretiseren van de materiaaleigenschappen die de gewenste materiaalbeleving oproepen.* Het onderzoek laat zien dat zowel de organische als subtiel organische texturen in de koffieplaatjes het meest aantrekkelijk zijn. De voorkeur gaat uit naar een mat oppervlak. Dit is echter bij de organische structuur niet mogelijk omdat dit patroon ontstaat door een bepaalde reactie met de siliconenspray. De meeste mensen zien liever een rechte afwerking. Dit is in tegenstelling met de voorkeur van Orientals. Zij zullen uiteindelijk de definitieve keuze maken over het materiaal. In het prototype wordt het subtiel organische materiaal en het organische materiaal getoond. Bij de matte afwerking moet erop gelet worden dat het bakpapier geen kreukelafdrukken achter laat op het materiaal. Volgens de testpersonen lijkt het materiaal daardoor op karton en dus goedkoop.

5.3.4 Overige materialen

LED

Bij de lamp wordt geen LED lamp meegeleverd. Wel kan er advies gegeven worden over de lamp. Voor een sfeervolle lamp is een warme kleurtemperatuur belangrijk. Dit wordt uitgedrukt in Kelvin. Voor een extra warmwitte kleurtemperatuur is een lamp van 2500 tot 2700 Kelvin het meest geschikt. De lichtopbrengst wordt in Lumen uitgedrukt. Een lichtsterkte van 300 Lumen is genoeg om het organische patroon in de lamp zichtbaar te maken. Een lichtopbrengst van 700 Lumen wordt vaak geadviseerd voor een kamerlamp of eetkamerlamp (LEDsLampen, z.j.). In de Coffee Based lamp zit een E14 fitting bevestigd.

Snoer

Een van de huidige trends zijn strijkijzersnoeren. Ze zijn er dan ook in allerlei kleuren, patronen en vormen. Een selectie ervan is weergegeven in figuur 54. De lamp kan bijvoorbeeld meer natuurlijkheid uitstralen door het gebruik van gedraaid touw. De lamp wordt kleurrijker door het gebruik van een effen kleur of gekleurd patroon. Of de lamp straalt meer luxe uit door het gebruik van een goud- of koperkleurig snoer. Er bestaat ook gekleurd kunststofsnoer. Dit is goedkoper dan strijkijzersnoer, maar heeft een minder 'luxe' uitstraling. In overleg met Orientals zal een definitieve keuze gemaakt worden.

Klem

Voor het verbinden van de plaatjes aan de kap wordt het klemsysteem getest. Daarna zal pas besloten worden of dit een geschikt systeem is. De klem heeft als voordeel dat de plaatjes makkelijk verwisselbaar zijn, waardoor meerdere plaatjes getest kunnen worden. Daarbij zijn er geen extra onderdelen nodig, zoals schroeven of magneten. Het lijmen met houtlijm bleek niet erg geschikt te zijn. Naar andere biologisch afbreekbare lijmen zal nog verder onderzoek gedaan moeten worden.

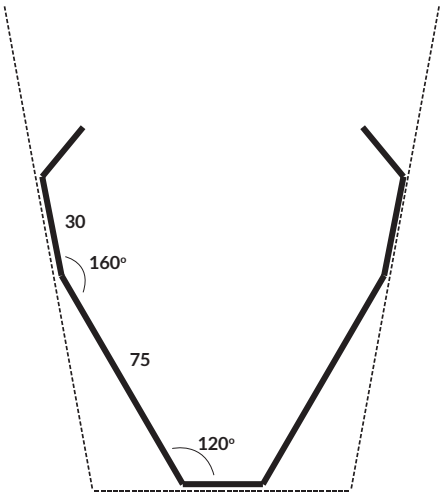
Figuur 54
Strijkijzersnoeren (Snoerboer)

5.4 Prototype

Van de enkelvoudige variant is een prototype gemaakt.

Hiervoor is een klemsysteem gemaakt van twee RVS strips met een lengte van 285 mm, een breedte van 2.5 mm en een dikte van 0.8 mm. Deze zijn omgebogen onder een hoek van 120 graden, zodat deze met genoeg spanning tegen de binnenwand van de koffiekap drukken (figuur 55). Deze spanning moet ook weer niet te hoog zijn, omdat de koffiekap sterk genoeg moet zijn om niet te breken onder deze constante spanning. Ondanks dat de koffiekap sterk aanvoelt is er nog weinig bekend over het materiaal en in hoeverre het grote spanningen kan verdragen. Bij het testen met de klem onder een hoek van 120 graden lijkt deze spanning geen problemen op te leveren. Met het klemsysteem kunnen de koffieplaatjes aan de koffiekap worden bevestigd. Er zijn twee soorten koffieplaatjes getest:

Figuur 55 Klem afmetingen

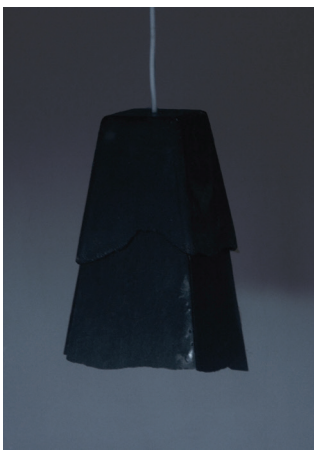


1. Het recht afgewerkte materiaal met een glanzend oppervlak, dat een subtiele organische structuur laat zien wanneer er licht op schijnt (figuur 53, a).
2. Een organisch afgewerkt materiaal met een glanzend oppervlak, dat een organische structuur laat zien wanneer er licht op schijnt (figuur 53, b).

De voorkeur ging uit naar een mat oppervlak met de subtiel organische structuur. Hiervan zijn echter niet genoeg samples gemaakt om een prototype mee te maken. Om wel het lichteffect te kunnen laten zien is hetzelfde materiaal gebruikt, maar dan de glanzende variant.

Figuur 56 Prototypen zonder licht

a) materiaal 1



b) materiaal 2

In figuur 56 zijn de prototypen te zien wanneer het licht uit is. Beide zijn compleet zwart en laten geen enkel patroon zien in het materiaal. In figuur 57 zijn de prototypen te zien wanneer het licht aan is. De conische organisch afgewerkte plaatjes van 1.5 mm laten door de silionenspray een organisch patroon zien en de dunne recht afgewerkte plaatjes van 0.3 mm laten een subtiel organisch patroon zien. Het tweede materiaal is geperst in één van de grotere rechthoekige mallen die bij Stenden Hogeschool lagen. Deze zijn bijgesneden in conische vorm waarbij de hoek gelijk is aan de hoek van de koffiekap. Daardoor sluiten de hoeken beter op elkaar aan. Het nadeel is echter dat deze materialen net niet stijf genoeg zijn, waardoor ze iets naar binnen vallen en minder stabiel vastzitten dan de wat dikkere plaatjes. In het prototype wordt een 3.2 Watt LED lamp gebruikt, met een kleurtemperatuur van 2500 Kelvin en een lichtsterkte van ongeveer 300 Lumen.

Figuur 57
Prototypen met licht

5.5 Koffieherkenbaarheid

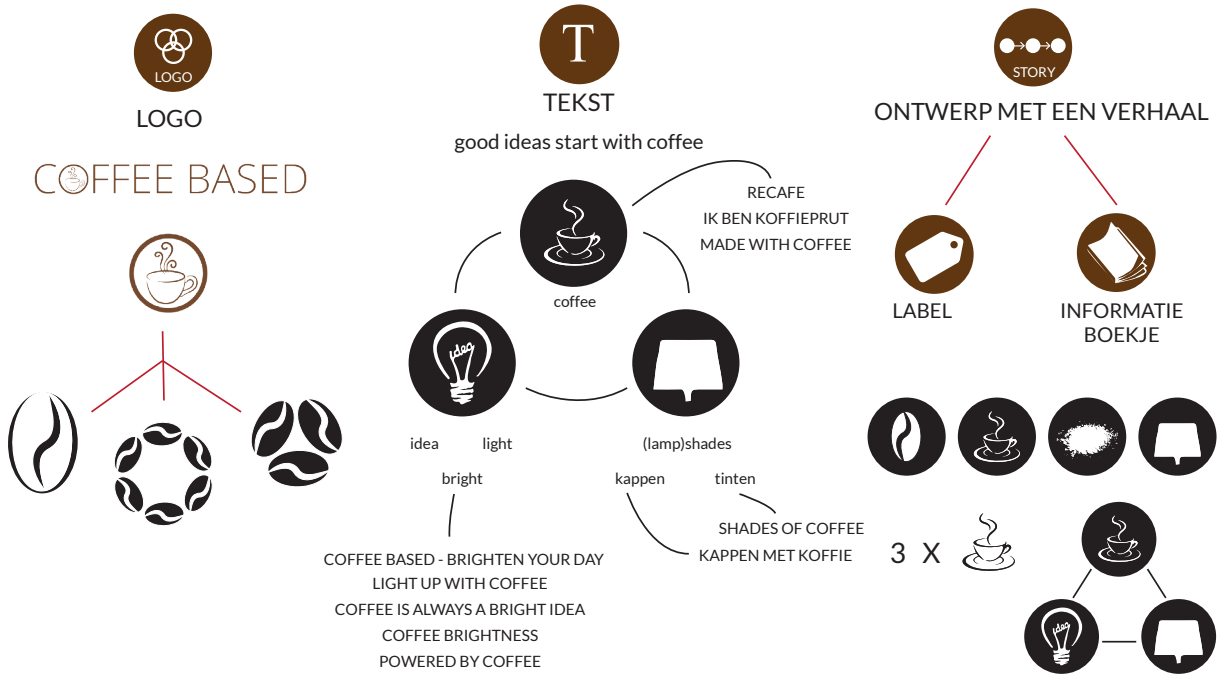
Uit de gebruikerstest is gebleken dat de koffie niet vaak herkend wordt in het materiaal. In het transparante plaatje met de zichtbare koffiekorrels wordt de koffie het meest herkend, maar tegelijkertijd wordt dit plaatje als het minst natuurlijk en minst sfeervol ervaren. De geur van de koffie werd door een aantal van de testpersonen wel herkend. De testpersonen waren allen positief verrast toen ze hoorden dat het materiaal van koffiedik gemaakt was. Om aan potentiële afnemers over te brengen dat de lamp van koffiedik gemaakt is, worden drie manieren toegelicht waarop de koffieherkenbaarheid in het product wordt vergroot:

- Het Coffee Based logo
- Een pakkende tekst of slogan
- Het verhaal achter de lamp

Logo
Het logo van Coffee Based wordt sowieso op het product geplaatst. Dit is vooral belangrijk voor de naamsbekendheid van Coffee Based. Een herontwerp van het logo, waarin de identiteit van Coffee Based nog duidelijker in het icoon of merkteken is vertaald, kan bijdragen aan een sterkere merkherkenning. Een aantal ideerichtingen zijn weergegeven in figuur 58a. Het logo zal op een tactische plek op het product geplaatst worden. Het kan bijvoorbeeld als een subtiel merk in het midden van de koffiekap geplaatst worden of onderaan de koffieplaatjes aan de binnen- of buitenzijde.

Tekst
Uit de feedback sessies met Orientals is gebleken dat zij het belangrijk vinden om door middel van een leuke en pakkende tekst de koffiebeleving meer te laten spreken. Na een brainstormsessie zijn hier een aantal slogans uitgekomen (figuur 58, b). Een zin als *Coffee, always a bright idea* of *Powered by Coffee* blijken uit de feedback sessie het meest aantrekkelijk te zijn. Deze kan ook op het product geplaatst worden. Bijvoorbeeld net als het logo aan de binnenzijde en onderkant van de koffieplaatjes.

Ontwerp met een verhaal
Aan het product komt een label. Op dit label komen zowel het logo als de slogan te staan. Om de boodschap van koffie en duurzaamheid te versterken kan hierop ook het verhaal achter de lamp worden weergegeven door bijvoorbeeld een simpele illustratie (figuur 58, c). Door het toevoegen van een informatieboekje kan dieper worden ingegaan op het verhaal. Hierin kan bijvoorbeeld informatie worden gegeven over de hoeveelheid koffiedik die jaarlijks wordt weggegooid en wat dit voor impact heeft op het milieu. Op deze manier wordt een diepere klantenbinding aangegaan.



Figuur 58
Koffiebeleving
a. Logo
b. Tekst
c. Verhaal

5.6 Conclusies

De hoek van de conisch afgesneden koffieplaatjes is niet helemaal gelijk aan die van de koffiekap, omdat bij het maken van de mallen was uitgegaan van een a5 formaat. Uit de laatste materiaaltesten is echter gebleken dat er plaatjes en krafts gemaakt kunnen worden met een afmeting van 245 mm bij 170 mm. Dit betekent dat er een conische mal gemaakt kan worden waarbij de afgesneden hoek wel gelijk is aan de hoek van de koffiekap (figuur 59). Zoals al te zien was bij het prototype sluiten de koffieplaatjes nu wel mooi op elkaar aan.

Er zijn vijf manieren weergegeven om de koffieplaatjes aan de koffiekap te assembleren. De voorkeur van Coffee Based gaat uit naar het verlijmen van de twee materialen met biologisch afbreekbare lijm. Op deze manier worden kosten bespaard, omdat er geen extra onderdelen nodig zijn en omdat het assembleren van de lamp eenvoudiger en sneller gaat. Er is getest met houtlijm, maar dit blijkt niet goed in staat te zijn om een stevige verbinding te vormen voor de wat vettige koffiematerialen. Overige lijmverbindingen zullen verder onderzocht moeten worden.

Voor het prototype is het klemsysteem getest. Aangezien er nog maar één organische koffiekap ter beschikking is, is het niet gewenst de onderdelen aan elkaar te lijmen of om gaten in de materialen te boren. Daarbij is het handig om te weten of het klemsysteem een stevige en stabiele verbinding biedt, aangezien het nog onzeker is of de materialen te lijmen zijn.

Figuur 59
Nieuwe afmetingen

De klem werkt goed bij de stijve koffieplaatjes. De flexibele plaatjes hebben de neiging om naar binnen te gaan hangen. De materialen zitten het stevigst vast wanneer de koffieplaatjes zo hoog mogelijk in het uiteinde van de koffiekap vastgeklemd zitten. De klem kan nog geoptimaliseerd worden door het grootste drukpunt zoveel mogelijk bovenin te plaatsen.

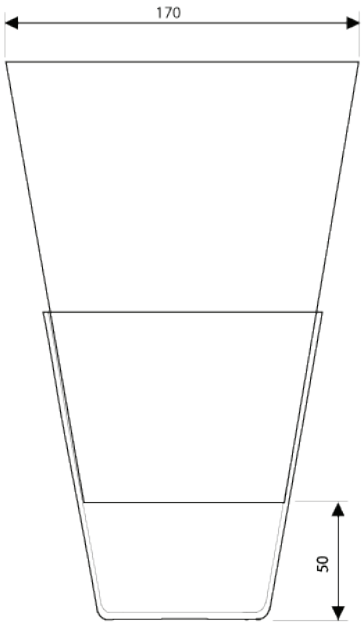
De voorkeur gaat uit naar een dichte of zo klein mogelijke afwerking van de gleuven tussen de koffieplaatjes. Dit is mogelijk wanneer de grotere koffieplaatjes gebruikt worden. Deze sluiten in de hoeken precies op elkaar aan. Wanneer de plaatjes stevig vast zitten, zou dit voldoende moeten zijn en zijn er geen extra afwerkingstechnieken nodig.

Het B2B scenario is financieel het meest haalbaar. Hiervoor zijn de enkelvoudige hanglamp, de multi hanglamp en de tros hanglamp geschikt. De prototypes voor de *multi* en *tros* zullen eventueel in de toekomst gemaakt worden wanneer er meer organische koffiekappen gemaakt zijn.

De materiaalkeuze van de koffieplaatjes is gebaseerd op het gebruikersonderzoek. De koffiematerialen met zowel de organische als subtiel organische texturen vielen in de smaak. De meeste testpersonen zien wel liever een mat oppervlak. Een definitieve keuze zal gemaakt worden in overleg met Orientals.

Naar aanleiding van de input van Orientals is gekozen voor gekleurd strijkijzersnoer. Een plafondkapje van koffiedik wordt buiten beschouwing gelaten. Dit is voorlopig financieel niet haalbaar, maar kan eventueel in de toekomst wel gemaakt worden.

De koffie wordt niet snel herkend in het materiaal. Om de koffieherkenbaarheid te vergroten wordt het Coffee Based logo en eventueel een leuke slogan op het product geplaatst. Er zal nader onderzoek verricht moeten worden over de productiemogelijkheden hiervan. Ook wordt er een label aan het product gehangen met een eventueel vernieuwd Coffee Based logo en een slogan die zowel de koffiebeleving als de eigenschappen van een lamp probeert samen te brengen in één zin. Zinnen als *Coffee, always a bright idea* en *Powered by Coffee* vielen het meest in de smaak.



6. Productieplan

In het productieplan wordt het proces van koffiedik tot lamp beschreven. Hierbij wordt uitgegaan van een eerste serie van 50 stuks. Het productieproces wordt zoveel mogelijk geoptimaliseerd. Op basis van het beschreven proces is een kostprijsschatting gedaan. Vervolgens wordt de verpakking van het product beschreven en kan uiteindelijk de totale impact op het milieu geanalyseerd worden.

