Jelle Clemens

Ontwikkelen van een hybride kachel voor Vuur en Leem

BACHELOR EINDOPDRACHT - INDUSTRIEEL ONTWERPEN (IO) - JULI 2016

Vuur & Leem

UNIVERSITEIT TWENTE.

Jelle Clemens

Ontwikkelen van een hybride kachel voor Vuur en Leem

Verslag Bachelor Afstudeerproject Industrieel Ontwerpen
W.F.H. Clemens # s1488384
Juli 2016

Begeleider Universiteit Twente:
BDes J.F.H. Beeloo

Beoordelaar Universiteit Twente:
Prof.dr.ir. Mascha C. van der Voort

Begeleider Vuur en Leem:
S. van Daal

Uitgevoerd bij:
Vuur en Leem
Tuinstraat 6
7011 JR Gaanderen
06 50478235
www.vuurenleem.nl

Uitgevoerd namens:
Universiteit Twente
Industrieel Ontwerpen
Postbus 217
7500 AE Enschede
www.utwente.nl

Voor u ligt de verslaglegging van het ontwerpproces voor mijn bachelor opdracht industrieel ontwerpen aan de Universiteit Twente.

De bachelor opdracht is een individuele opdracht waar verschillende disciplines geïntegreerd worden om tot een onderbouwd ontwerp te komen.

Ondanks het feit dat het een individuele opdracht was heb ik veel ondersteuning gekregen. Ik wil dan ook mijn begeleiders Sjang van Daal (Vuur en Leem), Christiane English (Vuur en Leem) en Jeroen Beeloo (Universiteit Twente) bedanken voor hun hulp.

Ik hoop dat u plezier heeft in het lezen van dit verslag en dat het een goede indruk geeft van mijn werk

1 Inhoudsopgave

1 Inhoudsopgave 5

2 Samenvatting 6
2.1 Samenvatting 6
2.2 Abstract 7

3 Inleiding 8

4 Analyse 9
4.1 De rocket mass heater 9
4.2 Marktanalyse 10
4.2.1 Kansen op de verwarmingsmarkt 10
4.2.2 Warmteoverdracht 11
4.2.3 Toekomstperspectief 12
4.2.4 Geografische gegevens 13
4.3 Regelgevingen 17
4.3.1 Huidige regelgevingen 17
4.3.2 Opkomende regelgevingen 17
4.4 Doelgroep analyse 21
4.4.1 Marktsegmenten 21
4.4.2 Segmentkeuze 23
4.4.3 Van segment naar doelgroep 24
4.4.4 Persona's 26
4.5 Vormgevingsbeleid 30
4.5.1 Portfolio analyse 31
4.5.2 Merk- en stijlanalyse 32
4.5.3 Design sessie 35
4.5.4 Archetypes per land 36
4.6 Patentonderzoek 37

5 Programma van Eisen 38

6 Ideefase 40
6.1 Technisch prototype 40
6.1.1 Technische werking 40
6.1.2 Opbouw prototype 42
6.1.3 Eerste iteratie prototype 43
6.1.4 Tweede iteratie prototype 44
6.1.5 Derde iteratie prototype 46
6.1.6 Vierde iteratie prototype 47
6.2 Schetsen grof niveau 48
6.2.1 Integratie en seperatie 48
6.2.2 Grove kachel schetsen 49
6.3 Schetsen medium niveau 50
6.3.1 Voorzijde en assemblage 50
6.3.2 Onderscheid in stijl 51
6.4 Schetsen fijn niveau 52
6.4.1 Materialen en verhoudingen 52
6.4.2 Schuimmodellen 53
6.5 Conceptontwikkeling 55
6.5.1 Concept nostalgie 56
6.5.2 Concept modern 58
6.5.3 Concept industrieel 60
6.5.4 Concept elegant 62
6.5.5 Concept out of the box 64

7 Detaillering 66
7.1 Conceptkeuze 66
7.1.1 Afweging op score 67
7.1.2 Afweging per persoon 67
7.2 Richting van detaillering 68
7.3 Assemblage schuim model 68
7.4 CAD model 69
7.4.1 CAD eerste versie 69
7.4.2 CAD eindontwerp 70
7.5 Maten en materialen 74
7.6 Intellectueel eigendom 75
7.6.1 Auteursrecht 75
7.6.2 Modelregistratie 75
7.6.3 Het i-DEPOT 75
7.6.4 Octrooiregistratie 76
7.6.5 Geheimhouding 76
7.7 Het eindontwerp 77

8 Terugblik & aanbeveling 78

9 Referenties 80

10 Bijlagen 82
A Rocket mass heater 82
B Geografische afbeeldingen 84
C Regelgevingen 89
D Bematingen eindontwerp
Losse confidentiële bijlage

2 Samenvatting

2.1 Samenvatting

Voor mijn bachelor opdracht industrieel ontwerpen heb ik in een tijdsbestek van drie maanden in opdracht van Vuur en Leem een hybride kachel ontworpen. Deze kachel zal het gat in het huidige aanbod opvullen. Door gebruik te maken van het rocket mass heater principe heeft de kachel een zeer schone verbranding en beschikt het over zowel een snelle als een langzame (accumulerende) warmteafgifte.

De analyse bestond uit een marktanalyse, een onderzoek omtrent regelgevingen, een doelgroep analyse en een vormgevingsbeleid. De verkregen inzichten zijn vertaald in een programma van eisen. Dit programma van eisen diende als richtlijn in de ideefase, waarin er een technisch prototype gemaakt is, geschetst is op verschillende niveaus en schuimmodellen gemaakt zijn. Aan de hand van de verschillende ideeën zijn vijf concepten gemaakt. Eén van deze concepten wordt uitgewerkt tot een eindontwerp.

De marktanalyse wees uit dat de Nederlandse markt een lastige markt is om te bespelen. Door de aanwezigheid van het gasnetwerk is de Nederlander niet gewend om een houtkachel te gebruiken voor het verwarmen van zijn woning. In landen als Noorwegen, Zweden en Finland is dit meer gebruikelijk. Mede daarom zal de hybride kachel, in de vorm van een rocket mass heater, gericht worden op de volgende Europese landen: Nederland, België, Duitsland, Luxemburg, Frankrijk, Oostenrijk, Zwitserland, Italië, Denemarken, Noorwegen, Sweden, Polen en Tsjechië. Om de kachel te kunnen verkopen in de verschillende landen in de wijze van assemblage een belangrijk onderdeel van het eindontwerp.

Een onderzoek omtrent regelgevingen toonde aan dat de kachel moet voldoen aan strengere Europese regelgevingen. Om de uitstoot en het functioneren van de kachel te testen is er in het begin van de opdracht een technisch prototype gemaakt, waar gedurende het project iteraties op zijn gemaakt.

Een onderzoek naar de doelgroep wees uit dat de doelgroep erg breed is en bestaat uit verschillende niches. De grote markt is nog niet klaar voor een dergelijk product. Aan de hand van vier persona's is de doelgroep concreet gemaakt, zodat hier tijdens de ideefase mee gewerkt kon worden. De persona's zijn gebaseerd op gesprekken met mogelijke consumenten. Dit gaf een goed beeld wat de verschillende persona's wel en niet verwachten van een dergelijk product.

In het vormgevingsbeleid is er gekeken naar het huidige portfolio van Vuur en Leem en de beoogde uitstraling van de kachel. Door merken te analyseren welke de beoogde uitstraling hebben kwam naar voren dat de functionaliteit, de gebruiker en minimalistisch ontwerp belangrijk zijn. Tijdens de ideefase wordt hier dan ook rekening mee gehouden.

Door de aanpak met het technische model heeft de opdracht een technische inslag. Deze technische inslag komt ook tijdens de detaillering van het eindontwerp naar voren, waar voornamelijk gekeken wordt naar de materiale, de wijze van assembleren en de maten van de rocket mass heater. Daarnaast wordt er een strategische aanbeveling gedaan om het product op gebied van intellectueel eigendom te kunnen beschermen.

Het eindontwerp zal dienen als beginpunt voor een productierijp ontwerp, welke zo snel mogelijk op de markt zal worden gezet.

2.2 Abstract

For my bachelor assignment industrial design I designed a hybrid fire stove, carried out at Vuur en Leem. The bachelor assignment was carried in a period of three months. The stove aims to fill the gap that the current offering of fire stoves creates. By using the rocket mass heater principles the stove has a very clean combustion and contains both a quick heat transfer as well as a slow (accumulating) heat transfer.

The analysis consisted of a market analysis, regulations research, target audience analysis, and a design policy. The obtained insights have been translated into a list of requirements, which served as a guideline during the idea phase. In the idea phase a technical prototype has been made, sketches have been made on different levels of fineness, and models have been made out of foam. On the basis of all the different ideas, five concept have been made. One of the concepts will be elaborated to a final design.

The market analysis showed that the Dutch market will be a difficult market for the rocket mass heater. By the presence of a wide spread gas network, the average Dutch person is just not used to use a fire stove to heat their homes. Countries like Norway, Sweden, and Finland are more used to do so. That is one of the reasons why the hybrid stove, in the form of a rocket mass heater, will be targeted to the following countries: the Netherlands, Belgium, Germany, Luxemburg, France, Austria, Switserland, Italy, Dermark, Norway, Sweden, Poland, and the Czech Republic. I Vuur en Leem wishes to sell the stove in all the different countries, the way of assembling will be a weighty factor in in the final concept.

The regulations research showed that the stove should meet high standard. The upcoming European regulations should be taken in consideration while designing and testing the stove. In order to test the performance of the stove in an early stage, to be able to make changes during the assignment, a technical prototype has been made. During the assignment the prototype underwent several iterations to test different parts and/or configurations.

The target audience analysis showed that the targeted audience is very broad and existent of several market niches. The majority of the market is not yet ready for an innovative product like the rocket mass heater. With the use of four personas the target audience was made more tangible. The four personas are based on conversations with possible customers. This was the basis of a clear image what the personas may or may not wish to see in the hybrid stove.

The design policy was based on looking into Vuur en Leem's current portfolio and the intended look and feel of the product. By analyzing brands consistent of the intended look and feel it turned out that the functionality, the user, and minimalistic design are important factors. These factors will be taken in account during the idea phase.

The approach of making a technical prototype gave the assignment a technical character. This technical character kept going during the detailing phase, in which the use of materials, the way of assembling, and the mates of the rocket mass heater were elaborated. Besides that, there is a strategic recommendation in the area of intellectual property, cince the rocket mass heater is an innovative and new product, it is important to cover your rights and prevent competitors from copying the product.

The final design will serve as a starting point for a design that will be ready for production, which will be put on the market as soon as possible.

3 Inleiding

Dit verslag beschrijft het ontwerpproces van mijn bachelor opdracht industrieel ontwerpen. De opdracht is uitgevoerd voor Vuur en Leem. Vuur en Leem is een eenmanszaak met Sjang van Daal als eigenaar. Het bedrijf biedt maatwerk op het gebied van rocket stoves en leemkachels. Het bedrijfsmotto luidt: “lowtech, high efficiency". Wat hiermee gezegd wordt is dat de kachels in principe lowtech producten zijn, maar door innovatie en vakmanschap is de efficiency van de kachels erg hoog. Door te blijven ontwikkelen en nieuwe producten te maken probeert Vuur en Leem zijn concurrenten een stap voor te zijn. De ontwikkeling betreft niet alleen aanpassingen in het huidige productsegment, maar ook het creëren van nieuwe product combinaties.

Vuur en Leem is een netwerkorganisatie waarin de juiste mensen uit het uitgebreide netwerk van de eigenaar bij elkaar gezocht worden om zo opdrachten uit te voeren. Een belangrijk persoon binnen de organisatie is de industrieel ontwerpster, welke jaren lang voor Philips heeft gewerkt en nu deel uitmaakt van Vuur en Leem. Aangezien Vuur en Leem vaak een technische aanpak heeft is de creatieve aanvulling een welkome versterking van het bedrijf.

Vuur en Leem streeft ernaar om minder maatwerk te maken en meer productie te draaien. Hiervoor is al een stap in de goede richting gezet met een bouwpakket, waarbij consumenten een combinatie kunnen kiezen van kern en ombouw.

Vuur en Leem heeft een ruimte in het huidige aanbod van kachels gevonden. Door deze ruimte op te vullen in zowel functionaliteit als prijsklasse hoopt Vuur en Leem succes te behalen met een hybride kachel. Het huidige aanbod van kachels bestaat uit een tweedeling: standaard houtkachels en accumulerende leemkachels. De eerste is goedkoper en bezit een snelle warmteafgifte. De tweede is duurder en beschikt over een langzame (accumulerende) warmteafgifte. De hybride kachel moet over zowel de snelle als de langzame warmteafgifte beschikken. Ook moet de prijs tussen het huidige aanbod vallen. Hiermee probeert Vuur en Leem de opening in markt de exploiteren.

De technologie die Vuur en Leem wil gebruiken om de hybride kachel te realiseren is het principe van de rocket mass heater, een principe wat Vuur en Leem reeds gebruikt in andere producten.

4 Analyse

Tijdens de analyse fase wordt zoveel mogelijk informatie vergaard, alvorens de ontwikkeling in te gaan van een nieuw product. Om de informatie gestructureerd te houden is de analyse opgedeeld in verschillende onderdelen: toelichting op de rocket mass heater, marktanalyse, regelgevingen, doelgroep analyse, vormgevingsbeleid en een patentonderzoek.