6.1 Proces

In figuur 60 is weergegeven hoe het totale proces zal verlopen, beginnend bij het verzamelde koffiedik tot aan de levering van de Coffee Based design lamp aan Orientals. In het proces worden de volgende aannames gedaan:

- Het persen van de plaatjes zal gebeuren in de sociale werkplaatsen. Hiervoor wordt geïnvesteerd in een persmachine van *Holland Fontijne*. Deze keuze wordt in paragraaf 6.2 verder toegelicht. Voor het persen worden conische mallen gebruikt in het juiste formaat.
- *RotterZwam* zal als leverancier van het koffiedik fungeren.
- Het persen en de assemblage van de lamp vindt plaats bij de sociale werkplaats *Robedrijf Rotterdam*.
- Voor de assemblage van de plaatjes wordt het klemonderdeel gebruikt. Het materiaal hiervoor komt van *Metaalwinkel BV* uit Rotterdam. Zij hebben een hele verzameling aan restmaterialen gecreëerd, waaruit de rvs stripjes gemaakt kunnen worden. Het buigen van de strips in de juiste vorm gebeurt in de sociale werkplaats.
- De fitting, trekontlasting en het gekleurde kunststofsnoer worden geleverd door *Snoerboer* in Rotterdam.
- De verpakking wordt geleverd door Rajabox in Breda.
- Het label wordt zelf gedrukt en bijgesneden door de medewerkers van de sociale werkplaats.Hiervoor wordt gerecycled karton of papier gebruikt.
- Het proces is beschreven voor de eerste serie van 50 stuks.

Het koffiedik wordt op eigen vervoer naar het BAC van Avans Hogeschool gebracht voor het maken van granulaat en vervolgens naar Alpha Enzyms voor het maken van de organische koffiekappen. Het granulaat en koffiekap worden eveneens op eigen vervoer naar Robedrijf Rotterdam gebracht. Ook de metaalstrips, de verpakking en de lamponderdelen worden hier geleverd, zodat de lampen volledig geassembleerd kunnen worden in de sociale werkplaats. Om het proces zo snel en makkelijk mogelijk te laten verlopen worden vier werknemers ingezet (figuur 60). Werknemer één gaat bezig met het persen van de plaatjes, terwijl werknemer twee de metaalstrips ombuigt tot klemonderdeel. Deze worden door werknemer drie samen met de fitting en het snoer aan de koffiekap gemonteerd. Werknemer vier is intussen de labels aan het printen en deze op maat aan het snijden. Tegen de tijd dat de eerste geperste plaatjes klaar zijn, kan werknemer vier deze achter de metaalstrips klemmen, het label aan de lamp bevestigen en de lamp verpakken. Deze is nu klaar voor transport naar de groothandel Orientals.

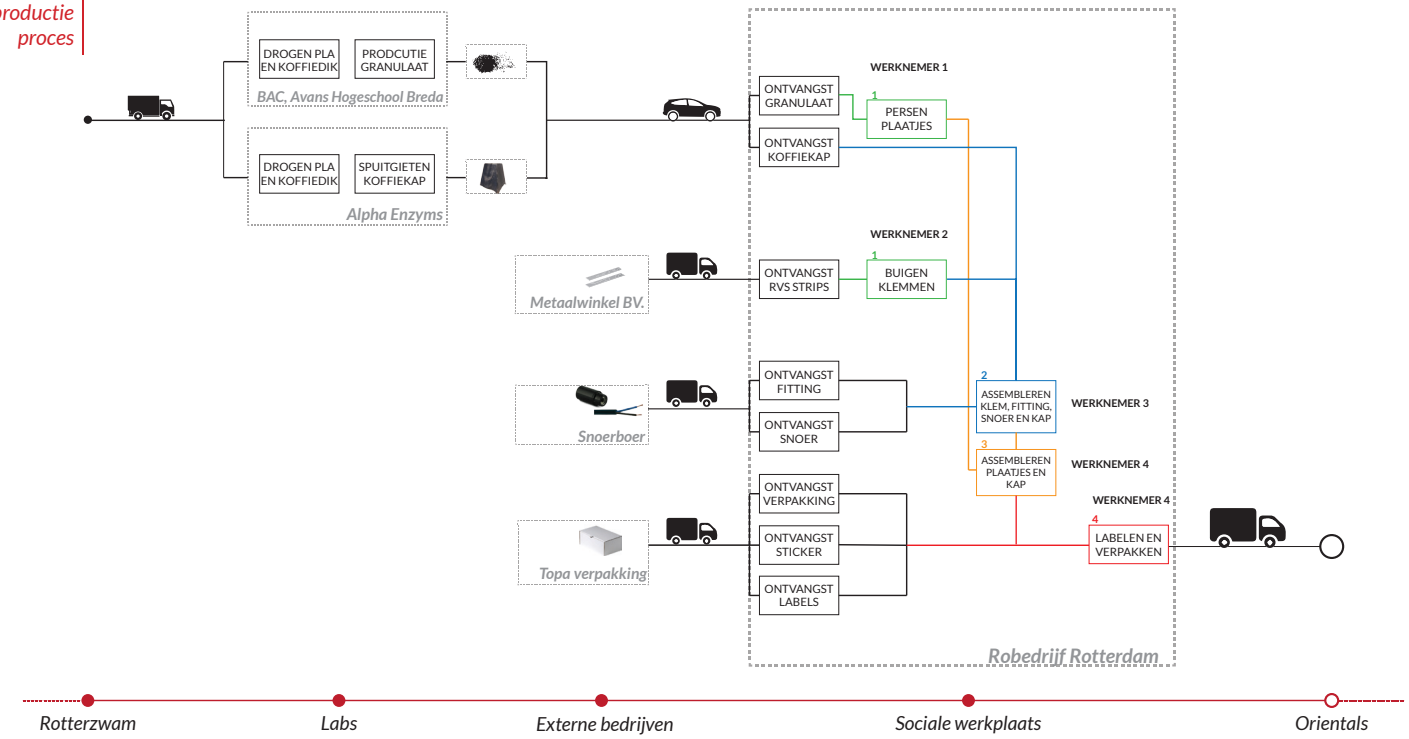
Persen plaatjes

Voor het persen van plaatjes zullen de sociale werkplaatsmedewerkers moeten worden ingewerkt. Het is namelijk belangrijk dat het proces gelijkwaardige materialen oplevert. Daarbij zijn de juiste instellingen van de persmachine, de juiste hoeveelheid granulaat, de verdeling hiervan over de mal en het lossingsmateriaal belangrijke parameters. Nadat de persmachine is opgewarmd tot 180 graden, ziet één pers-cyclus er als volgt uit:

1. Klaarmaken mal en in persmachine plaatsen (8 min)
2. Voorverwarmen (3 min)
3. Persen (3 min)
4. Afkoelen tot 40 à 50 graden (5 min)
5. Mal uit persmachine halen en materiaal uit de mal verwijderen (6 min).

In de 15 minuten (stap 1 en 5) dat de mal wordt verwisseld kan de persmachine opnieuw opwarmen tot 180 graden. In totaal duurt één pers-cyclus 25 minuten. Voor het produceren van 50 lampen zijn 200 plaatjes nodig. Op deze manier is de werknemer meer dan tien dagen bezig om al deze plaatjes te persen. Dat betekent dat op één dag vijf lampen gemaakt kunnen worden.

Figuur 60
Totale productie proces



6.2 Optimalisatie

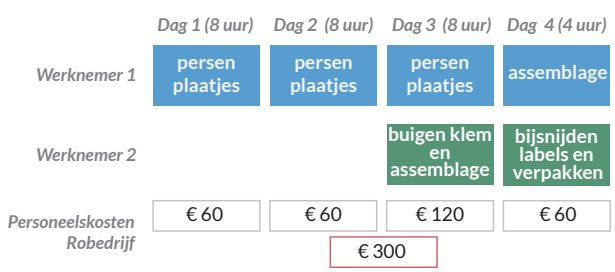
Tijdens de laatste materiaaltesten bij Stenden Hogeschool is getest of meerdere plaatjes op elkaar geplaatst kunnen worden om het proces te versnellen. Met drie plaatjes op elkaar gaat dit goed. Bij vijf kwam de warmte niet tot de middelste mal. Aangezien elke lamp vier plaatjes nodig heeft zou het goed uitkomen wanneer met vier mallen tegelijkertijd geperst kan worden. Dit is nog niet getest, maar er wordt aangenomen dat dit mogelijk is wanneer de opwarmtijd en perstijd iets langer worden. Het proces ziet er dan als volgt uit:

1. Klaarmaken mal en in persmachine plaatsen (8 min)
2. Voorverwarmen (4 min)
3. Persen (5 min)
4. Afkoelen tot 40 à 50 graden (5 min)
5. Mal uit persmachine halen en materiaal uit de mal verwijderen (6 min).

Één cyclus duurt nu 28 minuten. Dit levert vier plaatjes op. Het persen van één plaatje duurt nu nog maar 7 minuten. Op deze manier is de werknemer drie dagen bezig en worden er per dag 16 à 17 lampen gemaakt.

Werknemer twee zal veel sneller klaar zijn met het buigen van de metaalstrips dan werknemer één met het persen van de plaatjes. Doordat werknemer één drie dagen bezig is met het persen van de plaatjes, kunnen stap twee tot en met vier in principe alle door werknemer twee uitgevoerd worden. Werknemer twee kan op één van deze drie dagen de metaalstrips buigen tot klem. Hier zal hij ongeveer een halve dag mee bezig zijn. De andere helft van de dag kan hij bezig zijn met het assembleren van de klem en de overige lamponderdelen aan de koffiekap. Op dag vier, wanneer alle plaatjes geperst zijn en stap twee ook volledig is uitgevoerd, kunnen beide werknemers de plaatjes aan de kap assembleren en de lamp labelen, verpakken en klaarzetten voor transport. Op deze manier zijn er maar twee werknemers nodig, duurt het gehele proces vier dagen, waarvan werknemer twee maar anderhalve dag aan de lamp besteedt. Dit bespaart personeelskosten (figuur 61).

Figuur 61
Dagindeling en personeelskosten



Figuur 62
LabEcon press (Fontijne Grotness Group)

Aanschaf persmachine

Het in eigen beheer nemen van het persen van de plaatjes heeft meerdere voordelen. Wanneer het proces geoptimaliseerd is, zullen de kosten per plaatje lager uitvallen dan wanneer dit proces uitbesteed wordt. Daarbij is er meer controle op het proces en de resulterende plaatjes. Voor het produceren van de 200 plaatjes voor de testserie van 50 lampen is de investering in een persmachine veel te groot. In drie dagen kunnen plaatjes voor 50 lampen geproduceerd worden. Wanneer er vanuit wordt gegaan dat het eerste jaar vier keer een serie van 50 lampen wordt gemaakt, dan wordt de pers slechts 12 dagen per jaar gebruikt. De pers zal daarom alleen worden aangeschaft wanneer het meerdere doeleinden heeft. Een ander, nog nader te benoemen, doel van Coffee Based zou de aanschaf van een persmachine tot een verantwoorde uitgave kunnen maken.

De laatste materiaaltesten zijn geperst met een persmachine van *Holland Fontijne BV.* Tegenwoordig heten zij *Fontijne Grotness Group* en hebben zij een nieuwe serie waarbij de ecologische voetprint een stuk lager is, doordat de energie-efficiëntie van de machines zo veel mogelijk is geoptimaliseerd. Voor het persen van de koffieplaatjes is de LabEcon een geschikte machine (figuur 62). Deze kan de temperatuur van 180 graden bereiken en de juiste druk van 20 tot 30 kilonewton leveren (Fontijne Grotness BV, z.j.). Met deze pers kan echter maar één plaat tegelijk geperst worden. Door het opstapelen van een aantal mallen wordt het proces al iets versneld. Er bestaan echter ook persmachines die meerder platen tegelijk persen of die gebruik maken van een 'through feed' systeem. De *multiple daylight press* kan meerdere platen persen tussen verwarmde platen (daylights). Hiermee zouden bijvoorbeeld 15 lagen op elkaar gestapeld kunnen worden. Wanneer tussen elke laag ook nog vier mallen op elkaar geplaatst worden, is het dus mogelijk om 60 plaatjes per pers-cyclus te fabriceren. Hiermee wordt het proces aanzienlijk versneld. Met de *through feed press* kan een continue pers-cyclus worden bereikt. De pers maakt gebruik van verhitting en verkoeling en kan een deel van het persproces automatiseren. De nadelen van de *multiple daylight press* en de *through feed press* zijn de hoge investeringskosten. Daarbij zijn het zeer geavanceerde machines die niet zomaar door medewerkers van de sociale werkplaats bediend kunnen worden. In de kostprijsberekening wordt daarom vooralsnog uitgegaan van de *LabEcon hot press van Holland Fontijne BV.*

Kostprijs

De kostprijsberekening is gebaseerd op de volgende aannames:

- De investering in de persmachine bedraagt 10.000 euro. Verwacht wordt dat de machine 15 jaar meegaat.
- Het aantal machine-uren per jaar is 4296, waarvan 96 uur (vier productieseries) voor de Coffee Based design lamp en 4200 uur (300 dagen) voor andere aannemelijke doeleinden van Coffee Based.
- De onderhoudskosten en opstartkosten zijn overgenomen van de Jong (2016).
- De hoeveelheid energie per persing is 6,4 kWh (Fontijne Grotness BV, z.j.).
- De kosten voor 1 kWh bedragen 0,105 euro.
- De koffiekap kan worden ingekocht voor 7 euro per stuk.
- Één kilo PLA-koffie granulaat kost 12 euro.
- Voor één koffieplaatje is 35 gram koffiegranulaat nodig.
- Voor 50 lampen is 7,35 kilogram koffiedik nodig.
- De loonkosten voor de werknemers bij Robedrijf bedragen 7,50 euro per uur.

De complete kostencalculatie is te vinden in bijlage L. De grijze waarden hierin geven aan dat de kosten gebaseerd zijn op meerdere doeleinden van Coffee Based. Anders zou de aanschaf van de persmachine veel te duur worden.

De kostprijs bedraagt 28,50 euro. De Coffee Based design lamp kan voor 47,50 euro verkocht worden aan Orientals.

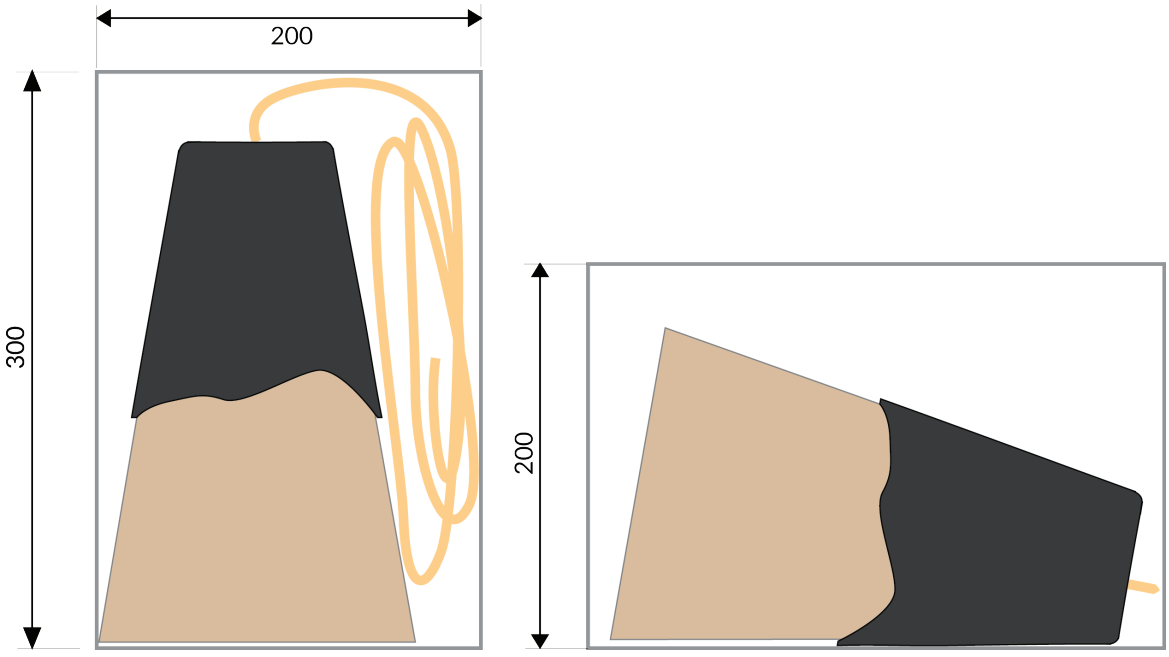
6.3 Verpakking

Figuur 63
Productlabels

Voordat de lamp verpakt wordt krijgt hij eerst een label. Deze worden geprint en op maat gesneden in de sociale werkplaats. Het is belangrijk dat op het label naar de koper duidelijk wordt gemaakt dat de lamp van koffie is gemaakt. Daarom zal het logo van CoffeeBased erop geplaatst worden met een pakkende tekst of slogan eronder. Daarbij kan door middel van pictogrammen het verhaal achter de lamp worden weergegeven (paragraaf 5.5). In figuur 63 zijn twee voorbeelden weergegeven.

De verpakking wordt geleverd door *Rajabox* in Breda. Zij hebben milieuvriendelijke verpakkingen die ISO 14001 gecertificeerd zijn. Hiermee wordt bevestigd dat het bedrijf zich inzet voor het milieu. Daarbij besparen zij op papierconsumptie en maken ze gebruik van papier afkomstig uit duurzaam beheerde bossen (PEFC en FSC papier). Er wordt een kartonnen doos met dubbelgolf besteld met een afmeting van 30x20x20 cm (figuur 64). Vulmateriaal zal gebruikt worden om de lamp tijdens het transport te beschermen tegen schokken. Deze doos kan een maximaal gewicht van 30 kilogram dragen. Dit is ruim voldoende voor de lamp.