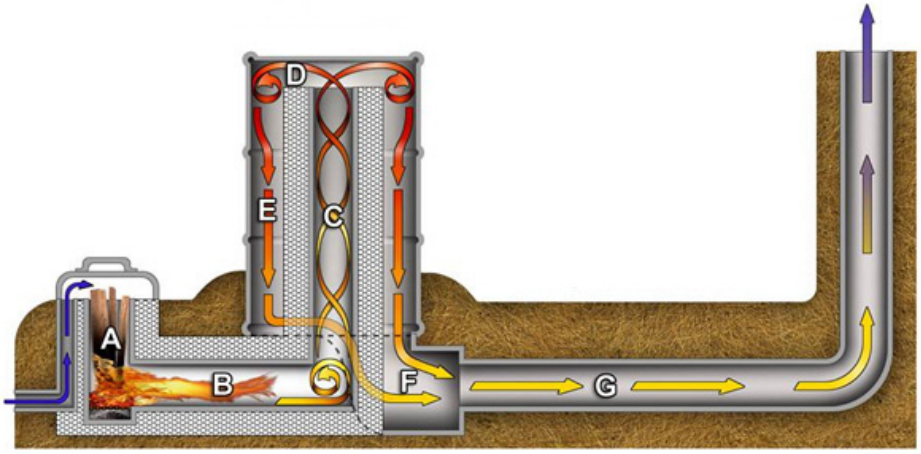
Tijdens de analyse fase wordt er gebruik gemaakt van deskresearch, dekundigenonderzoek/interviews en groepsgesprekken. Elk van deze hulpmiddelen heeft zijn voor- en nadelen. Het gebruik van de verschillende middelen wordt afgewisseld.

4.1 De rocket mass heater

De rocket mass heater is familie van een groep efficiënte houtkachels, genaamd rocket stoves. Wat deze met elkaar in gemeen hebben is dat ze beide onder zeer hoge temperaturen klein hout verbranden in een verbrandingskamer met een geïsoleerde interne schoorsteen. De aanwezigheid van een thermische batterij maakt de rocket mass heater anders dan de rocket stove. (Evans en Jackson, 2014, p.5).

Een thermische batterij bestaat uit een massa en slaat de warmte op. De thermische batterij kan vormgegeven worden als bijvoorbeeld een bankje of een warmtemuur. Deze wordt vervolgens verwarmt door de warme gassen door de massa te leiden alvorens deze de schoorsteen in gaan. De massa warmt langzaam op en geeft de warmte langzaam af wanneer het vuur uit is. Figuur 1 laat een doorsnede zien van een rocket mass heater, zie de bijlage A voor een verdere toelichting op de onderdelen. Belangrijk is dat het vuur horizontaal getrokken wordt (B) en er een werveling ontstaat in de zogeheten heatriser (C). Een goede verbranding moet voldoen aan de drie T's: tijd, temperatuur en turbulentie. De isolatie van de heatriser is belangrijk om de temperatuur te behouden, de hoogte is belangrijk voor de tijd en de werveling versterkt de turbulentie.

Vuur en Leem maakt gebruik van een secundaire luchttoevoer voor de heatriser in zijn huidige rocket mass heater producten. Dit zorgt voor een betere naverbranding in de heatriser. De hybride kachel zal hier ook gebruik van gaan maken. Omdat de hybride kachel een rocket mass heater zal worden, wordt er in dit verslag naar de kachel gerefereerd als rocket mass heater.



Figuur 1: *schematische weergave rocket mass heater*

4.2 Marktanalyse

De rocket mass heater is niet zomaar een kachel en kan dan ook meer brengen dan alleen de esthetiek van een kachel. Door het hoge rendement en de schaalbaarheid is de kachel te gebruiken als verwarmingselement in een (woon)kamer. Om een beter beeld te krijgen wat er zoal aanwezig is op de verwarmingsmarkt wordt deze in dit hoofdstuk onderzocht.

4.2.1 Kansen op de verwarmingsmarkt

Het energieverbruik van een gemiddelde woning in Nederland bestaat voor 58% uit het verwarmen van een ruimte en het water (duurzaamthuis, 2015). De rocket mass heater zou hier veel kunnen betekenen, aangezien het verwarmen met houtstook een duurzame manier van verwarmen is, mits er nieuwe bomen worden geplaatst.

Het verwarmen van een woning kan op veel verschillende manieren. Om deze manieren van verwarmen met elkaar te kunnen vergelijken is tabel 1 gemaakt. Aan de hand van deze tabel kan de rocket mass heater vergeleken worden met het aanbod. Naast het type en de omschrijving is hier ook het rendement te vinden. Dit rendement geeft aan hoeveel van de gegenereerde warmte daadwerkelijk wordt gebruikt en geeft een goede indicatie van hoe zuinig het systeem is.

Te zien is dat de rocket mass heater met een beoogd rendement van 90% naast de speksteen/tegelkachel zal komen te staan. Omdat de kostprijs van deze speksteen of tegelkachels vele malen hoger is dan de rocket mass heater zal het interessant zijn om deze markt te enteren. Daarnaast is te zien dat het aanbod op de verwarmingsmarkt groot is, en de rocket mass heater hieronder bedolven kan raken. Naast de prijs en het rendement zal de rocket mass heater meer moeten bieden om de aandeel in de markt de krijgen.

Daarnaast is er het gebruiksgemak. Omdat de rocket mass heater met de hand gevuld zal moeten worden is het gebruiksgemak in principe lager dan die van een pelletkachel, welke zich ook in dezelfde sector bevindt qua werking en rendement. Het met de hand stoken van de rocket mass heater hoeft niet per se een nadeel te zijn. Het omgaan met de materialen, het houthakken en dichter bij de elementen komen te staan zijn voordelen die zwaar wegen voor een aantal doelgroepen.

Figuur 2: *verwarmingsmethodes*

Type	Omschrijving	Rendement
Open haard	Een open haard geeft warmte en gezelligheid. Helaas is het vanuit milieuoogpunt niet de beste methode om je huis te verwarmen. Het stoken van een open haard heeft een bijzonder laag rendement.	20%
Elektrische kachel	Een elektrische kachel verbruikt enorm veel energie. Daarmee is verwarmen via elektriciteit eigenlijk niet geschikt als hoofdverwarming. Als bijverwarming kan het in sommige gevallen een duurzame oplossing bieden	40%
Gaskachel	Gas is een relatief schone, milieubewuste brandstof maar niet hernieuwbaar. Bij een volledige verbranding levert aardgas nauwelijks schadelijke stoffen op. Verwarmen met een gaskachel is in sommige gevallen dan ook een goede keuze	65%
Speksteen/ tegelkachel	Speksteen is een natuursteen die de eigenschap heeft om in korte tijd veel warmte te absorberen. De steen slaat de warmte van een het vuur op en geeft deze opgeslagen warmte vervolgens af gedurende de rest van de dag.	90%
Pelletkachel	Een pelletkachel verbrandt kleine stukjes gerecycleerd en samengeperst zaagsel en houtsnippers. Deze kachels zijn bijzonder efficiënt en bieden een bijzonder duurzame én goedkope manier om je huis te verwarmen.	94%
HR-ketel	De nieuwste generatie ketels zijn de HR ketels. Deze ketel benut de warmte uit de waterdamp die vrijkomt bij de verbranding. Hierdoor verbruikt een HR ketel bijna een kwart minder energie stoot minder CO2 en stikstofdioxide uit.	107%
HRE-ketel (Micro WKK)	De HRe-ketel, ook wel Micro-WKK genoemd, produceert naast warmte en warm water ook elektriciteit. Door zeer efficiënt gebruik van aardgas ligt het rendement van deze ketel zeer hoog	130%
Warmtepomp	Een warmtepomp haalt de warmte van buiten via het water, de lucht of uit de grond. Bij een juiste installatie kan het rendement enorm hoog liggen tot 600 %.	600%