Figuur 64
Afmetingen verpakking



Figuur 65
Coffee Based en circulaire economie

6.4 Milieu-impact

In figuur 65 is te zien hoe Coffee Based de afvalstroom koffiedik, die ontstaat door de consumptie van koffie, hergebruikt. Hierdoor ontstaat een geheel nieuwe productlevenscyclus. In elke fase van deze cyclus zijn energie, grondstoffen en transport nodig. Dit levert stressfactoren op voor het milieu, zoals het vrijkomen van deeltjes koolstofdioxide, nitraatoxide en zwaveldioxide in de lucht. Ook kunnen er giftige afvalstoffen ontstaan (Dornfeld, 2012). In tabel 4 zijn, per fase van de productlevenscyclus van de Coffee Based design lamp, de grootste milieu impacten weergegeven. De berekeningen van de milieu-impact analyse zijn te vinden in bijlage M. De data zijn afkomstig van een eerder uitgevoerde energie-analyse van het koffiemateriaal door een student bij Stenden Hogeschool in opdracht van Coffee Based (2016). Hieronder wordt deze impact per fase van de productlevenscyclus kort toegelicht.

6.4.1 Grondstofwinning

Grondstoffen
Koffiedik wordt gewonnen door de eerste productlevenscyclus waarin het product koffie wordt geproduceerd (figuur 65). Het restafval dat ontstaat door het gebruik van koffie levert de grondstof op voor de interieurlamp. Voor de tweede productlevenscyclus geldt daarom dat de CO_2-footprint van de grondstofwinning negatief is. Voor de lamp is echter ook PLA of Optinyl nodig. PLA wordt gemaakt van plantaardige grondstoffen zoals maïszetmeel of suikerriet. Door het gebruik van deze grondstof wordt de CO_2-footprint weer vergroot.

Energie
De energie die nodig is om koffiedik te produceren hoort bij de eerste cyclus waarin koffie wordt geproduceerd. In de tweede cyclus kost het geen extra energie. Het productieproces van PLA kost wel energie, maar behoort tot een andere productiecyclus en wordt daarom buiten beschouwing gelaten.

Transport
Koffiedik zal getransporteerd moeten worden van de instanties waar het koffiedik ontstaat naar de plek waar het productieproces plaats gaat vinden. Hierbij wordt een aanname gedaan dat het koffiedik afkomstig is van TU Delft.

6.4.2 Verwerking en transformatie

Energie
Het koffiedik en het PLA moeten goed gedroogd worden voordat het in het productieproces kan worden gebruikt. Vervolgens wordt het granulaat gemaakt en gedroogd. Het totale energieverbruik en de CO2-footprint voor het maken van het granulaat zodat het bruikbaar is in het productieproces, is berekend en weergegeven in tabel 4.

Transport
Het koffiedik zal getransporteerd moeten worden van RotterZwam naar Avans Hogeschool, waar het koffiegranulaat gemaakt wordt en naar Alpha Enzyms waar de koffiekappen gemaakt worden.

6.4.3 Productieprocessen

Energie
De koffiekap wordt gemaakt met behulp van het spuitgietproces. Het PLA-koffie materiaal wordt eerst verwarmd zodat een gladde massa ontstaat. Het verwarmen kost veel energie. Doordat spuitgieten een relatief snel proces is, zal het totale energieverbruik lager zijn dan bij het persproces van de koffieplaatjes. De persmachine wordt bij elke pers-cyclus opnieuw verwarmd en afgekoeld, waardoor het een energie-intensief proces is. De overige productieprocessen van de lamp - bijvoorbeeld de RVS strips of het maken van een fitting - zijn buiten beschouwing gelaten.

Grondstoffen
Doordat voor de productiekoeling water wordt gebruikt ontstaat er redelijk wat afvalwater.

6.4.4 Transport en distributie

De koffiematerialen worden beide gemaakt in de buurt van Breda. Deze kunnen tegelijk opgehaald worden en naar de sociale werkplaats in Rotterdam vervoerd worden. De rest van de inkooponderdelen worden ingekocht in Rotterdam, met uitzondering van de verpakking. Deze wordt geleverd vanuit Breda. Door de lokale inkoop en productie is de CO_2-uitstoot minimaal.

6.4.5 Gebruik

Energie
Tijdens het gebruik van de Coffee Based design lamp bepaalt de soort lamp het energieverbruik. Wanneer de aanbevolen LED lamp van 3.2 Watt wordt gebruikt kan het energieverbruik van de lamp gedurende het gebruik worden berekend.

Tabel 4
Milieu-impact Square Hanglamp

	Grondstof winning	Verwerking	Productie processen	Transport en distributie	Gebruik (per 15 jaar)	Afdanking	TOTAAL
CO_2-footprint (kg CO_2eq.)	4.6 (PLA) - 2.1 (koffie)	33.6	122.7	(zie transport, CO_2-uitstoot)		*Recycling Composteren Upcycling Hergebruik*	**158.8** + *CO_2- footprint bij Recycling Composteren Upcycling Hergebruik*
Energie (kWh)		27.4	84.4	-	71.4	*Recycling Composteren Upcycling Hergebruik*	**183.2** + *(energieverbruik bij composteren, recycling, upcyling of hergebruik)*
Transport CO_2-uitstoot (gram)	*1690* *(TU Delft - Rotterzwam)*	5050 *(Rotterzwam - Avans Hogeschool - Alpha Enzyms)*		7458 *(Alpha Enzyms - Avans Hogeschool - Robedrijf)* *12722* *(Rajapack - Robedrijf, Robedrijf - Orientals)*		*Recycling Composteren Upcycling Hergebruik*	**538.4** (per lamp) + (transport bij afdanking)

Voor het gemak is de levensduur van de Coffee Based design lamp bepaald door de levensduur van één LED lamp. Ervanuitgaande dat een lamp met 20000 branduren vier uur per dag brandt, heeft de lamp een levensduur van 15 jaar. Het energieverbruik tijdens het gebruik is daarom berekend voor 15 jaar.

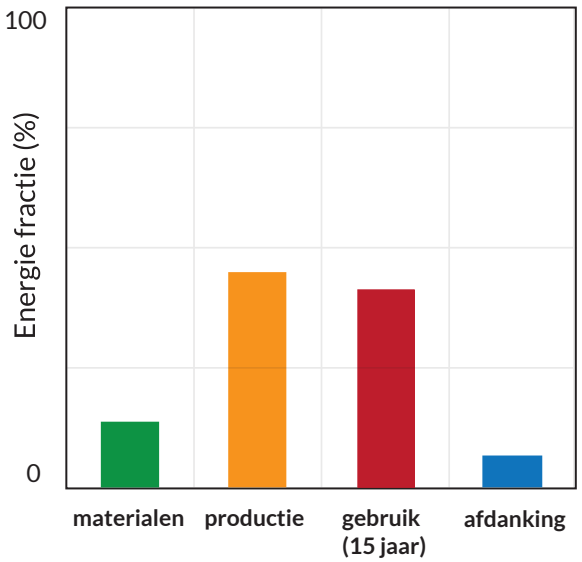
Transport
Het eindproduct zal geleverd moeten worden aan de eindgebruiker. De CO_2-uitstoot hiervoor is echter lastig te bepalen en wordt daarom buiten beschouwing gelaten.

6.5.5 Afdanking

De gevolgen voor het milieu in de laatste fase van de levenscyclus heeft vele aspecten. Efficiënte inzameling en recycling dragen significant bij aan de energiebesparing. Er zijn echter weinig data beschikbaar over het energieverbruik bij recyclen. Wel kan van te voren bepaald worden wat er met de gebruikte materialen in het product gebeurt bij afdanking. Worden ze gerecycled of juist hergebruikt? Zijn de materialen biologisch afbreekbaar? Worden ze verbrand of gestort? Door deze vragen te beantwoorden kan geschat worden in hoeverre milieubelasting plaatsvindt (Ashby, Miller, Rutter, Seymour & Wegst, 2005). In geval van de Coffee Based lamp zijn de koffiematerialen niet biologisch afbreekbaar, maar industrieel composteerbaar. Dit betekent dat de materialen niet zullen afbreken in de composthoop in je eigen tuin. Pas bij hoge temperatuur en luchtvochtigheid zal het materiaal afbreken. Hiervoor is warmte en dus energie nodig. De RVS klemmen zijn recyclebaar en kunnen in ovens worden omgesmolten. Eventueel zouden ze ook als klem hergebruikt kunnen worden in een ander product. De overige lamponderelen - de fitting en het snoer - zijn eventueel herbruikbaar.

In figuur 66 zijn de geschatte waarden voor het energieverbruik in elke fase weergegeven. De energie van de materialen is de energie van de verwerking en transformatie tot een bruikbaar materiaal voor productie. In deze grafiek is goed te zien in welke fase van de productlevenscyclus de meeste energie wordt verbruikt. Zo weet de ontwerper waar verbeteringen te behalen zijn. Het energieverbruik tijdens het gebruik is berekend door het gebruik van een LED-lamp die 15 jaar meegaat. Het verminderen van dit gebruik is niet aan de ontwerper van de Coffee Based design lamp. Het energieverbruik bij de productie van de koffiematerialen is het hoogst. Door dit proces nog

Figuur 66 Verdeling energieverbruik



meer te optimaliseren kan hier nog een hoop energie bespaard worden. Over het energieverbruik en de efficiëntie van het spuitgieten van de koffiekappen is nog weinig bekend. Hiervoor is nu een aanname gedaan van een gemiddeld spuitgietproces. Het spuitgieten van de organische vorm met het nieuwe materiaal kost echter meer tijd en energie. Door optimalisatie van dit proces kan een significante hoeveelheid energie en kosten worden bespaard. Het energieverbruik tijdens afdanking van het product is relatief laag geschat, vanwege de herbruikbaarheid van de onderdelen en de recyclebaarheid of composteerbaarheid van de materialen.

6.5 Conclusies

Orientals kan de Coffee Based design lamp inkopen voor een prijs van 47,50 euro. Dit betekent dat de lamp geschikt is om door te verkopen aan bedrijven (B2B). Voor een B2C scenario zijn de lampen voorlopig te duur. Wanneer het productieproces nog meer geoptimaliseerd wordt, kunnen zowel kosten als negatieve impacten op het milieu gunstig beïnvloed worden. Dit kan door het aanschaffen van een nog energie-efficiëntere persmachine. Dit kan bijvoorbeeld een persmachine zijn die meerdere platen tegelijk kan persen. De investering wordt dan echter wel hoger. Wanneer in een persmachine wordt geïnvesteerd, zal deze voor meerdere doeleinden gebruikt moeten worden dan alleen de Coffee Based design lamp. Het spuitgietproces van de koffiekappen kan eventueel geoptimaliseerd worden door Alpha Enzyms.

7. Discussie en aanbevelingen

7.1 Discussie

Assemblage en afwerking
De klem is een geschikte manier om de plaatjes aan de koffiekap te verbinden. Het is wel belangrijk dat de plaatjes zo ver mogelijk naar het open uiteinde van de kap worden geklemd. Op deze manier zitten ze het stevigst vast en hoeft het plaatje niet te ver in de koffiekap geplaatst te worden. De koffiekrafts met het subtiel organische patroon blijken te flexibel, waardoor deze iets naar binnen vallen. De afwerking van de gleuven is in principe niet nodig wanneer stevige koffieplaatjes worden gebruikt die zijn afgesneden onder dezelfde hoek als die van de koffiekap. De plaatjes sluiten dan goed en netjes op elkaar aan. Hiervoor is een conische mal nodig, waarvan de breedste rechte zijde 170 mm is.

Voor het vastmaken van de fitting en het snoer aan de kap kan een trekontlaster worden gebruikt met een langere schroefdraad. Deze is in het prototype niet lang genoeg, waardoor de fitting nog los hangt van de kap. Wanneer een ring gebruikt wordt die om de buitenschroefdraad van de fitting wordt gedraaid om de fitting aan de kap te bevestigen, zal een groter gat in de lamp geboord moeten worden. De vraag is of de kap daarvoor sterk genoeg is.

Materiaal
Het 'pefecte' koffieplaatje voor de lamp is een stijf materiaal met een mat oppervlak waarin de subtiele organische structuur zichtbaar wordt wanneer de lamp aan is. Het plaatje dat op dit moment het dichtst in de buurt komt is weergegeven in figuur 67. Deze is mat en laat een organische structuur zien. Het plaatje is echter nog niet stijf genoeg en zal iets naar binnen gaan hangen wanneer deze aan de koffiekap bevestigd is door middel van het klemsysteem. Er zal daarom nog onderzoek gedaan moeten worden naar een plaatje met dezelfde subtiele structuur, maar met een hogere stijfheid. De stijfheid wordt grotendeels bepaald door de dikte van het plaatje. De dikte heeft weer invloed op de lichtdoorlaatbaarheid van het materiaal. Een andere mogelijkheid om een hogere stijfheid te creëren is het onder hogere druk persen met een grotere hoeveelheid granulaatkorrels. Door de hogere druk ontstaat het organische patroon en door net iets meer granulaatkorrels te gebruiken wordt het materiaal sterker en stijver. Door hiermee te experimenteren kunnen de parameters bepaald worden die zorgen voor het ultieme koffieplaatje.

Proces
Het persen wordt gedaan in sociale werkplaatsen. Zoals al eerder genoemd zal dan een persmachine aangeschaft moeten worden en dit is alleen verantwoord wanneer deze ook voor andere doeleinden wordt gebruikt. Voor een eerste testserie voor Orientals kan daarom ook gekozen worden om het persen van de plaatjes uit te besteden aan Alpha Enzyms of Stenden Hogeschool. De voorkeur gaat uit naar Stenden Hogeschool, omdat zij gebruik maken van het granulaat en daarmee het materiaal met de gewenste materiaalbeleving kunnen produceren. Door het uitbesteden van dit proces zullen de kosten per plaatje iets hoger liggen. Wanneer de lamp goed verkoopt en de oplage hoger wordt, kan er altijd nog voor gekozen worden om in een persmachine te investeren.

Figuur 67
Gewenst koffieplaatje

Sample 15b (bijlage J)

Druk (KN)	*10-20*
Grootte (mm)	*245 x 170*
Dikte (mm)	*0.3*
Granulaat (gr)	*30*
Afwerking	*bakpapier*

Koffieherkenbaarheid
Uit het gebruikersonderzoek blijkt dat het koffiedik niet direct herkenbaar is in het materiaal. Dit bleek voor de testpersonen echter geen reden te zijn om het product niet meer te kopen of het materiaal minder interessant te vinden. Juist doordat van koffiedik dit soort materialen te maken zijn wordt 'ontzettend gaaf' genoemd. Daarbij is het uniek om een lamp van koffie in je huis te hebben hangen en zal de boodschap snel verspreid worden doordat de gebruiker zijn of haar nieuwe lamp graag laat zien en verteld waar het van gemaakt is.

Gebruikerstest
De gebruikerstest bestond slechts uit 12 personen. Doordat de antwoorden redelijk unaniem waren en de materialen vaak op dezelfde aspecten beoordeeld werden door de testpersonen, kan worden aangenomen dat de uitslag van de test voldoende was voor de materiaalkeuze. De testpersonen waren echter alleen thuisgebruikers. Zij vinden het leuk om zo'n unieke lamp in huis te hebben. De vraag is of bedrijven er net zo over denken. Aangezien de lamp in eerste instantie aan bedrijven verkocht zal worden is het goed om ook hier eerst een rondvraag te doen naar eventuele interesse.

Kosten
Ondanks de optimalisatie van het persproces vallen de kosten te hoog uit voor Orientals om deze als consumentenproduct te verkopen. Daarom worden de lampen in eerste instantie verkocht aan bedrijven. Hierbij zullen verschillende koffietentjes, kantoren of lunchrooms benaderd worden.

Met een kostprijs van 47,50 euro kan het product aan consumenten verkocht worden voor 190 euro. Of dit een acceptabel verkoopbedrag is, zal verder met Orientals overlegd moeten worden.

Duurzaamheid
Het maken van een volledige LCA kan maanden of zelfs jaren in beslag nemen. Daarom is alleen een globale analyse gedaan van de impact op het milieu gedurende de gehele productlevenscyclus. De grootste belastingen op het milieu doen zich voor tijdens de productieprocessen. Door het optimaliseren van deze processen kan de benodigde energie efficiënter worden gebruikt. Ook het drogen van koffiedik en PLA kost veel energie. Daarvoor kan onderzoek gedaan worden naar energiezuinige droogprocessen.

7.2 Aanbevelingen

Afwerking
Ondanks de voorkeur van Orientals voor een organische afwerking van de koffieplaatjes, wordt toch een rechte afwerking aanbevolen. Dit kwam niet alleen positiever uit het gebruikersonderzoek, maar het maakt het productieproces ook een stuk eenvoudiger en controleerbaarder.

Assemblage
Ondanks dat het klemsysteem geschikt is voor de assemblage van de plaatjes, wordt toch aanbevolen onderzoek te doen naar de mogelijkheid om te lijmen. Hiervoor zullen verschillende biologisch afbreekbare lijmen getest worden. Aan de hand hiervan kan bepaald worden welke van de twee opties - het klemmen of het lijmen - de meeste voordelen oplevert.

Productieproces
Om het productieproces zoveel mogelijk te optimaliseren en ervoor te zorgen dat het gelijkwaardige koffiematerialen oplevert, wordt aanbevolen hier een apart onderzoek naar uit te voeren. Hierbij kan bijvoorbeeld onderzocht worden hoe een mat oppervlak verkregen kan worden, zonder dat het bakpapier een kreukelachtige afdruk achterlaat. Ook het creëren van een stijf materiaal dat wel de gewenste lichtdoorlatende effecten heeft is nog een uitdaging.

Koffieherkenbaarheid
In dit verslag is het gekozen concept aangeduid als de *square hanglamp*. Deze was in eerste instantie gebaseerd op de vorm van de lamp. Voor de verkoop van de lamp wordt een andere naam aangeraden. De slogan die wordt aangeraden is *Powered by Coffee*. Deze is kort maar krachtig en slaat zowel op de lamp als op de koffie. Daarbij is het leuk om een aantal feitjes op het label of in het informatieboekje te plaatsen. Bijvoorbeeld dat de lamp bestaat uit 147 gram koffiedik en dat hiervoor ongeveer 5 kopjes koffie gedronken zijn. Hoe het Coffee Based logo en eventueel een slogan productietechnisch op het product geplaatst kunnen worden vraagt om nader onderzoek.

8. Referentielijst

Ashby, M.F., Miller, A., Rutter, F., Seymour, C., & Wegst, U.G.K. (2005). *The CES Eco-selector - background reading.* (3e ed.). Cambridge, Verenigde Staten: Granta Design.

Brokx Schalken BV. (Persoonlijke communicatie, juli 2016).

Coffee Based (2016). *Report Energy Analysis Cofee Based Notebook.* In eigen beheer.

Desmar Specials BV. (Persoonlijke communicatie, 25 juli 2016).

Dornfeld, D. (2012). *Design principles for sustainable materials & manufacturing processes, I.* Berkeley: Laboratory for Manufacturing and Sustainability. 49.

Elkington, J. (1997). *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business.* Michigan: New Society Publishers. 72-74.

Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards a circular economy: Accelerating the scale-up across global supply chains.* Geraadpleegd van http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications.

Ferdman, R. (2014, januari). Where the world's biggest coffee drinkers live. Geraadpleegd op 27 januari 2015 van http://qz.com/166983/where-the-worlds-biggest-coffee-drinkers-live/

Fontijne Grotness BV. (z.j.). *Laboratory Platen Presses - LabEcon series: for the best price/quality performance*. Geraadpleegd van http://www.fontijnegrotnes.com/app/uploads/sites/2/2015/09/Flyer_LABECON_2015.pdf.

Gant, N. (2005). *Plastic design - the unlikely pioneer of product relationships.* Geraadpleegd van http://www.ijdesign.org/ojs/index.php/IJDesign/article/view/129/78.

Hekkert, P. P. M. (2006). Design Aesthetics: Principles of Pleasure in Design. *Psychology Science* (48), 157 - 172.

Hodgson, S. N. B., & Harper, J. F. (2004). *Effective use of materials in the design process - more than a selection problem.* Geraadpleegd van http://m.designsociety.org/download-publication/19639/effective_use_of_materials_in_the_design_process_more_than_a_selection_problem.

Interliving (z.j.). *Filigrain lampen.* Geraadpleegd van http://www.interliving.nl/filigrain/.

Jong, M. de. (2016). *Van koffiedik tot interieurproduct* (thesis). Amsterdam: Hogeschool van Amsterdam.

Karana, E. (2004). *Guidelines for a Materials Selection Source for Industrial Design-Activity: A survey on the Expectations of Turkisch Designers.* (Master), Middle East Technical University, Turkije.

Karana, E. (2009). *Meanings of Materials.* Delft: Delft University of Technology.

Karana, E. (2010). *How do materials obtain their meaning?* Geraadpleegd van http://jfa.arch.metu.edu.tr/archive/0258-5316/2010/cilt27/sayi_2/271-285.pdf.

Karana, E. (2012). Characterization of 'natural' and 'high-quality' materials to improve perception of bio-plastics. *Journal of Cleaner Production, 2012(37),* 316–325.

Karana, E., Pedgley, O., & Rognoli, V. (2014). *Materials Experience: Fundamentals of Materials and Design.* Oxford: Elsevier Ltd.

Krippendorff, K., & Butter, R. (2008). Semantics: Meanings and contexts of artifacts. In H.N.J. Schifferstein & P. Hekkert (Eds.), *Product Experience.* Amsterdam: Elsevier.

LEDsLampen. (z.j). *LED lampen.* Geraadpleegd van https://www.ledslampen.nl/led-lampen/

Lefteri, C. (2012). *Making it: Manufacturing Techniques for Product Design.* (2e ed.). Londen, Groot-Brittannië: Laurence King Publishing.

Martens, A. (2015). *Circulaire economie.* Geraadpleegd van https://www.ensie.nl/anne-martens/circulaire-economie.

Materia. (2016). *Cork fabric.* Geraadpleegd van http://materia.nl/material/cork-n-roll/.

Meerman, K. (2016). *De 7 belangrijkste trends in duurzaamheid voor 2016.* Geraadpleegd van https://www.werktrends.nl/7-belangrijkste-trends-in-duurzaamheid-2016.

Oskam, I., Jong, M. de, Lepelaar, M., & Kate, R. ten. (2015). *Ontwerpen met biobased plastics: unieke eigenschappen en inspirerende toepassingsmogelijkheden.* Geraadpleegd op 18 mei 2016 van http://www.biobasedplastics.nl.

Raad voor de leefomgeving en infrastructuur. (2015). *Circulaire economie: van wens naar uitvoering.* Geraadpleegd van http://www.rli.nl/sites/default/files/rli028-1_wtk_advies_circ_eco_interactief_2.pdf.

Rijksinstituut van Volksgezondheid en Milieu. (z.j.) *Wat is LCA?.* Geraadpleegd op 15 oktober 2015, van http://www.rivm.nl/Onderwerpen/L/Life_Cycle_Assessment_LCA/LCA/Wat_is_LCA

Rodenburg Biopolymers. (z.j.). *Optimum Optinyl.* Geraadpleegd van http://www.biopolymers.nl/rodenburg_biopolymers-optinyl.

RotterZwam. (2014). *RotterZwam gaat crowdfunden.* Geraadpleegd van http://www.rotterzwam.nl/rotterzwam-gaat-crowdfunden/.

Schoolderman, H., Van den Dungen, P., Van den Beukel, J., Van Raak, R., Loorbach, D., Van Eijk, F., & Joustra, D.J. (2014). *Ondernemen in de circulaire economie, nieuwe verdienmodellen voor bedrijven en ondernemers.* Amsterdam: Tromp Drukkerij.

Vermeend, W. (2013). *De wereld van 3D -printen.* Den Haag: Einstein Books.

WCED (World Commission on Environment and Development), *Our Common Future*. Oxford University Press, 1987.

Zeeuw van der Laan, A. (2013). *Characterization of waste coffee grounds as a design material* (Master thesis). Delft: Delft University of Technology

Figuren

Figuur 2 Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Circulair model*. Overgenomen van http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications.

Figuur 4 Karana, E. (2009). *Meaning of Materials*. Delft: Delft University of Technology.

Figuur 5 Karana, E. (2012). Characterization of 'natural' and 'high-quality' materials to improve perception of bio-plastics. *Journal of Cleaner Production, 2012(37)*, 316–325.

Figuur 6 Jong, M. de. (2016). *Positionering CB tussen bestaande ontwikkelingen.* In eigen beheer.

Figuur 54 Snoerboer BV. (2016). *Snoeren.* Overgenomen van https://www.snoerboer.nl/strijkijzersnoer/

Figuur 62 Fontijne Grotness BV. (z.j.). *Laboratory Platen Presses - LabEcon series: for the best price/quality performance*. Geraadpleegd van http://www.fontijnegrotnes.com/app/uploads/sites/2/2015/09/Flyer_LABECON_2015.pdf.

A. Stakeholders

VerdraaidGoed
Het belang voor VerdraaidGoed is om het project Coffee Based van de grond te krijgen. Daarbij biedt het haar kennis en netwerk bij het ontwerpen van de eerste Coffee Based design lamp. De belangen komen verder overeen met de belangen van Coffee Based.

Coffee Based
Coffee Based wil uitgroeien tot hét kenniscentrum rondom koffiedik. Hiervoor is het van belang dat zij zich verder verdiepen in het toepassen van koffiedik in materiaalontwikkeling en productontwerp. Daarna hopen ze met de eerste Coffee Based producten de markt te verrassen, zodat een financiële basis gelegd kan worden voor het kenniscentrum. Om deze eerste producten realiseerbaar te maken zijn de belangen van Coffee Based, in het kader van dit project, om een product te ontwerpen waarin de koffieherkenbaarheid groot is, het materiaal de gewenste technische en sensorische eigenschappen heeft en dat het winst oplevert. Om de kosten zo laag mogelijk te houden en bij te dragen aan het creëren van lokale en sociale werkgelegenheid, is het van belang dat het eindproduct zoveel mogelijk in sociale werkplaatsen vervaardigbaar is.

Bedrijven die het koffiedik aanleveren
Door bedrijven wordt jaarlijks zo'n 68 miljoen kilogram aan koffiedik weggegooid[1]. Voor deze bedrijven is het van belang dat het voordelen oplevert wanneer zij dit restmateriaal niet weggooien maar aan CoffeeBased leveren voor hergebruik. Deze voordelen kunnen lagere kosten zijn of het creëren van een duurzaam imago. Op dit moment wordt nauw samengewerkt met RotterZwam. Zij zijn ook op zoek naar alternatieve toepassingen voor koffiedik en hebben hieromheen een groot netwerk opgebouwd. In ruil voor opgedane kennis en kunde van Coffee Based, zal RotterZwam als leverancier van koffiedik fungeren.

Labs
Op dit moment zijn er drie labs bezig met het productieproces van de koffiefolie: Stenden Hogeschool, het Biopolymeer Applicatie Centrum (BAC) van de Avans Hogeschool en Alpha Enzyms.

Stenden Hogeschool ziet een toekomst in nieuwe technologische toepassingen van duurzame kunststoffen. Zij hebben als doel onderwijsvernieuwing en het worden van een kenniscentrum over duurzame kunststoffen voor bedrijven. Hun belang bij dit onderzoek is om nieuwe kennis te vergaren en dit te delen met zowel studenten als met bedrijven.

Avans Hogeschool heeft in samenwerking met het bedrijfsleven een onderzoekscentrum bij de Techlog Campus in Breda: Biopolymeer Applicatie Centrum (BAC). Zij richtten zich op de ontwikkeling van bioplastics die gemaakt zijn van natuurlijke grondstoffen. Hun doel is om duurzame alternatieven grootschalig toe te passen. Daarom is samenwerking tussen het onderwijs en het bedrijfsleven van groot belang.

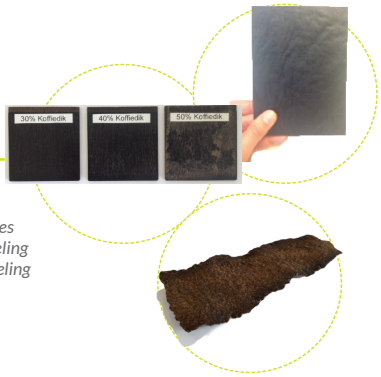
Alpha Enzyms is een bedrijf die zich richt op de vergroening van chemische technologieën, waarbij ze voornamelijk gebruik maken van biochemische processen. Voor hun is het van belang om zichzelf te blijven vernieuwen door het uitvoeren van verschillende onderzoeken. Zij hebben daardoor veel onderzoeksmogelijkheden te bieden voor bedrijven die specialistisch onderzoek willen uitbesteden.

Orientals
Voor deze opdracht zal een interieur lamp worden ontworpen voor de groothandel Orientals. Orientals is importeur van oosterse sfeervolle en kleurrijke verlichting, textiel, accessoires en meubels. Doordat zij de ontwerpen en ontwikkeling van de Oosterse producten in eigen beheer hebben, kunnen zij deze tegen een scherpe prijs aanbieden. Het is voor hun dus van belang dat de verkoopprijs van de lamp binnen hun prijsrange valt. Daarnaast moet het product binnen de sferen van de producten vallen die het bedrijf aanbiedt en tegelijkertijd vernieuwing en duurzaamheid uitstralen. Het is belangrijk dat het restmateriaal koffiedik duidelijk herkenbaar is in de interieur lamp. Verder zal het materiaal tegen de hitte van een lamp moeten kunnen, zodat de kwaliteit van Orientals niet achteruit gaat.

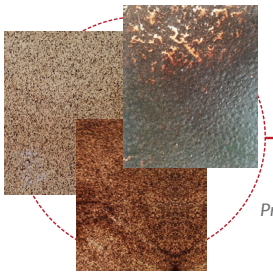
Sociale werkplaatsen
Het belang voor deze sociale werkplaatsen is dat een zo groot mogelijk deel van de ontworpen Coffee Based design lamp daar geproduceerd kan worden. Op deze manier wordt er meer lokale en sociale werkgelegenheid gecreëerd.

[1] Jong, M. de. (2016). *Van koffiedik tot interieurproduct* (thesis). Amsterdam: Hogeschool van Amsterdam.

B. Materiaal ontwikkelingen



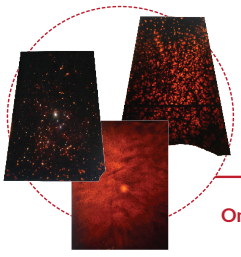
Materiaal analyse
Persen: koffiekrafts
Spuitgieten: koffieplaatjes
Kalanderen: in ontwikkeling
3D filament: in ontwikkeling



Nieuwe samples
Door: Alpha Enzyms
Productiemethode: Extrusie en Persen
Maakt geen gebruik van granulaat.
Nieuwe materiaalbeleving

Ontwikkeling koffiekap
Door: Alpha Enzyms
Productiemethode: Spuitgieten
Organische afwerking door de mal niet helemaal vol te spuiten.

Ontwikkeling kalanderen
Door: BAC , Avans Hogeschool
Productiemethode: kalanderen
Lange flexibele strook, max. 30% ongebruikt koffiepoeder in combinatie met optinyl



Ontwikkeling krafts en plaatjes
Door: auteur van dit verslag
Bij Stenden Hogeschool
Productiemethode: Persen
Diverse testen hebben tot uiteenlopende resultaten geleid.

- Vooronderzoek
- Ideeën en concepten
- Conceptuitwerking
- Conceptdetaillering
- Productieplan

- Nieuwe ontwikkeling op het gebied van koffiematerialen

C. Duurzame ontwerpprincipes

Bij duurzaam ontwerpen is het de bedoeling dat zo veel mogelijk rekening wordt gehouden met duurzaamheid. Dit betekent dat negatieve gevolgen voor het milieu gedurende het maken en het gebruik van het product zo veel mogelijk moeten worden vermeden.

Materiaalgebruik
Het juiste materiaalgebruik kan veel betekenen voor de duurzaamheid van het uiteindelijke product. Hiermee worden niet alleen natuurlijke materialen bedoeld, maar ook materialen waarbij energiezuinige productiemethoden betrokken zijn of materialen die heel erg lang meegaan. De volgende factoren hebben invloed op de duurzaamheid van een materiaal.

- Het materiaal is geproduceerd met een minimale impact op het milieu.
- Het materiaal kan efficiënt gebruikt worden, waardoor weinig restmateriaal overblijft.
- Het materiaal bevat geen toxische stoffen
- Het materiaal is herbruikbaar, door het opknappen, hergebruiken of recyclen van het materiaal.
- Het materiaal heeft een lange levensduur
- Het materiaal is lokaal geproduceerd.
- Het materiaal is gemaakt van hernieuwbare grondstoffen.
- De diversiteit aan materialen in een product moeten minimaal zijn en demonteerbaar zijn.

Energie-efficiëntie
Energie-efficiëntie betekent dat de hoeveelheid benodigde energie per product of kilogram materiaal zo laag mogelijk is. Je kunt dus niet zeggen dat een energie-zuinige productiemethode ook het meest energie-efficiënt is. Wanneer een productieproces veel eenheden per tijdseenheid produceert, zal de benodigde energie per product of per kilogram materiaal namelijk een stuk lager zijn. Een andere manier om de energie-efficiëntie te vergroten, is het verbeteren van de productieprocessen door de energie efficiënter om te zetten. Dit valt echter buiten het kader van dit project. De product ontwerper dient een product zodanig te ontwerpen dat een bijpassende productiemethode zo optimaal mogelijk gebruikt kan worden. Hierbij wordt zo min mogelijk energie verbruikt per product en ontstaat er weinig restmateriaal.

Kwaliteit en levensduur
Wanneer de kwaliteit van het product beter is, wordt het product langer gebruikt en zal het product minder snel worden afgedankt. Op deze manier ontstaat er minder afval en is de vraag naar nieuwe producten minder groot, wat ook weer energie bespaart.

Hergebruik en recycling
Een duurzaam product moet zo worden ontworpen dat het een commercieel 'leven na dood' heeft [2] Er zijn meerdere manieren waarop een product een nieuw leven krijgt. Dit kan bijvoorbeeld door bepaalde onderdelen van het product te gebruiken voor nieuwe producten, of door de materialen van het product te recyclen. Het is daarom belangrijk dat producten zoveel mogelijk van één soort materiaal gemaakt zijn of dat de verschillende onderdelen met een verschillend materiaal te demonteren zijn zodat elk onderdeel apart hergebruikt of gerecycled kan worden. Hergebruik en recycling begint al bij de mensen thuis. Door producten niet direct weg te gooien, maar juist op te knappen of tweedehands te verkopen krijgt het product een langere levensduur.