Tabel 1: *vergelijking mogelijkheden van verwarmen (duurzaamthuis, 2015)*

4.2.2 Warmteoverdracht

Verwarmen van ruimtes of objecten komt in drie verschillende vormen: conductie, convectie en radiatie. Het voordeel van de rocket mass heater is dat er gebruik gemaakt wordt van alle drie de vormen. Met name de conductie is een groot voordeel, wat niet terug te vinden is bij centrale verwarming. Conductie is een vorm van verwarming waarbij er contact wordt gemaakt met een warmer object. Dit object zal de thermische batterij zijn, de massa waarin de warmte opgeslagen wordt. Een kleine toelichting voor alle drie de vormen (Evans en Jackson, 2014, p. 22, 23):

Conductie

Conductie is het verwarmen door middel van contact. Net als elke warmtestroom vloeit het van warme objecten naar koudere objecten. Conductie is het meest aanwezig bij solide objecten. Ondanks het feit dat conductie de meest efficiënte manier van opwarmen is komt het nauwelijks voor in huizen. De thermische batterij van de rocket mass heater geeft de mogelijkheid om gebruik te maken van deze fijne vorm van warmteoverdracht.

Convectie

Beter bekend als stroming. Dit is warmteoverdracht door verplaatsing van een warme vloeistof of een warm gas, of van een koude vloeistof of een koud gas. Om personen te verwarmen in convectie niet efficiënt, de persoon zou zich boven de warmtebron moeten bevinden. Warme gassen stijgen immers op.

Radiatie

Beter bekend als straling. Dit is warmteoverdracht tussen twee lichamen, die niet met elkaar in aanraking zijn zonder gebruik te maken van een tussenstof. Het ene lichaam is warm en geeft daardoor veel elektromagnetische straling af en verliest zo warmte, en het andere lichaam absorbeert een deel van de binnenkomende straling en zet die om in warmte.

4.2.3 Toekomstperspectief

Aangezien Vuur en Leem in Nederland gevestigd is wordt de Nederlandse markt als beginpunt genomen. Dit maakt het logistiek en communicatief makkelijker om het product op de markt te brengen. Aangezien de ambities van Vuur en Leem ook over de grenzen van Nederland gaan wordt er verderop in de analyse gekeken naar andere landen.

In 2012 telde Nederland 7 266 295 woningen. Waarvan 56,2% eigen woningen, 43.1% huurwoningen en 0.7% onbekend. Interessant is om te kijken naar de Stads Gewesten (SG). Nederland telt 22 stadsgewesten (Rijksoverheid, 2013). Dit zijn gebieden die bestaan uit een grote stad en de omliggende regio gericht op deze stad. Het aantal woningen wat niet binnen deze SG valt zal de interessantste markt zijn. Dit betreft 3 064 244 woningen.

Het soort verwarming van woningen in Nederland is over de jaren heen weinig veranderd. De cv installatie had de overhand en heeft deze positie alleen maar versterkt door de jaren heen. Wel is er sinds het de opkomst van de HR 107 ketel te zien dat deze de overhand heeft genomen binnen de cv ketels. In 2012 had de HR 107 ketel 77% van het marktaandeel (Rijksoverheid, 2012). Opvallend is dat deze getallen maar tot 2012 gaan, in de tussenliggende jaren zijn er veel zonnepanelen en/of andere alternatieve energiebronnen op de markt gekomen en toegepast in woningen. De getallen die de rijksoverheid biedt zijn echter betrouwbaar, vandaar dat ze gebruikt worden om een indicatie te geven over de woningmarkt. Het gasverbruik van de gemiddelde Nederlander is echter wel gedaald door de jaren heen. Dit is ook een tendens waarvan verwacht wordt dat hij (in sterkere mate) doorzet. Het elektriciteitsverbruik is toegenomen door de jaren heen, maar sinds de regelgevingen omtrent energiezuinigheid is deze stijging afgevlakt.

De Nederlandse overheid heeft regelgevingen toegepast om Nederland minder afhankelijk te maken van olie, kolen en gas. De Rijksoverheid stimuleert daarom bijvoorbeeld het gebruik van zonnepanelen en de bouw van windmolens. In 2020 moet 14% van alle energie duurzaam zijn. CO2-handel en CO2-opslag moeten de uitstoot van broeikasgas verder verminderen. Meer over deze regelgevingen is te vinden in hoofdstuk 4.3. Deze tendens biedt natuurlijk kansen voor de duurzame verwarmingsmethode van houtkachels. De CO2 cirkel die compleet gemaakt wordt wanneer hout (volledig) verbrandt wordt maakt het dat verbranden op hout CO2 neutraal is.

Daarnaast is er een tendens gaande dat steeds meer nieuwbouw woningen en/of projecten geen gasaansluiting meer willen. Onafhankelijkheid en zekerheid in de toekomst over stookkosten is erg belangrijk. Naast economische belangen zijn deze eigenaren ook bezig met milieuvriendelijkheid en een positieve bedrijfs uitstraling.

Mocht de rocket mass heater op de markt gezet worden als een duurzame manier van verwarmen, dan kan het hevige concurrentie verwachten vanuit verschillende hoeken. De markt van het duurzame verwarmen is groeiende en erg vol. Hier een overzicht van de mogelijke concurrenten op deze markt (Rijksoverheid, 2015):

Windenergie

De Rijksoverheid streeft naar 14% duurzame energie in 2020. In 2023 moeten windmolens op land en zee voor ongeveer 8 miljoen huishoudens duurzame energie opwekken.

Bio-energie

Groente- en tuinafval maar ook rioolslib kan als grondstof dienen voor duurzame energie. De Rijksoverheid ondersteunt nieuwe technieken voor de toepassing van bio-energie.

Zonne-energie

Zonlicht kan worden omgezet in warmte via zonnecollectoren (of zonneboilers) en elektriciteit via zonnepanelen. De overheid stimuleert duurzame energie, bijvoorbeeld via belastingkorting voor burgers die gezamenlijk zonne-energie opwekken.

Groene stroom

Groene stroom, bijvoorbeeld van windmolens of zonnepanelen, is beter voor het milieu dan elektriciteit uit fossiele brandstoffen. Bijvoorbeeld kolen of olie. Groene stroom is meestal niet duurder.

Aardwarmte

Bij aardwarmte verwarmt warm water diep uit de grond huizen of kassen. De overheid stimuleert deze bron van duurzame energie onder meer met subsidies. De aardwarmte is eerder aan bod gekomen in de vorm van een warmtepomp.

Daarnaast is isolatie een zeer bepalende factor. Maar omdat dit meer een hulpmiddel, wordt deze niet behandeld in deze lijst.

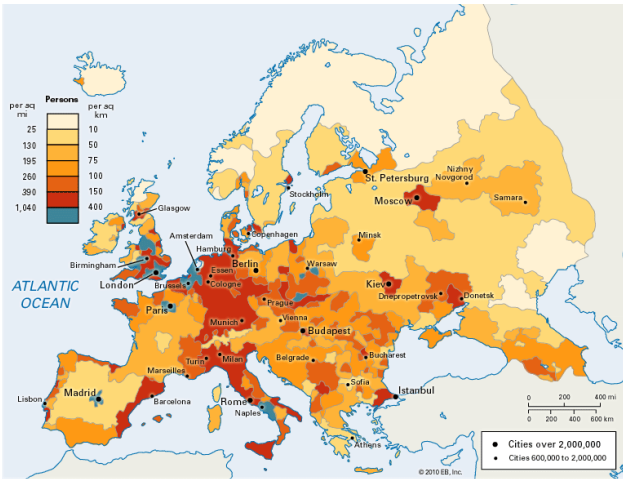
Concurreren op deze markt zal lastig zijn. In Nederland is de kachel onlosmakelijk verbonden met sfeercreatie en niet zozeer met het leveren van warmte op een duurzame wijze. Het product richten op de duurzame energiemarkt zal dan ook niet de eerste voorkeur worden. Wel liggen er mogelijkheden wanneer de sfeercreatie gekoppeld wordt aan de rocket mass heater. Dit zal bijvoorbeeld kunnen bij een buitenoverkapping.

4.2.4 Geografische gegevens

Bevolkingsdichtheid en gasnetwerk

In Nederland is iedere woning aangesloten op het gasnetwerk. Dit maakt het voor Nederlanders erg makkelijk om hun huis te verwarmen. Voor Nederlanders is dit niet meer dan normaal, maar geen enkel ander land heeft een gasnetwerk wat zo uitgebreid is als het Nederlandse. Er zijn veel landen die aanzienlijk minder dicht bevolkt zijn waardoor het aanleggen van een gasnetwerk niet rendabel is. In Duitsland is het bijvoorbeeld alleen bij de grote steden mogelijk om een gasaansluiting te krijgen.

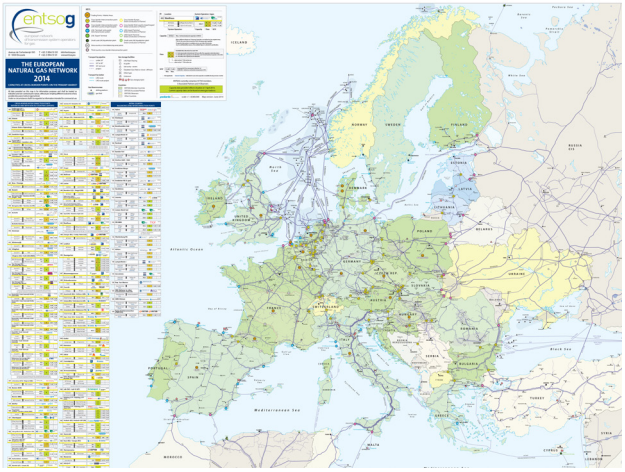
Het 'off-the-grid' wonen vormt een interessante markt. Dit zijn mensen die geen voorzieningen hebben zoals elektriciteit, stromend water en gas. Deze mensen zorgen voor hun eigen voorziening. Een mogelijke indicator van het 'off-the-grid' wonen is de bevolkingsdichtheid, weergegeven in figuur 3.



Figuur 3: *bevolkingsdichtheid in Europa*

Een land als Finland heeft bijvoorbeeld een relatief lage bevolkingsdichtheid. Dit resulteert in het feit dat er geen, of minder, netwerken aangelegd zijn en mensen meer op zichzelf aangewezen zijn. Duidelijk is te zien dat Nederland één van de meest dicht bevolkte gebieden is van Europa (en de wereld). Zodoende zal een kachel in Nederland niet snel gezien worden als een goede manier van verwarmen, hier heeft het erg het imago van sfeerobject. Te zien is dat de Scandinavische landen (Noorwegen, Zweden en Denemarken), Finland, IJsland, Estland en Letland, grote delen van Spanje en Turkije en delen van Engeland, Ierland, Portugal en Frankrijk erg dun bevolkt zijn. De kans van slagen op de verwarmingsmarkt zal hier dan ook groter zijn dan bij de dichter bevolkte landen.

In figuur 4 is een overzicht van het Europese natuurgas netwerk in 2014 te zien. Wat bij de bevolkingsdichtheid vermoed werd wordt hier bevestigd. Alleen Nederland heeft een uitgebreid gasnetwerk. Duitland heeft in de grote steden een gasnetwerk voor woningen, net als België. De landen waar geen gasnetwerk ligt zijn voor de hybride kachel ontzettend aantrekkelijk, omdat ze hier de 'luxe' niet kennen van verwarmen met een cv ketel aangesloten op het gas netwerk.



Figuur 4: *overzicht van het Europese natuurgas netwerk 2014*

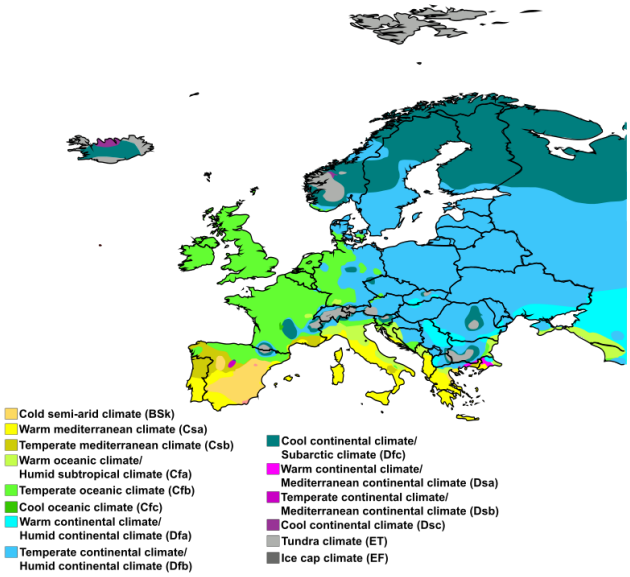
Klimaat

Op basis van de bevolkingsdichtheid en de locatie van het gasnetwerk kan een redenatie gemaakt worden of de rocket mass heater zal slagen in één van de landen die eruit resulteren.

Een derde belangrijk (geografisch) aspect is de temperatuur en het klimaat. Oftewel, zullen de mensen een kachel nodig hebben in hun land. In Spanje is het bijvoorbeeld een heel ander klimaat dan Finland. In principe zijn de koudere landen meer geschikt voor de rocket mass heater. Woningen in warme landen hoeven immers niet verwarmd te worden.