Ecologische voetafdruk
De ecologische voetafdruk geeft inzicht in de hoeveelheid land die jaarlijks nodig is voor onze consumptie. Het is een soort meetinstrument waarmee geschat wordt hoeveel ruimte wij als mens innemen op deze aarde. De grootte van de voetafdruk wordt in hectares uitgedrukt en is afhankelijk van onze leefgewoontes. Het neemt de opervlakte mee welke nodig is voor het gebruik van energie en grondstoffen en de productie van voedsel. De gemiddelde toegestane voetafdruk is 1,8 hectare. Men gebruikt wereldwijd echter gemiddeld 2.7 hectare en de gemiddelde Nederlander zelfs 6.4 hectare. De helft van de ecologische voetafdruk wordt in beslag genomen door CO_2-uitstoot. Het broeikasgas komt vrij bij verbranding van fossiele brandstoffen die gebruikt worden voor verwarming, elektriciteitsopwekking en vervoer. De CO_2-uitstoot wordt berekend door te bepalen hoeveel hectare aan bomen nodig is om het CO_2-gehalte weer uit de lucht te halen[2].

[1] Dornfeld, D. (2012). *Design principles for sustainable materials & manufacturing processes, I.* Berkeley: Laboratory for Manufacturing and Sustain ability. 49.
[2] De Voetafdruk Nederland. (z.j.). *Over de voetafdruk.* Een project van de natuur en milieufederaties. Geraadpleegd van http://voetafdrukneder-land.nl/.

Ontwerpers kunnen deze voetafdruk tijdens het ontwerpproces en tijdens het gebruik van het product verkleinen door het verkleinen van het energiegebruik, het afval en het vervoer. Dit kan bijvoorbeeld door gebruik te maken van energiezuinige productieprocessen, lokale productie, het verkleinen van de afvalberg en door het ontwerpen van energiezuinige producten met een langere levensduur.

Hernieuwbaarheid
Door gebruik te maken van hernieuwbare materialen, door deze bijvoorbeeld bij afdanking van een bepaald product, in nieuwe producten te gebruiken of door het materiaal te recyclen. Op deze manier worden de grondstoffen van de aarde niet uitgeput. Ook is er een verschil tussen fossiele grondstoffen en hernieuwbare grondstoffen. Fossiele grondstoffen zoals aardolie, gas en steenkool raken op den duur op, terwijl hernieuwbare grondstoffen steeds opnieuw geproduceerd kunnen worden.

Lokale productie
Door lokale productie en door inkooponderdelen lokaal in te kopen is er minder ver transport nodig en daardoor dus minder CO_2 - uitstoot.

Trends
Door de voortdurende verandering van trends, wordt veel in de maatschappij weggegooid. Ontwerpers kunnen hier rekening mee houden door bijvoorbeeld bepaalde onderdelen van het product vervangbaar te maken met materialen die nu 'in de mode' zijn. Consumenten zijn erg beïnvloedbaar door de huidige trends, waar ontwerpers, in samenwerking met marketeers, op in kunnen spelen. Door van duurzaamheid een trend te maken, zullen mensen steeds enthousiaster worden over het kopen van duurzame producten en krijgt duurzaamheid een hip imago.

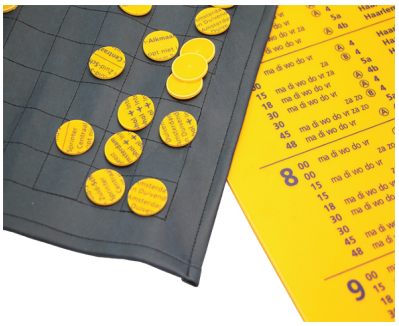
D. Portfolio VerdraaidGoed

Foodiebag

De Foodiebag is een soort doggybag die restaurant-bezoekers op een laagdrempelige en stijlvolle manier de mogelijkheid biedt om overgebleven eten mee naar huis te nemen. Hiermee wordt de voedselverspilling aangepakt.

NS-Upcycle

Ns-upcycle is een hele productielijn die in samenwerking met de NS is opgezet. Gele treinborden, die jaarlijks 5 keer worden vervangen omdat de dienstregeling wijzigt, krijgen een nieuw leven als bijvoorbeeld boekenkaft of dienblad.

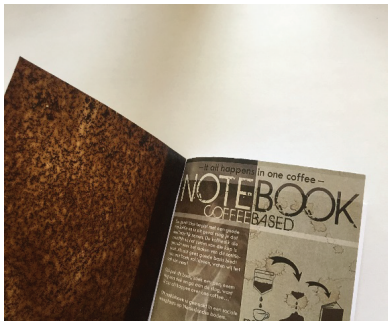


Beat the Bag

Beat the Bag gaat het gebruik van plastic tasjes tegen door herbruikbare tassen te maken van textielafval. Geschikte materialen hiervoor zijn bijvoorbeeld oude vlaggen, promotiebanners en etalagedoeken.

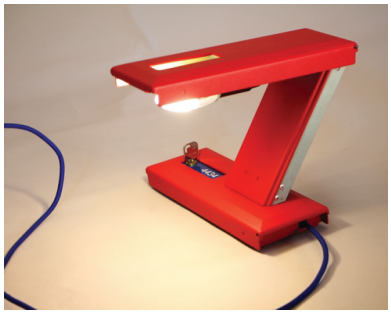
Coffee Based

Coffee Based verhoogt de waarde van koffiedik door het materiaal om te vormen tot nieuwe producten. Hiermee creëert het bewustzijn in de samenleving rondom restafval en de mogelijkheden ervan.



Rewire

Rewire is de lampencollectie van VerdraaidGoed waarbij oude materialen en onderdelen van allerlei soorten producten worden omgezet in een lamp. Een voorbeeld hiervan is de LichtPost lamp die gemaakt is van de deurtjes van oude postbuskasten.



E. Toelichting materiaalanalyse

De materialen zijn geanalyseerd op basis van de voorgaande onderzoeken van de Jong[1] . De eigenschappen worden hieronder één voor één toegelicht.

Warmtebestendigheid
Het is belangrijk dat het materiaal de warmte van een LED lamp kan verdragen. Een krachtige LED lamp van 6 Watt kan oplopen tot 40 à 50 graden (bron). De schaal die gebruikt is bij het analyseren van de warmtebestendigheid loopt van 20 graden Celsius (kamertemperatuur) tot een maximum van 100 graden Celsius. Het midden geeft dus een waarde van 58 graden Celsius. Wanneer de materialen hierboven liggen dan kan geconcludeerd worden dat het materiaal goed genoeg tegen warmte kan om te worden gebruikt in een lamp met LED verlichting.

Uit onderzoek van de Jong is gebleken dat de wat dikkere plaatjes de warmte goed kunnen weerstaan. De wat dunnere geperste krafts krommen op bij een temperatuur boven de 70 graden Celsius. Bij 77 graden verdampen de verontreinigingen in koffiedik (voornamelijk water)(bron). De standaard PLA kan een temperatuur boven de 60 graden niet verdragen (bron). Daarom is op de schaal te zien dat het dikkere plaatje met 50% koffiedik het meest warmtebestendig is. Het kalander materiaal, ook bestaande uit 50% koffiedik, maar wel een stuk dunner, wordt qua warmtebestendigheid geschat tussen de plaatjes en krafts in te zitten. Alle materialen blijven in goede staat bij de warmte van een LED lamp.

Vochtbestendigheid
De ideale luchtvochtigheid in de woonkamer ligt tussen de 40 en 60 procent. Met een beetje marge moet het materiaal intact blijven bij een luchtvochtigheid tussen de 30 en 70 procent. De PLA-materialen kunnen goed tegen water, daarom liggen alle materialen op de schaalverdeling van de materiaalanalyse rechts van het midden. Er wordt aangenomen dat hoe minder het percentage koffiedik, hoe beter bestand tegen vocht.

Lichtdoorlatendheid
De schaal voor lichtdoorlatendheid is gebaseerd op de volgende twee uitersten: een massieve plaat waar helemaal geen licht doorheen schijnt en de lichtdoorlaatbaarheid van een standaard 80 grams wit vel papier. De spuitgegoten plaatjes met een dikte van 2 mm zijn de vergelijken met een massieve plaat en laten geen enkel licht door. De dunne krafts daarentegen komen in de buurt van de lichtdoorlatendheid van een vel papier. Hierbij geldt hoe dunner, hoe meer licht wordt doorgelaten. Van het kalander materiaal wordt verwacht dat het iets minder licht door laat dan het 1 mm kraft materiaal.

Stijf vs. Flexibel
De stijfheid van een materiaal geeft aan in welke mate een materiaal zich verzet tegen elastische vervorming. Er zijn twee factoren die invloed hebben op de stijfheid van het materiaal. Dat zijn het percentage koffiedik in het materiaal en de dikte van het materiaal.

Tijdens het onderzoek van de Jong zijn trekstaven gemaakt bij Stenden Hogeschool met 30, 40 en 50 procent koffiedik. Daarbij is ook een trekstaaf gemaakt van 100 procent PLA. In tabel 1 zijn de resulterende E-modulus en maximale kracht te zien. Hier is te zien dat de stijfheid in eerste instantie toeneemt door het toevoegen van koffiedik. Dit effect neemt echter snel af. Dit komt door de korte vezels van koffiedik. Op de schaal van de materiaalanalyse betekent links van het midden dat de materialen zo stijf zijn dat ze niet buigbaar zijn en rechts van het midden dat de materialen buigbaar zijn en dus meer flexibel. Ook hier geldt, hoe dunner de geperste krafts, hoe flexibeler het materiaal.

Tabel 1. Stijfheid en sterkte[1]

percentage koffiedik in PLA	E-modulus (MPa)	Maximale kracht (MPa)
0	3470	62.3
30	3780	29.5
40	3800	23.7
50	3530	18.7

Bros vs. Taai
Hoe brosser een materiaal, hoe minder rek het vertoont voordat het breekt. Daarbij is voor een brosse breuk minder energie nodig dan voor een taaie breuk. In tabel 2 zijn de resultaten van de trekproeven door Stenden Hogeschool te zien. Om te bepalen of de materialen bros of taai zijn, is de maximale kracht en de rek bij breuk weergegeven.

Tabel 2. Brosheid[1]

percentage koffiedik in PLA	Fbreuk (MPa)	Rek bij breuk (%)
30	20	2.5
40	18.5	2
50	15.4	1.8

Hieruit kan geconcludeerd worden dat hoe meer koffiedik aan het materiaal is toegevoegd, hoe brosser het materiaal wordt. Deze waarden liggen echter heel dicht bij elkaar. Op de schaalverdeling van de materiaalanalyse is alles links van het midden, niet buigbaar en erg bros. Het breekt snel wanneer er kracht op wordt gezet en vertoont nauwlijks rek voordat het breekt. Rechts van het midden staan de flexibele materialen, die voordat ze breken redelijk buigbaar zijn. Voor deze materialen is echter ook niet veel kracht nodig om ze te breken, maar ze vertonen meer rek voordat dit gebeurt. Hoe dunner het materiaal hoe meer het materiaal kan buigen en dus hoe taaier het materiaal.

Zwak vs. Sterk
De sterkte is de maximale spanning die een materiaal bereikt wanneer het plastisch gaat vervormen. In tabel 1 is deze maximale kracht weergegeven. Hieruit blijkt dat door het toevoegen van koffiedik de sterkte van PLA materiaal achteruit gaat. Hoe meer koffiedik is toegevoegd, hoe minder sterk het materiaal. Op de schaalverdeling van de materiaalanalyse wordt PLA als uiterste genomen voor een sterk materiaal. Wanneer 30% koffiedik wordt toegevoegd neemt deze sterkte met meer dan de helft af. Vandaar dat alle materialen links van het midden zijn weergegeven. Daarbij wordt ervanuit gegaan dat de dikkere plaatjes sterker zijn dan de dunne folies en dat het kalandermateriaal hier ergens tussen in zal hangen. Het sterkste materiaal zou het plaatje zijn met 30% koffiedik.

Duurzaamheid
De duurzaamheid van het materiaal is vooral gebaseerd op het productieproces dat gebruikt wordt om het materiaal te maken. Daarnaast wordt rekening gehouden met de hoeveelheid granulaat dat voor het materiaal gebruikt wordt en het percentage koffiedik. Een hoger percentage koffiedik is duurzamer dan een laag percentage. Dit komt omdat er dan meer PLA nodig is en het kost meer energie om PLA te maken, terwijl van koffiedik al genoeg materiaal beschikbaar is. Op de schaalverdeling van de materiaalanalyse staan links van het midden de materialen met een lage energie-efficiëntie. Rechts van het midden staan de productieprocessen die makkelijker automatiseerbaar zijn en daardoor een hogere energie-efficiëntie hebben. Verwacht wordt dat het kalandermateriaal het meest duurzaam is, omdat kalanderen een continu en zeer snel proces is waarbij weinig restmateriaal overblijft. Met als kanttekening dat alle bovengenoemde processen veel energie kosten omdat er veel warmte nodig is om het gewenste materiaal te creëren.

Koffieherkenbaarheid
Uit eerdere gebruikerstesten van de Jong is gebleken dat het koffiedik het meest werd herkend in de geperste dunne kraftmaterialen. Dit had vooral te maken met de structuur die te zien was wanneer het licht door het materiaal schijnt en de geur die materialen afgeven. Verwacht wordt dat in de spuitgegoten plaatjes het koffiedik minder snel herkend wordt en staan daarom links van het midden op de schaalverdeling van de materiaalanalyse. Van het kalandermateriaal wordt verwacht dat het door de lichtdoorlatendheid van het materiaal meer koffieherkenbaarheid zal hebben dan de spuitgegoten plaatjes. Doordat het materiaal leerachtig aanvoelt, wordt verwacht dat de koffieherkenbaarheid minder is dan bij de geperste plaatjes.

[1] Jong, M. de. (2016). *Van koffiedik tot interieurproduct* (thesis). Amsterdam: Hogeschool van Amsterdam.

F. Interview Orientals

1. Jullie hebben aangegeven enthousiast te zijn over een samenwerking met Coffee Based voor een nieuw ontwerp van een lamp die past binnen jullie collectie. Wat zijn jullie verwachtingen rondom de samenwerking met Coffee Based?
Dat er een goed verkoopbaar product uitkomt.

2. Wie is jullie doelgroep?
Wij zijn een groothandel die levert aan winkeliers. Het gaat hierbij vooral om de wat kleinere winkels en speciaalzaken in oosterse sferen. Het betreft kleine winkels die wel op een goede locatie liggen, dus niet op afgelegen plekken.

3. Jullie zijn een bedrijf in oosters interieur. Wat zijn de kenmerken hiervan?
Kleurrijk en sfeervol. Wat je veel ziet is mozaïek, kralen en filigrain.

4. Wie zijn jullie concurrenten?
In Nederland hebben we niet veel directe concurrenten. Indirecte concurrenten zijn bijvoorbeeld mensen die op vakantie gaan naar Turkije of Egypte en daar zelf producten kopen in deze stijl. De filigrain lampen uit Egypte zouden als concurrentie gezien kunnen worden. Deze worden wel in Nederland verkocht. Deze zijn gemaakt van koper waar vaak een zilver laagje overheen zit. Onze lampen zijn van metaal gemaakt waarover bijvoorbeeld een laagje zwart, koper of zilver zit.

5. Welke trends en ontwikkelingen zijn er op de markt qua interieur?
Modern interieur is vaak strak en maakt gebruik van transparant, zwart en wit. Ook groentinten (vooral in Duitsland) en beige zie je veel terug. Het moderne interieur wordt ook vaak gecombineerd met kleurrijke en sfeervolle oosterse producten, zoals lampen, kleden of andere accessoires. Deze twee stijlen zijn erg goed te combineren in het interieur. Zo past een grote open filigrain plafonnière prima boven een moderne eettafel in een strak interieur. Maar ook de kleurrijke mozaïeken worden veel toegepast.

6. Op wat voor manieren onderscheidt Orientals zich van de concurrent?
Naast dat wij onze eigen draai geven aan de producten, is ons sterkste punt vooral dat we voor elk product een bijpassende accessoire of ander interieurproduct hebben. Zo kun je een lamp kopen en daar een bijpassend kastje bij kopen met dezelfde kleuren en patronen.

7. Waarom denken jullie dat een Coffee Based design lamp past binnen jullie assortiment?
Wij zijn altijd op zoek naar iets nieuws. Het idee van een lamp die gemaakt is op basis van koffie is erg leuk en daarbij zullen we ook één van de eerste in Nederland zijn die dan zo'n soort lamp verkopen.

8. Wat zijn de verwachtingen wat betreft het design?
We staan open voor ideeën. Het zou erg leuk zijn om bijvoorbeeld het oosterse filigrain te verwerken in het ontwerp, maar dit is ook afhankelijk van de productiemogelijkheden. Ook de grootte van het koffiekraft zal invloed hebben op het design. Het zou leuk kunnen zijn om deze door middel van patchwork aan elkaar te maken en op deze manier een wat grotere lamp te ontwerpen. Wat betreft het materiaal waren we zeer onder de indruk van zowel de wat dikke niet-transparante koffieplaatjes als de dunnere buigbare licht doorlatende koffiekrafts. We laten ons verrassen en zijn benieuwd naar de eerste ideeën en mogelijkheden.

9. Heeft u een voorkeur wat betreft de soort lamp?
Nee, in alle lampen zou het erg leuk zijn. Zowel voor wandlampen, vloerlampen, hanglampen, plafonnières en tafellampen.

10. Wat is jullie wens wat betreft de grootte van de lamp?
Dit is afhankelijk van de soort lamp. Een vloerlamp kan bijvoorbeeld wel 120 cm groot zijn. We zaten zelf te denken aan een lamp van ongeveer 30 x 30 cm. Maar dit is ook weer afhankelijk van jullie mogelijkheden wat betreft de productie.

11. Wat is de gewenste levensduur van de lamp?
Het liefst zo lang mogelijk natuurlijk. Onze lampen zijn gemaakt van metaal en/of glas. Dat vergaat niet. Het is natuurlijk ook afhankelijk van de trends. Het zou bijvoorbeeld een leuk idee zijn, wanneer het recyclebare gedeelte van de lamp makkelijk gedemonteerd kan worden en vervangen kan worden door een nieuw design.

12. Wat zijn technische eisen van de lamp?
Deze zijn te vinden op de website.

13. Stel u bent enthousiast over de Coffee Based design lamp. In wat voor oplage zou u de lamp dan willen inkopen?
We kunnen nooit precies voorspellen hoeveel er verkocht wordt van een nieuwe lamp. Soms beginnen we met een oplage van 100 stuks in één of twee kleuren. Maar soms beginnen we zelfs maar met 20 à 50 stuks om te testen hoe een nieuw design in de markt ligt. Zodra deze lampen goed verkocht worden, wordt er ook steeds massaler ingekocht. Ik kan me voorstellen dat jullie lamp ook erg goed verkoopbaar zal zijn aan bijvoorbeeld koffiehuizen.

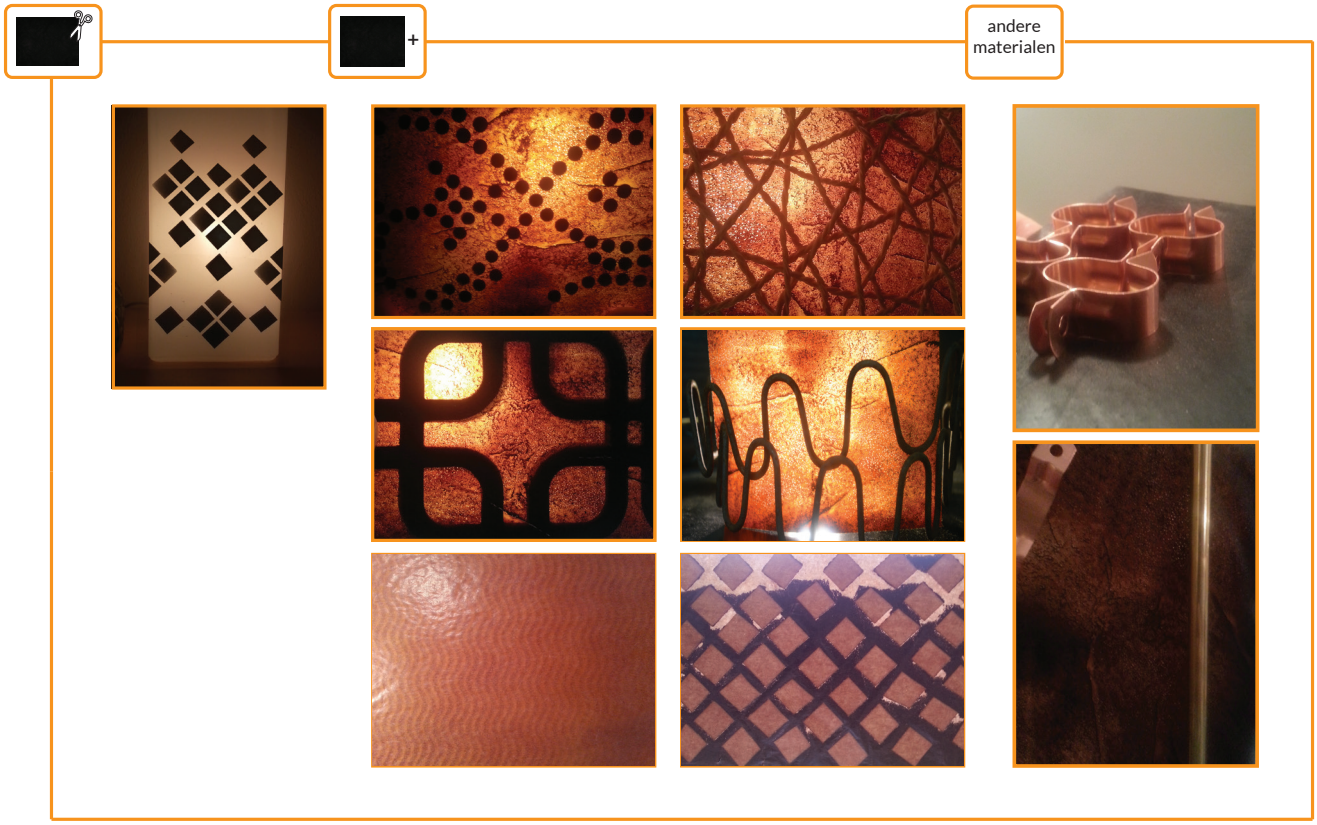
14. Zijn jullie op dit moment bewust bezig met duurzaamheid?
Onze producten worden gemaakt in India. Dat doen we omdat ze hier gemaakt kunnen worden en wij enigszins de omstandigheden waarin dit gebeurd kunnen checken. Het liefst zou ik hier nog wat meer controle over willen hebben, maar dat is op dit moment nog niet mogelijk. We zorgen ervoor dat er geen kinderarbeid is en dat de mensen een redelijk salaris ontvangen. Qua productie en materialen zijn wij hier nog niet heel veel mee bezig, maar het is zeker interessant voor de toekomst.

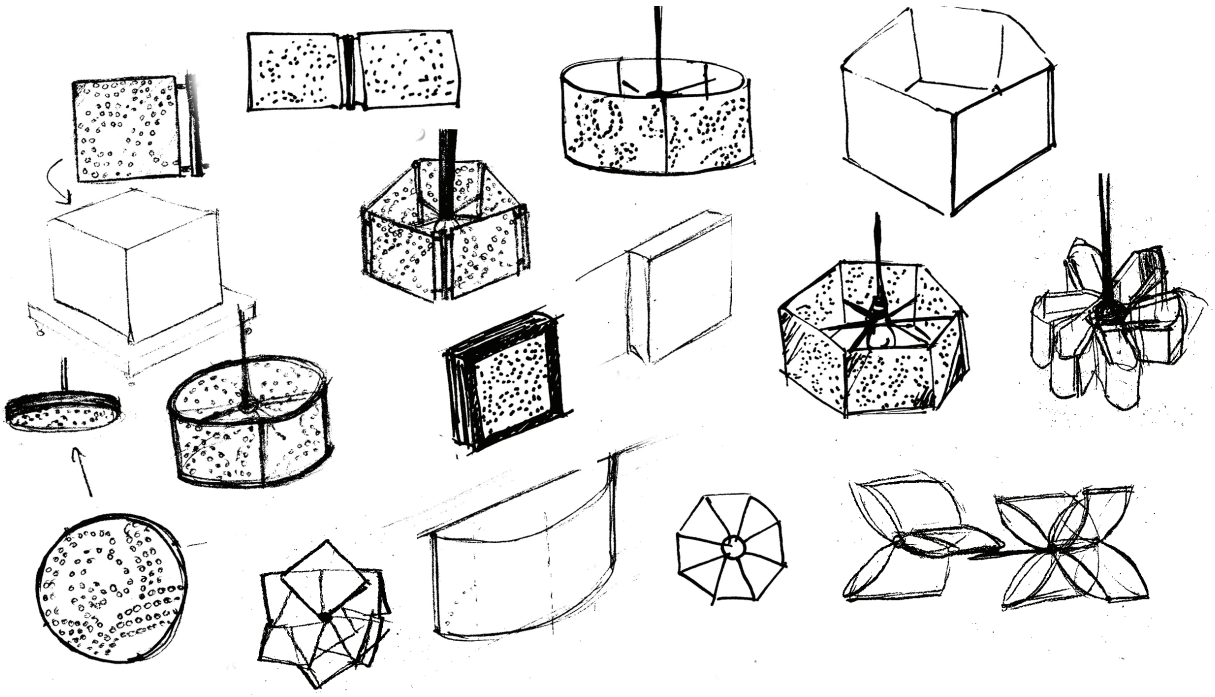
15. Wat vinden jullie ervan als het koffiemateriaal herkenbaar is in het eindproduct?
Dat vinden we juist ontzettend leuk en dat maakt de lamp extra bijzonder. We merken ook dat het voor consumenten steeds belangrijker wordt dat ze weten waar het product vandaan komt en hoe het gemaakt is. Hoe meer herkenbaarheid hoe beter. Dit zou bijvoorbeeld gedaan kunnen worden door een label aan de lamp te hangen. Een filmpje over het ontwerp en productieproces is ook erg interessant. Deze transparantie naar de consument geeft juist extra waarde aan het product.

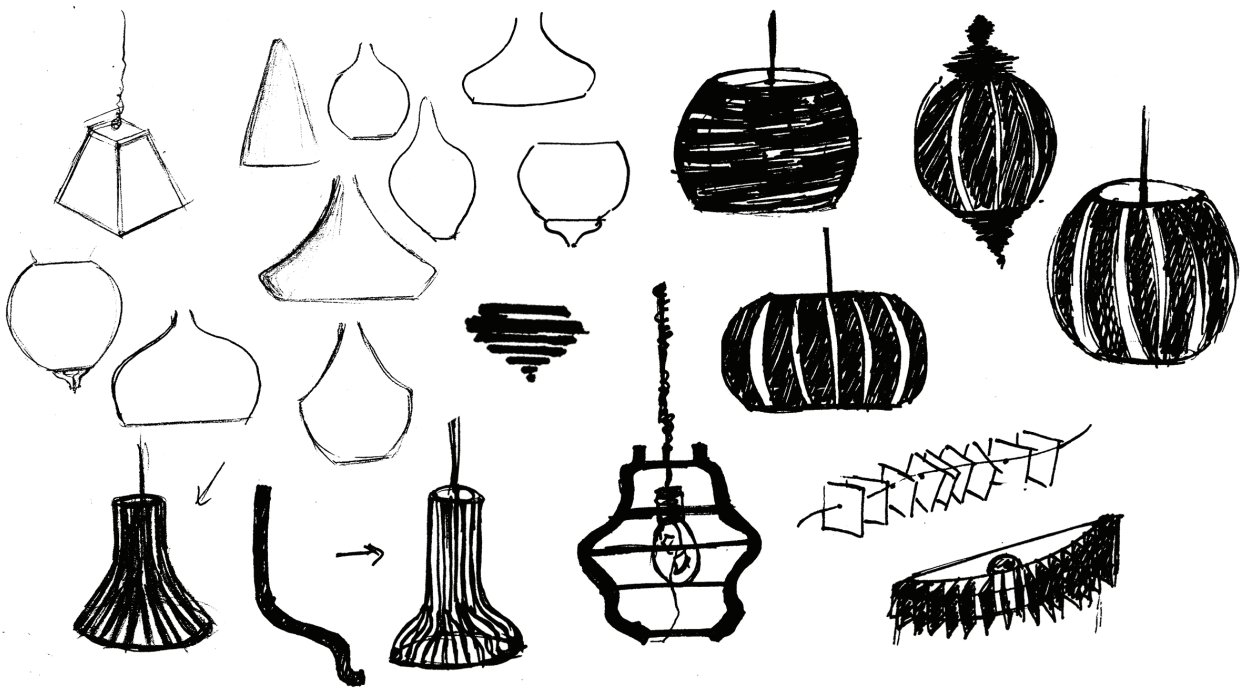
16. Welke boodschap willen jullie uitdragen naar de winkeliers en de consument?
Naast dat we een leuk product willen verkopen, willen we duurzaamheid en recycling benadrukken. Zo kan het leuk zijn als mensen alleen hun lampenkap kunnen vervangen door een nieuw ontwerp. Waarbij deze lampenkap dus makkelijk recyclebaar is.

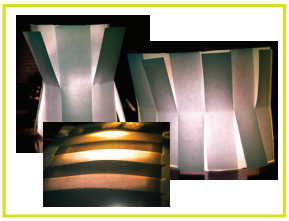
17. Wat mag de lamp kosten?
Dit hangt af van meerdere factoren, zoals de grootte, vorm en het verhaal achter de lamp. Stel we gaan uit van een 30 cm x 30 cm lamp, dan zal deze voor de consument tussen de €100 en €125 moeten liggen. Dat betekent dat de winkelier deze kan kopen van onze groothandel voor ongeveer €45 – €47,50 excl. BTW. De inkoopprijs voor de groothandel van de lamp is dan ongeveer €20 à €22. (Dit is later bijgesteld naar een consumentenprijs tussen de €80 en €100).

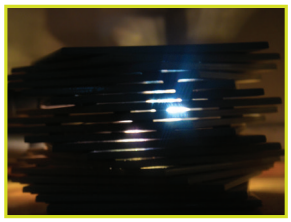
G. Schetsen en experimenten

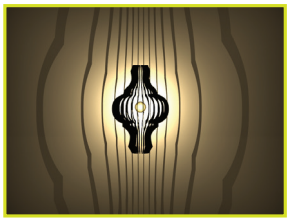


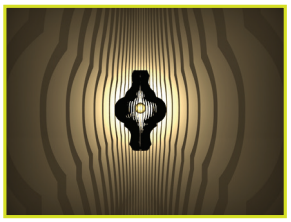


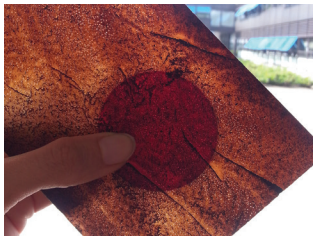
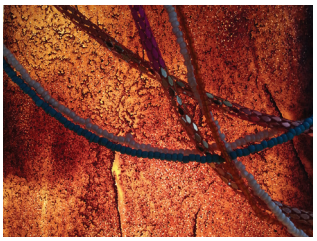
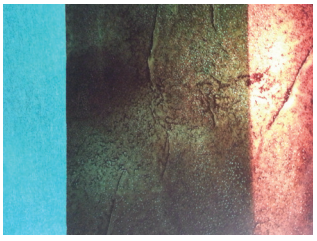
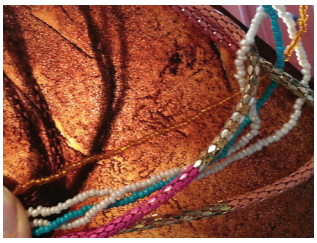