In figuur 5 is een overzicht te vinden van het klimaat in Europa. De verschillende klimaten waarbij een kachel nut zal hebben bij het verwarmen van woningen zijn voornamelijk de blauwe (Dfa), donkerblauwe (Dfc), grijze (ET) en eventueel de groene (Cfb, Cfc) gebieden op de kaart. Hier wordt voornamleijk zuid-europa uitgesloten.

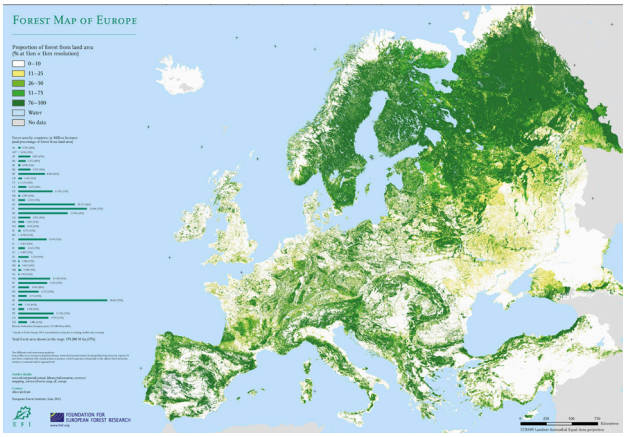
De figuren in dit hoofdstuk zijn te vinden in bijlage B, waar ze groter weergegeven zijn.



Figuur 5: *Overzicht van Europese klimaten*

Bebossing

Naast de locatie van het land is de brandstofvoorziening ook erg belangrijk. Om hier achter te komen wordt er gekeken naar de bebossing in Europa. Landen waar weinig tot geen bebossing aanwezig is zullen geen goede markt vormen. In figuur 6 is de bebossing in Europa te zien.



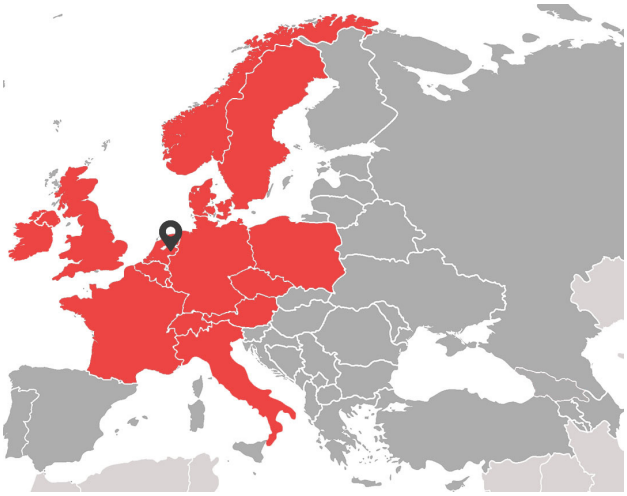
Figuur 6: *Bebossing in Europa*

Op de kaart en de grafiek is te zien dat Nederland relatief gezien weinig bebossing heeft. Wel hebben de omliggende landen veel bossen, waardoor er vanuit gegaan mag worden dat er import plaatsvindt van (brand) hout. Ditzelfde geldt voor Denemarken. Noorwegen, Zweden en Finland hebben veel bossen. Hier zijn ze dan ook gewend aan het verwarmen door middel van houtvuur. Op deze kaart staat IJsland niet vermeld. Hier is praktisch geen bebossing te vinden. In landen waar van nature weinig bebossing is de stookcultuur ook minder zijn. De bewoners zijn het van oudsher niet gewend.

Distributie radius

De huidige locatie van Vuur en Leem, in Gaanderen. In overleg met de opdrachtgever is de conclusie getrokken dat een deel van de Europese markt bespeeld zal moeten worden zoals eerder in het verslag ook naar voren komt. De vraag is in hoeverre is het logistiek haalbaar om een stap te zetten richting de Europese markt.

In overleg met Vuur en Leem kwamen de volgende landen naar voren: Duitsland, Frankrijk, Engeland, België, Denemarken, Noorwegen, Zweden, Polen en Tsjechië. Vuur en Leem gelooft dat deze landen mogelijkheden bieden en baat hebben bij de rocket mass heater. Een geografische weergave van deze landen in te zien in figuur 7.



Figuur 7: *Distributie radius Vuur en Leem*

Geografische conclusie

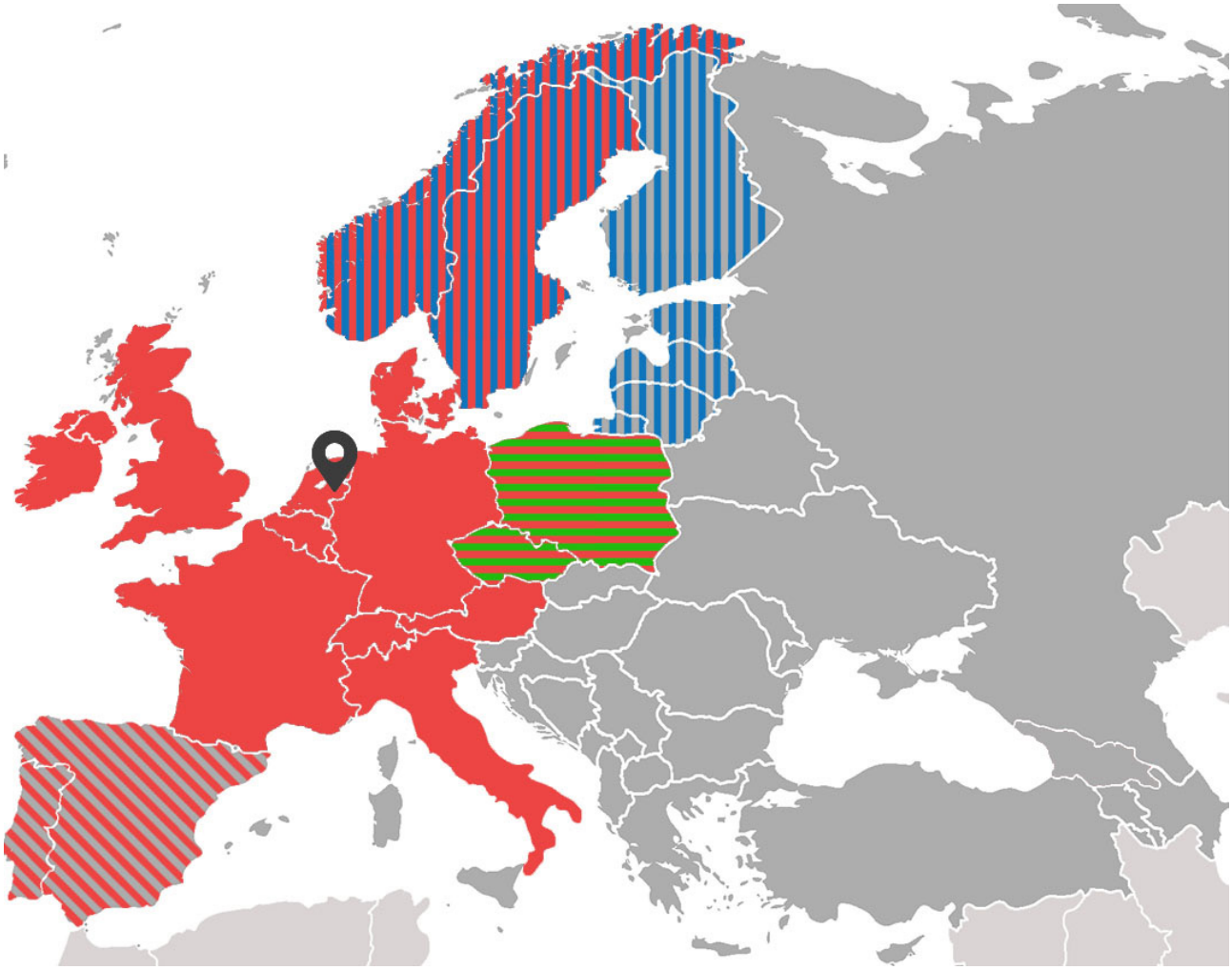
Een voorlopige conclusie geeft aan dat kachels in Nederland vooral sfeerelementen zullen blijven. Nederland kent de luxe van het gasnetwerk en het klimaat er niet naar is om een houtkachel nodig te hebben om een woning (nog beter) te verwarmen. De fijne vorm van warmteafgifte kan mogelijkheden bieden in het hogere marktsegment.