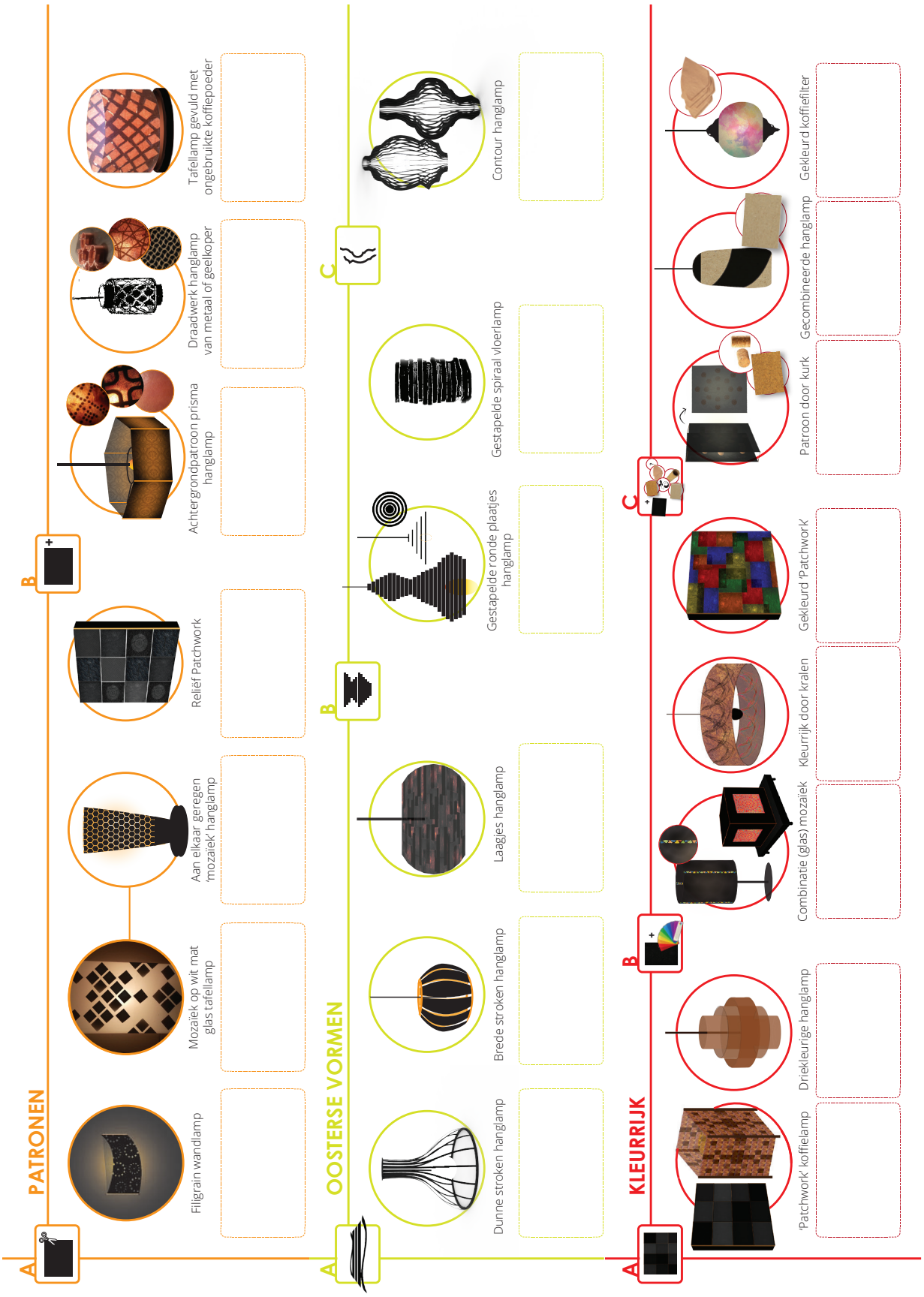




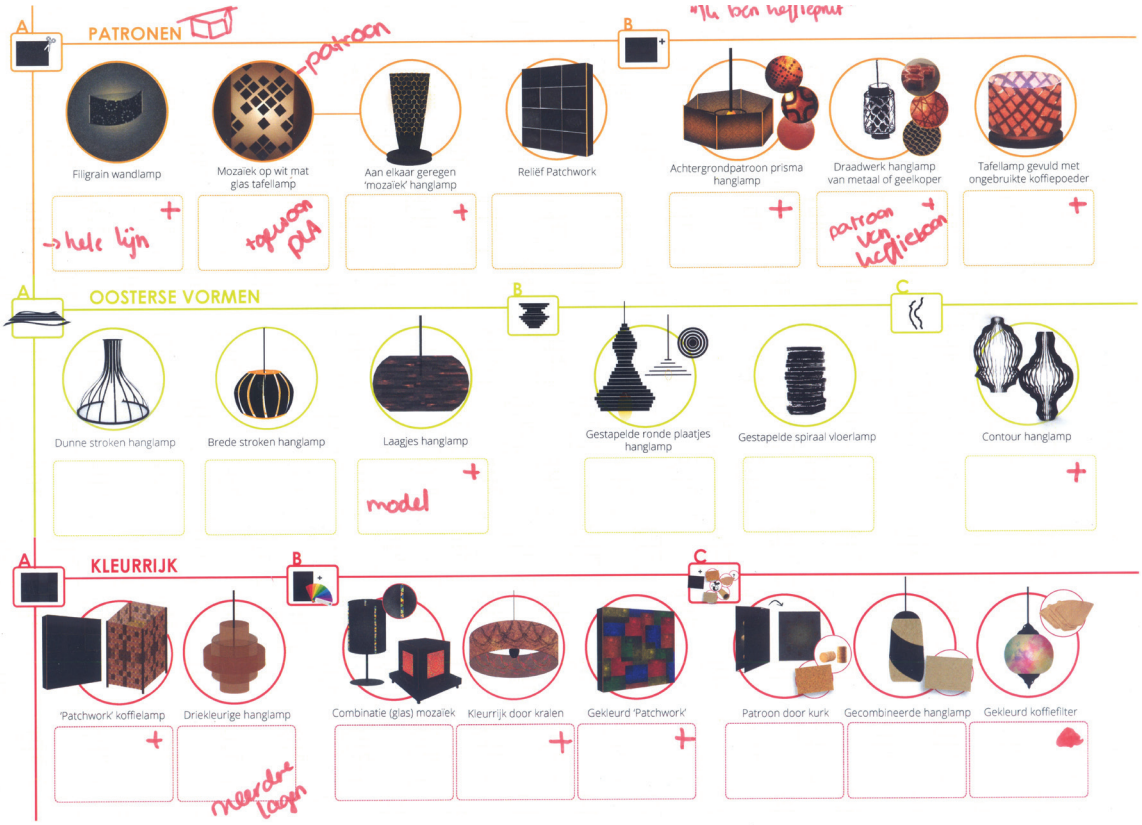


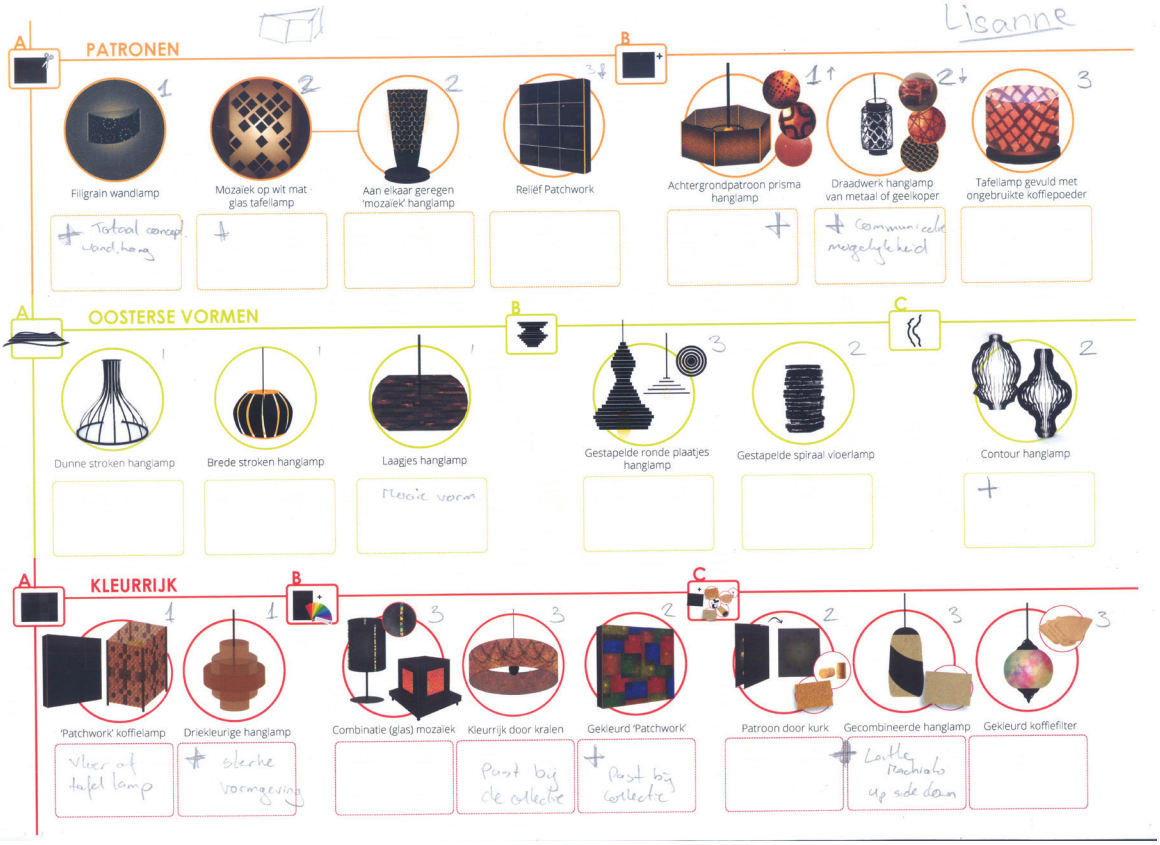





H. Overzicht ideerichtingen



I. Interactieve feedback sessie


PATRONEN
Filigrain wandlamp
Mozaïek op wit mat glas tafellamp
Aan elkaar geregen 'mozaïek' hanglamp
Reliëf Patchwork
Achtergrondpatroon prisma hanglamp
Draadwerk hanglamp van metaal of geelkoper
Tafellamp gevuld met ongebruikte koffiepoeder
OOSTERSE VORMEN
Dunne stroken hanglamp
Brede stroken hanglamp
Laagjes hanglamp
Gestapelde ronde plaatjes hanglamp
Gestapelde spiraal vloerlamp
Contour hanglamp
KLEURRIJK
'Patchwork' koffielamp
Driekleurige hanglamp
Combinatie (glas) mozaïek
Kleurrijk door kralen
Gekleurd 'Patchwork'
Patroon door kurk
Gecombineerde hanglamp
Gekleurd koffiefilter

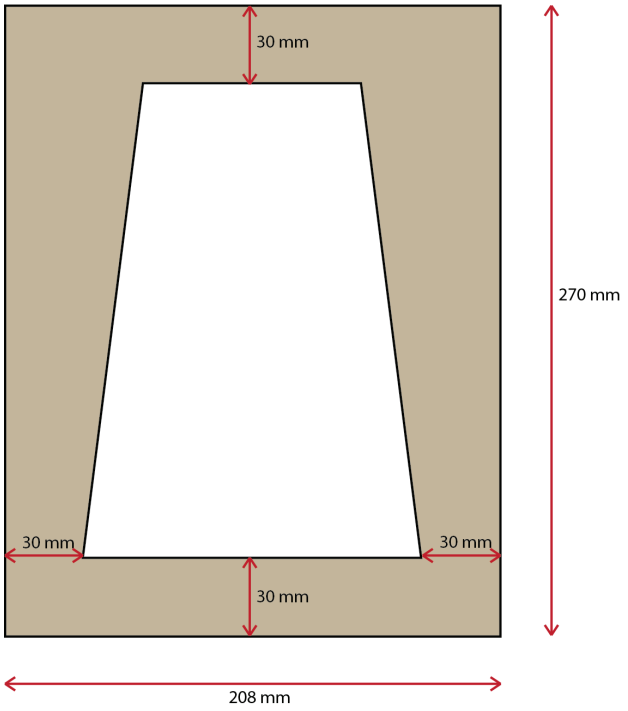

Lisanne
PATRONEN
Filigrain wandlamp
Mozaïek op wit mat glas tafellamp
Aan elkaar geregen 'mozaïek' hanglamp
Reliëf Patchwork
Achtergrondpatroon prisma hanglamp
Draadwerk hanglamp van metaal of geelkoper
Tafellamp gevuld met ongebruikte koffiepoeder
OOSTERSE VORMEN
Dunne stroken hanglamp
Brede stroken hanglamp
Laagjes hanglamp
Gestapelde ronde plaatjes hanglamp
Gestapelde spiraal vloerlamp
Contour hanglamp
KLEURRIJK
'Patchwork' koffielamp
Driekleurige hanglamp
Combinatie (glas) mozaïek
Kleurrijk door kralen
Gekleurd 'Patchwork'
Patroon door kurk
Gecombineerde hanglamp
Gekleurd koffiefilter

J. Materiaal testen

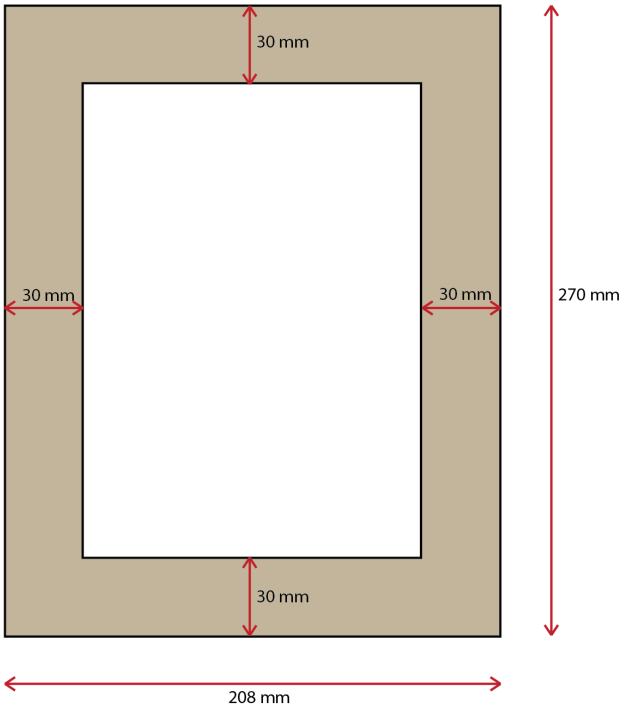
Mallen
Voor het persen zijn twee mallen gemaakt. Één mal ter grootte van een a5 en één conisch afgesneden mal. Deze zijn hieronder weergegeven. Bij Stenden Hogeschool bleken ze nog mallen te hebben met een afmeting 245 mm bij 170 mm. Hiervan waren verschillende diktes beschikbaar en ook hier zijn een aantal tests mee uitgevoerd.

Persinstellingen
De pers is ingesteld op een temperatuur van 180 graden. Zodra deze bereikt is kan de mal in de pers geplaatst worden. Nu wordt de mal drie minuten voorverwarmd en vervolgens drie minuten geperst met een onderdruk van 10 kilonewton en een bovendruk van 20 kilonewton. Bij de laatste tests is deze druk verhoogd. Dit is in de tabel hiernaast weergegeven. Het granulaat wordt geperst in de mal tussen twee massieve platen.

Toelichting tabel
Om ervoor te zorgen dat de massieve platen makkelijk van elkaar los te halen zijn na het persen kan teflon, bakpapier of siliconenspray gebruikt worden. Deze lossingsmaterialen zorgen ieder voor een andere oppervlakte afwerking. Daarom is deze parameter meegenomen in de overzichtstabel met de materiaaltesten onder de tab *lossingsmateriaal*. Verder zijn de onder- en bovendruk, de dikte van de mal, de vorm van de mal, de hoeveelheid granulaat en de resultaten met en zonder licht weergegeven. Wanneer de mal van 245 mm bij 170 mm is gebruikt, is dit aangegeven met rechthoek (groot).



Conische mal



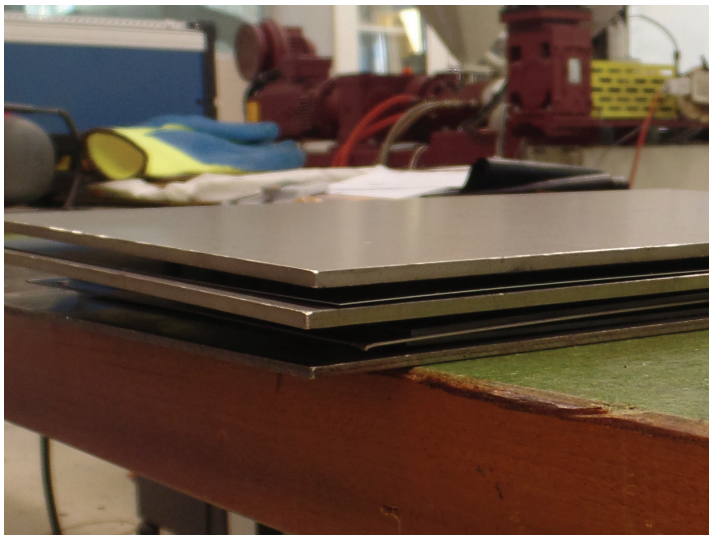
Rechthoekige mal

opstelling persmachine

pers instellingen

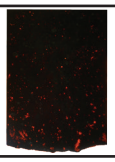
vullen mal

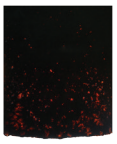
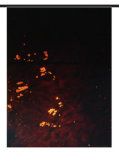
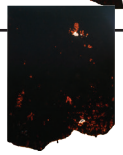
Granulaat met 30% koffiedik in PLA

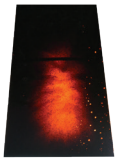
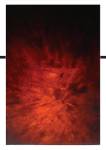
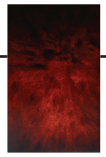
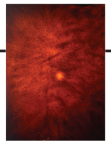
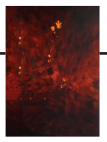
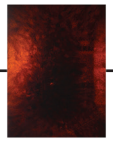
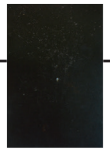
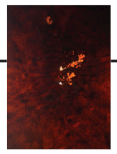


drie gestapelde mallen

pers

test	onderdruk - bovendruk (KN)	mal vorm	dikte (mm)	granulaat (gram)	Lossingsmateriaal	Resultaat	Resultaat met licht	Opmerkingen
1	*10-20*	*conisch*	*1.5*	*50*	*teflon*		*Laat geen licht door*	*Teflon laat een afdruk achter op het oppervlak.* *50 gram is te veel, de mal loopt over.*
2	*10-20*	*conisch*	*1.5*	*40*	*bakpapier organisch*		*Laat geen licht door*	*Bakpapier zorgt voor een mat oppervlak.* *40 gram is te veel, de mal loopt over.*
3a	*10-20*	*conisch*	*1.5*	*40*	*bakpapier organisch*			*Door de mal niet helemaal te vullen ontstaat er een organische afwerking aan de onderzijde.*
3b	*10-20*	*rechthoek*	*1.5*	*40*	*bakpapier organisch*			*Vanaf test 3 zijn er telkens twee mallen op elkaar geplaatst om het proces te versnellen.*
4a	*10-20*	*conisch*	*1.5*	*30*	*siliconspray organisch*			*Siliconspray zorgt voor een glad oppervlak met een organisch patroon wanneer er licht op schijnt.* *30 gram is een goede hoeveelheid.*
4b	*10-20*	*rechthoek*	*1.5*	*40*	*siliconspray organisch*			
5a	*10-20*	*conisch*	*1.5*	*30*	*bakpapier organisch*			
5b	*10-20*	*rechthoek*	*1.5*	*40*	*bakpapier organisch*			