Daarnaast kan de rocket mass heater goed gebruikt worden om een ruimte te verwarmen die niet aan het huis vast zit, zoals een buitenoverkapping. Hier zullen mensen graag willen zitten wanneer het weer ook net niet meer aangenaam genoeg is. De snelle overdracht van de radiatie geeft meteen warmte wanneer nodig, en de accumulerende functie zorgt ervoor dat het de hele avond fijn blijft om daar te vertoeven. Wel is het zo dat de rocket mass heater overgekwalificeerd is voor het verwarmen van een overkapping. De verbranding heeft zo'n hoog rendement en de uitstoot is zo schoon, dat de rocket mass heatter binnen beter tot zijn recht komt.

Uit de gecombineerde data van de bevolkingsdichtheid, het gasnetwerk, de bebossing en de haalbare logistieke radius kwam naar voren welke landen interessant zijn voor Vuur en Leem.

De landen waarop geconcentreerd zal worden zijn aangegeven in figuur 8. De rode landen zijn de interessante landen waarbij de afstand vanaf Vuur en Leem is mee genomen. Dit zijn: Nederland, België, Duitsland, Luxemburg, Frankrijk, Oostenrijk, Zwitserland, Italië, Denemarken, Noorwegen, Zweden, Polen en Tsjechië. Spanje is een grensgebied.
De blauw gestreepte landen (Noorwegen, Zweden, Finland, Estland, Letland en Litouwen) zijn landen die volgens de data veel baat hebben bij een dergelijke kachel, echter zijn hier al veel gevestigde namen. Hierdoor zal het moeilijk zijn om in dit gebied een nieuw product te brengen.

De groen gestreepte landen zijn Polen en Tsjechië. Deze landen zullen baat bij een dergelijke kachel. Echter zijn dit arme landen, waardoor de kachel relatief duur zal zijn tegenover de plaatselijke concurrenten. Als dit segment bespeeld zal worden, moet er ingezet worden op het high-end segment.



Figuur 8: *Geografische conclusie*

4.3 Regelgevingen

4.3.1 Huidige regelgevingen

Regelgevingen voor particuliere houtkachels verschillen erg per land. Wel meten ze hetzelfde: rendement, vermogen en uitstoot van CO en (fijn)stof. In de bijlage zijn de regelgevingen van België, Duitsland, Frankrijk, Oostenrijk, Scandinavië en Zwitserland te vinden.

In de periode 1997 tot 2004 was er in Nederland het verplichte NL typekeur van toepassing voor sfeerverwarmingstoestellen die in Nederland op de markt mochten komen. Omdat dit een beperking zou zijn voor de open EU markt is deze in 2004 weer losgelaten. Sindsdien geldt dat alleen veiligheidseisen voor CE typekeur van toepassing zijn. Voor de uitstoot wordt hier alleen genoemd dat kachels moeten voldoen aan 30-50% rendement en 1% CO. Deze eis vereist vrijwel geen verbrandingstechnisch adequaat ontwerp en leidt daarom tot onnodig hoge emissies. Momenteel worden er behalve de relatief milde CE veiligheidskeur geen eisen gesteld aan verbrandingskwaliteit, waardoor er nog steeds kachels worden verkocht die ver onder de state-of-the-art presteren (Koppejan, 2010).

De Nederlandse kachelbranche heeft zodoende zelf initiatief genomen. De Stichting Nederlandse Haarden- en Kachelbranche (NHK) is het leidend orgaan van de Nederlandse kachelbranche. De NHK is een platform waar voortdurend de kwaliteit van de toestellen, alsmede de installatie hiervan, en het opleidingsniveau van de installateurs wordt bevorderd (NHK, 2014).
Zoals eerder vermeld loopt Nederland erg achter in de regelgeving, zodoende hanteert de NHK in de regel de Duitse DIM-norm als minimale prestatie-eis. Voor de komende jaren geldt de keuringseis vanuit de 1e BImSchV als leidraad (NHK, 2014). Het schematische overzicht voor de komende jaren is te zien in tabel 2.

Toestel type	CO [mg/m3]		Stof [mg/Nm³]		Rendement [%]
	Stufe I (nu)	Stufe II (vanaf 2015)	Stufe I (nu)	Stufe II (vanaf 2015)	
Vrijstaande houtkachel (EN 13240)	2.000	1.250	75	40	73%
Inzethaard (EN 13229)	2.000	1.250	75	40	75%
Inbouwhaard (EN 13229)	2.000	1.250	75	40	80%
Accumulerende toestellen (EN15250)	2.000	1.250	75	40	75%
Pellet kachel (EN 14785)	400	250	50	30	85%
Pellet kachel met ketel (EN 14785)	400	250	30	20	90%
Open haarden (EN12815)	3.000	1.500	75	40	70%

Tabel 2: *Regelgeving Nederland*

4.3.2 Opkomende regelgevingen

Ecodesign

Aangezien regelgevingen vaker uiteenlopen zijn de Ecodesign richtlijnen in ontwikkeling, een EU wetgeving. Voor de rocket mass heater is de volgende productgroep van belang: 'Lot 20 Solid fuel local space heaters'. Hierbij hoort de Regulation (EU) No 1185/2015 regelgeving, welke 1 januari 2020 van kracht zal zijn (European Union, 2015). Opvallend is dat de eerder vermelde DIM-norm vooruitloopt op de 1185/2015 EU regelgeving. De verwachting is dat een groot deel van het huidige aanbod in Nederland niet goedgekeurd zal worden wanneer de nieuwe eisen van kracht zijn. Dit komt door het gebrek aan huidige regelgeving.