6a	*10-20*	*conisch*	*1.5*	*30*	*siliconspray organisch*			*De bovenkant is aan één kant niet goed afgewerkt. Dit komt misschien doordat er te weinig granulaatkorrels boven in de mal zaten.*
6b	*10-20*	*rechthoek*	*1.5*	*40*	*siliconspray organisch*			
7a	*10-20*	*conisch*	*1.5*	*30*	*siliconspray organisch*			*Granulaat korrels zijn iets omhooggeplaatst. De afwerking is echter nog steeds niet goed aan de bovenkant.*
7b	*10-20*	*rechthoek*	*1.5*	*40*	*siliconspray organisch*			
8	*10-20*	*rechthoek (groot)*	*0.8*	*50*	*bakpapier*			*Een dunnere mal is gebruikt om te kijken of deze meer licht doorlaat. Dit is nauwlijks het geval.*
9	*10-20*	*rechthoek (groot)*	*0.8*	*50*	*siliconspray organisch*			*Er zijn luchtbelletjes ontstaan.*
10a	*10-20*	*conisch*	*1.5*	*30*	*siliconspray organisch*			*Tijdens test 10 werden 5 mallen op elkaar geplaatst. Dit mislukte. test 10 a en 10 b zijn nogmaals uitgevoerd.*
10e	*10-20*	*rechthoek*	*0.7*	*20*	*siliconspray organisch*			*20 gram is te weinig granulaat.*
10b 10c 10d	*10-20*	*rechthoek (groot)*	*1.5* *0.3* *0.58*	*40* *20* *20*	*siliconspray*	*X*	*X*	*Mislukt. De hitte kwam niet door de middelste lagen, waardoor de granulaatkorrels nog niet goed gesmolten waren.*
11a	*10-20*	*conisch*	*1.5*	*30*	*siliconspray organisch*			*De granulaatkorrels waren iets te veel naar beneden geplaatst waardoor de rechter punt onderin een rechte afwerking heeft i.p.v. een organische.*
11b	*10-20*	*rechthoek*	*1.5*	*35*	*siliconspray organisch*			*Om meer doorschijnendheid te creëren zijn er iets minder granulaatkorrels toegevoegd. Dit heeft echter voor gaten in de mal gezorgd.*
11c	*10-20*	*rechthoek (groot)*	*0.6*	*30*	*siliconspray*			*30 gram was te weinig om de dunne mal helemaal te kunnen vullen.*

12a	*30-40*	*conisch*	*1.5*	*30*	*siliconspray organisch*			*Door de hogere druk ontstaat meer doorschijnendheid in het midden.*
12b	*30-40*	*rechthoek (groot)*	*0.3*	*30*	*siliconspray*			*De dunnere plaatjes zijn meer doorschijnend dankzij de hogere druk.* *Deze zijn geschikt voor de lamp en worden daarom nog drie keer bij geperst.*
13a	*30-40*	*rechthoek (groot)*	*0.3*	*30*	*siliconspray*			
13b	*30-40*	*rechthoek (groot)*	*0.3*	*30*	*siliconspray*			
14a	*30-40*	*rechthoek (groot)*	*0.3*	*30*	*siliconspray*			
14b	*30-40*	*rechthoek (groot)*	*0.3*	*30*	*siliconspray*			*Het materiaal bleef plakken aan de mal, waardoor het licht beschadigd is. Dit kan komen doordat er te weinig siliconspray op zat.*
15a	*10-20*	*conisch*	*1.5*	*30*	*siliconspray orgranisch*			*Doordat er drie platen op elkaar geperst zijn, is deze donkerder uitgevallen dan de voorgaande plaatjes (vb. 6a, 7a, 10a, 11a)*
15b	*10-20*	*rechthoek (groot)*	*0.3*	*30*	*bakpapier*			*Ook met bakpapier en een dunne mal, laat het materiaal licht door.*
15c	*10-20*	*rechthoek (groot)*	*0.3*	*30*	*siliconspray*			*Lichte beschadiging doordat het materiaal vast bleef plakken aan de mal.*

K. Gebruikerstest

De proefpersonen kregen per test twee materialen. Deze mochten zij bekijken en voelen. Er werd nadrukkelijk bij gezegd dat ze de materialen ook tegen het licht mochten houden voor het beoordelen ervan. De volgende vragen werden gesteld:

1. Welk van de twee materialen heeft de meest natuurlijke uitstraling?
   - *Op basis van welke sensorische eigenschappen is deze beslissing bepaald ?*
2. Welk van de twee materialen straalt de meeste kwaliteit uit?
   - *Op basis van welke sensorische eigenschappen is deze beslissing bepaald ?*

Het materiaalonderzoek is gedaan met 12 personen met een leeftijd variërend van 19 tot 62 jaar. De helft van deze personen waren mannen. Tijdens het onderzoek zijn 12 tests gedaan, waarbij steeds twee materialen met elkaar zijn vergeleken. Tijdens de test was een notulist aanwezig.

In onderstaande tabel zijn de resultaten van de 12 testpersonen weergegeven. Een plus geeft aan dat de persoon dit materiaal heeft gekozen als meest natuurlijk of met de meeste kwaliteit. Met de letters a tot en met j is aangegeven op basis van welke sensorische eigenschappen deze keuzes voornamelijk gebaseerd worden [1]. De groene kaders geven aan dat tijdens deze tests voor beide vragen het vaakst hetzelfde materiaal werd gekozen. Dat betekent bijvoorbeeld dat materiaal 9A en 11A zowel als natuurlijk als kwalitatief hoogwaardig worden beschouwd. Het rode kader geeft aan dat één van de geteste materialen natuurlijk was en de ander juist hoog kwalitatief. De grijze kaders laten zien bij welke materialen de keuze unaniem was.

De eigenschappen b, c en g werden het meest genoemd bij de bepaling van de natuurlijkheid van het materiaal. Dit zijn respectievelijk de gladheid/ruwheid, de matheid/glans en de transparantie van het materiaal. Daarbij hoorde bij natuurlijk de eigenschappen mat en ruw. Door de lichtdoorlatende eigenschap werden bepaalde texturen zichtbaar die het materiaal meer natuurlijk maakten. Het meest transparante materiaal met de zichtbare koffiekorrels werd echter als minst natuurlijk beschouwd. Ook werd vaak *imperfectie* en *onregelmatig* genoemd bij een natuurlijke uitstraling. Kwaliteit werd voornamelijk bepaald door te voelen of het sterk en stijf was (h, i). Sommigen keken ook naar matheid/glans van het materiaal, waarbij de meningen gelijk verdeeld zijn. Een aantal associeerden matheid met natuurlijk en beschouwden het daardoor juist als meer kwaliteit. Terwijl anderen meer vertrouwen hebben in plastic en daardoor juist kiezen voor de glanzende materialen. De kwaliteit van het materiaal wordt door de meesten vooral bepaald door het voelen en niet door de uitstraling ervan. Een aantal bepaalden de kwaliteit op basis van een 'luxe' of 'sjieke' uitstraling.

TEST	*1. Welke van de twee materialen heeft de meest natuurlijke uitstraling?*		*Op basis van welke sensorische eigenschappen?*	*2. Welke van de twee materialen straalt de meeste kwaliteit uit?*		*Op basis van welke sensorische eigenschappen?*
	A	B		A	B	
1	+	++++++++++	c - j	++++++	++++++	c - b - i
2	++++++++	++++	b - h	+	++++++++++	c - b - h
3	+++++++++++		c - b	++++	++++++++	c- i
4	+	++++++++++	c - b - h	+++++	+++++++	i
5	+++++	+++++++	g	+++++++	+++++	i - h - c
6	++++	++++++++	g	++++++++++	+	i - h
7		++++++++++	a - b - c - e	++++++++++		i
8	++++++++++	++	g	++++++++++	++	g - i
9	++++++++++	+	b - c	+++++++++	+++	i
10	+++++++++++		b - g	+++++++	+++++	i - g
11	++++++++++	+	b - g	++++++++++	++	i - g
12	+++++++++++		c - b	++++++	+++++	c - b

(a) *hard - zacht*
(b) *glad - ruw*
(c) *mat - glans*
(d) *niet reflecterend - reflecterend*
(e) *koud - warm*
(f) *niet elastisch - elastisch*
(g) *ondoorschijnend - transparant*
(h) *taai - buigbaar*
(i) *sterk - zwak*
(j) *licht - zwaar*

[1] Gebaseerd op de meest voorkomende sensorische eigenschappen die betrokken zijn bij de materiaalbeleving (Karana , 2009).

In de tabel hieronder is aangegeven welke materiaalsamples zijn vergeleken per test. In bijlage J is te zien welk materiaal bij deze samplenummers hoort.

Test	**A**	**sample**	**B**	**sample**
1	glans	4a	mat	2
2	glans	4a	teflon textuur	1
3	mat	2	teflon textuur	1
4	recht afgewerkt	9	organische afgewerkt	11b
5	organische structuur	11a	geen effect	3b
6	organische structuur	11a	subtiel organische structuur	14a
7	organische structuur	11a	gaatjes	5a
8	organische structuur	11a	korrels	(figuur 20)
9	gaatjes	5a	subtiel organische structuur	14a
10	gaatjes	5a	korrels	(figuur 20)
11	subtiel organische structuur	14a	korrels	(figuur 20)
12	mat subtiel organische structuur	15b	glans subtiel organische structuur	14a

Het onderzoek sloot af met een aantal vragen. De antwoorden van deze vragen komen veel met elkaar overeen en worden daarom hieronder samengevat:

3. Welk van de materialen geeft de meeste sfeer in een interieur wanneer deze als lampenkap worden gebruikt?
Het materiaal met een mat oppervlak en een subtiele organische structuur werd door 11 van de 12 mensen gekozen. Één persoon koos het glanzende materiaal met de subtiel organische structuur. Als tweede keus werd de organische structuur gekozen. Het materiaal met het gaatjespatroon wordt ook erg gewaardeerd, maar is te donker om te gebruiken in een lamp. Het nadeel van de glanzende materialen zijn de zichtbare krassen en de plastic uitstraling.

4. Waarvan denkt u dat het materiaal gemaakt is?
Slechts één persoon heeft koffie geraden. De meesten hadden geen idee. Ze hadden niet verwacht dat alle materialen van precies hetzelfde materiaal zijn gemaakt.

5. In welk materiaal is dit het meest zichtbaar?
De persoon die het materiaal heeft geraden, zag dit in het meest transparante materiaal waarin de koffiekorrels zichtbaar zijn. Deze werd echter niet als meer natuurlijk gezien. Ondanks dat de koffie niet herkenbaar is in het materiaal zouden alle testpersonen de lamp willen kopen, omdat het 'cool' en 'uniek' is om een lamp van koffie in huis te hebben hangen.

6. Bent u verrast door het materiaal?
Alle testpersonen zijn positief verrast. Ze vinden het heel bijzonder dat van koffiedik zo'n materiaal gemaakt kan worden.

7. Hoe denkt u nu over het restafval?
Deze vraag wordt in eerste instantie niet goed begrepen. Hoezo moet ik nu anders denken over restmateriaal? Wanneer wordt genoemd hoeveel van de koffieboon eigenlijk in het kopje koffie belandt en hoeveel koffiedik jaarlijks in Nederland wordt weggegooid, zijn de meesten erg verbaasd. Sommige zeiden vanaf nu wel het koffiedik te gaan opsparen om voor andere doeleinden te gebruiken, zoals het maken van scrubs of voor op de composthoop.

L. Kostencalculatie

Seriegrootte (stuks)	50

Verkoopprijzen		Per Stuk		Opmerking
Prijzen				
Kosten per product		€	28,50	*Benodigde investering*
Bruto winstmarge	40%			*€ 1.425,04*
Verkoopprijs excl BTW		€	47,50	
Afronding verkoopprijs excl BTW		€	48,49	
Kosten (COGS)		**€**	**28,50**	
Eenmalige kosten*				
Warmtepers	€ 10.000,00			*Fontijne Holland*
Materiaal		**€**	**1,68**	
Granulaat		€	1,68	
aantal kg (4 plaatjes)	0,14			
prijs per kg	€ 12,00			
Productie Robedrijf		**€**	**6,84**	
Persen plaatjes (4)		€	4,44	
Tijd per plaatje (min)	7			*Stenden (voorverwarmen 3 min, persen 5 min, afkoelen 5 min , mal verwisselen/pers opwarmen 15 min) =28 min 4 mallen op elkaar:7 min/plaat*
Tijd per plaatje (uur)	0,117			
Arbeidskosten/uur	€ 7,50			*Robedrijf*
Energie per persing (kWh)	6,40			*Fontijne laboratory Platen Press*
Aantal persingen per uur	2,14			
Kosten 1 kWh	€ 0,105			
Energiekosten/ uur	€ 1,44			
Opstart en instelkosten	€ 600,00			
Onderhoudskosten	€ 1.250,00			
Afschrijvingskosten	€ 666,67			
Machine-uren/jaar	4.296			*96 (4 x 50 lampen serie) + 7000 (overige doelen)*
Machine-uur tarief	€ 0,59			*machine afhankelijke kosten (instel, onderhoud,energie)/machine uren*
Assembleren en verpakken		€	2,40	*Sociale werkplaats, Robedrijf*
Tijd per lamp (min)	19,2			
Tijd per lamp (uur)	€ 0,320			
Arbeidskosten/uur	€ 7,50			
Inkoop		**€**	**13,04**	
Koffiekap		€	7,00	*Alpha Enzyms*
RVS strips		€	2,00	*Metaalwinkel BV (schatting op basis van zaagsneden rvs)*
Setje van fitting, trekontlaster en 1,5 meter snoer.		€	3,35	*Snoerboer: https://www.snoerboer.nl/checkout/cart/*
Fitting + trekontlaster	€ 2,10			
Gekleurd kunststofsnoer	€ 1,25			
Verpakking		€	0,69	
Inkopen per (aantal stuks)	60			
Prijs per stuk	€ 0,69			
Transport		**€**	**2,19**	
Koffiedik > producent granulaat		€	0,43	*Eigen vervoer (7.35 kg voor 200 plaatjes en 50 kappen)*
Prijs/km	€ 0,55			
Aantal km per rit	39			*Rotterzwam naar Avans Hogeschool*
Koffiedik > producent koffiekap		€	0,09	*Eigen vervoer*
Prijs/km	€ 0,55			
Aantal km per rit	8,4			*Avans Hogeschool naar Alpha Enzyms*
Granulaat > Assemblage		€	0,09	*Eigen vervoer*
Prijs/km	€ 0,55			
Aantal km per rit	8,4			*Avans Hogeschool via Alpha Enzyms naar Robedrijf Rotterdam*
Koffiekap > Assemblage		€	0,67	*Eigen vervoer*
Prijs/km	€ 0,55			
Aantal km per rit	61,3			*Alpha Enzyms naar Robedrijf Rotterdam*
Snoerboerr > Assemblage		€	-	
Verzendkosten	€ -			
Verpakking		€	0,24	
Verzendkosten	€ 11,90			
Product > Orientals		€	0,66	*Eigen vervoer*
Prijs/km	€ 0,55			
Aantal km per rit	60			
Onvoorzien		**€**	**4,75**	
Reservering t.b.v. onvoorziene kosten	20%			

M. Berekening milieu-impact

De volgende aannames worden gedaan:

- Voor de koffiekap is 5.25 kilogram koffiedik nodig en 12.25 kilogram PLA (totaal 17.5 kilogram)
- Voor de plaatjes is 2.1 kilogram koffiedik nodig en 4,9 kilogram PLA (totaal 7 kilogram).
- Het persen van de plaatjes kost 4.6 kWh per kilogram materiaal[1].
- Het spuitgietproces kost 3 kWh per kilogram materiaal.
- De CO_2- footprint is voor het persproces en het spuitgietproces geschat op 2.5 kilogram CO_2 per kilogram materiaal.
- Een LED lamp van 3.2 Watt verbruikt 4.57 kWh per jaar[2].
- De gemiddelde CO_2-uitstoot per kilometer is in Nederland 107 gram[3].

De overige gegevens zijn afkomstig van een energierapport uitgevoerd bij Stenden Hogeschool[4].

Gegevens	**Energieverbruik** (kWh/kg)	**Kilogram per 50 lampen**	**Totaal**	**CO2-footprint** (kg CO2eq./kg)	**Kilogram per 50 lampen**	**Totaal**
Koffiedik	-	-	-	-0.289	7.35	-2.124
Productie PLA	-	-	-	0.27	17.15	4.631
Drogen koffiedik	1.98	7.35	14.553	2.432	7.35	17.875
Drogen PLA	0.496	17.15	8.5064	0.61	17.15	10.4615
Productie granulaat	0.12	7	0.84	0.14	7	0.98
Drogen granulaat	0.496	7	3.472	0.61	7	4.27
Persen	4.6	7	32.2	2.5	7	17.5
Spuitgieten	3	17.5	52.2	2.5	17.5	43.75
Totaal			111.8			97.4

[1] LabEcon press van Fontijne Grotness Group. Retrieved from: http://www.fontijnepresses.com/lab-econ/.

[2] Liquidleds (2009). Retrieved from: http://www.liquidleds.nl/led-calculator.php

[3] Rijksoverheid (2016). Retrieved from: http://www.clo.nl/indicatoren/nl0134-koolstofdioxide-emissie-per-voertuigkilometer-voor-personenautos.

[4] Coffee Based (2016). *Report Energy Analysis Cofee Based Notebook*. In eigen beheer.