De 1185/2015 EU regelgeving is opgedeeld in de volgende eisen: efficiëntie, emissie en eisen omtrent product informatie. Aangezien deze eisen in het Engels geformuleerd zijn zullen ze in het Engels geciteerd worden uit het Commision Regulation (EU) 2015/1185, Solid fuel local space heaters, 2015, om zo vertaalfouten te voorkomen.

1 Specific ecodesign requirements for seasonal space heating energy efficiency

(a) Solid fuel local space heaters shall comply with the following requirements from 1 January 2022:

(i) seasonal space heating energy efficiency of open fronted solid fuel local space heaters shall not be less than 30 %;

(ii) seasonal space heating energy efficiency of closed fronted solid fuel local space heaters using solid fuel other than compressed wood in the form of pellets shall not be less than 65 %;

(iii) seasonal space heating energy efficiency of closed fronted solid fuel local space heaters using compressed wood in the form of pellets shall not be less than 79 %;

(iv) seasonal space heating energy efficiency of cookers shall not be less than 65 %.

Aangezien de hybride rocket mass heater in de categorie closed fronted solid fual local space heaters using solid fuel other than compressed wood in the form of pellets behoort, betekent dit dat er een efficiëntie van ten minste 65% behaald moet worden.
Opvallend is dat er andere, strengere, eisen gesteld worden aan een pelletkachel. Omdat de palletkachel en de rocket mass heater in dezelfde prijsklasse zitten en beide houtverbranders zijn heeft de rocket mass heater hier een voordeel. Toch moet de rocket mass heater de eisen van een pelletkachel kunnen halen, een rendement van 90% is immers haalbaar. Hiermee zal de eis ruim gehaald worden.

2 Specific ecodesign requirements for emissions.

(a) From 1 January 2022 emissions of particulate matter (PM) from solid fuel local space heaters shall not exceed the following values:

(i) emissions of PM by open fronted solid fuel local space heaters shall not exceed 50 mg/m3 at 13 % O2 when measured according to the method described in Annex III, point 4(a)(i)(1) or 6 g/kg (dry matter) when measured according to the method described in Annex III, point 4(a)(i)(2);

(ii) emissions of PM by closed fronted solid fuel local space heaters using solid fuel other than compressed wood in the form of pellets and cookers shall not exceed 40 mg/m3 at 13 % O2 when measured according to the method described in Annex III, point 4(a)(i)(1) or 5 g/kg (dry matter) when measured according to the method described in Annex III, point 4(a)(i)(2) or 2,4 g/kg (dry matter) for biomass or 5,0 g/kg (dry matter) for solid fossil fuel when measured according to the method described in Annex III, point 4(a)(i)(3);

(iii) emissions of PM by closed fronted solid fuel local space heaters using compressed wood in form of pellets shall not exceed 20 mg/m3 at 13 % O2 when measured according to the method described in Annex III, point 4(a)(i)(1) or 2,5 g/kg (dry matter) when measured according to he method described in Annex III, point 4(a)(i)(2) or 1,2 g/kg (dry matter) when measured according to the method described in Annex III, point 4(a)(i)(3).

(b) From 1 January 2022 emissions of organic gaseous compounds (OGCs) from solid fuel local space heaters shall not exceed the following values:

(i) emissions of OGCs by open fronted solid fuel local space heaters, closed fronted solid fuel local space heaters using solid fuel other than compressed wood in the form of pellets and cookers shall not exceed 120 mgC/m3 at 13 % O2;

(ii) emissions of OGCs by closed fronted solid fuel local space heaters using compressed wood in form of pellets shall not exceed 60 mgC/m3 at 13 % O2.

(c) From 1 January 2022 emissions of carbon monoxide (CO) from solid fuel local space heaters shall not exceed the following values:

(i) emissions of CO by open fronted solid fuel local space heaters shall not exceed 2 000 mg/m3 at 13 % O2;

(ii) emissions of CO by closed fronted solid fuel local space heaters using solid fuel other than compressed wood in the form of pellets and cookers shall not exceed 1 500 mg/m3 at 13 % O2;

(iii) emissions of CO by closed fronted solid fuel local space heaters using compressed wood in form of pellets shall not exceed 300 mg/m3 at 13 % O2.

(d) From 1 January 2022 emissions of nitrogen oxides (NOx) from solid fuel local space heaters shall not exceed the following values:

(i) emissions of NOx by open fronted solid fuel local space heaters, closed fronted solid fuel local space heaters and cookers using biomass shall not exceed 200 mg/m3 expressed as NO2 at 13 % O2;

(ii) emissions of NOx by open fronted solid fuel local space heaters, closed fronted solid fuel local space heaters and cookers using fossil solid fuel shall not exceed 300 mg/m3 expressed as NO2 at 13 % O2.

Deze uitstoten zijn belangrijk en zullen ten minste gehaald moeten worden. Om dit te doen moeten er metingen verricht worden bij een productierijp prototype. Pas dan kan met zekerheid gezegd worden dat de minimale eisen gehaald worden. In dit stadium kunnen ze gebruikt worden als richtlijn om aan te denken tijdens het ontwerpen.

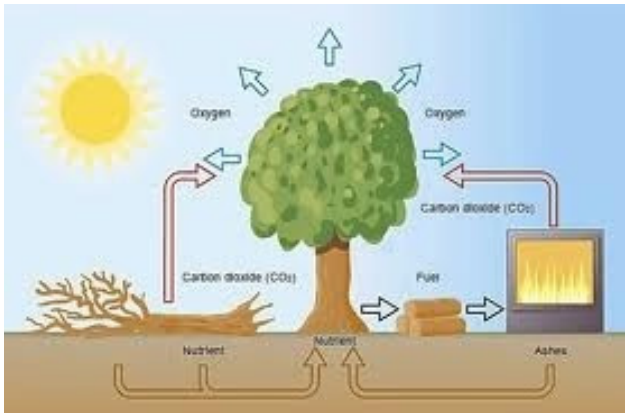
Het derde deel van de regelgeving (Requirements for product information) is voor het huidige stadium nog niet van belang. Deze eisen zullen in acht genomen moeten worden wanneer het product op de markt gebracht wordt. Deze eisen bevatten onder andere richtlijnen voor handleidingen en technische toelichting. In bijlage C is een uitgebreider deel van de regelgeving te vinden (European Union, 2015).

Energieakkoord voor duurzame groei

De Rijksoverheid wil 14% duurzame energie in 2020 en een volledig duurzame energievoorziening in 2050. Dat gebeurt onder meer door belastingen op vervuilende brandstoffen en subsidies voor bijvoorbeeld zonne-energie. (Rijksoverheid, 2015)
Hiervoor is het energieakkoord voor duurzame groei opgezet. Partijen zetten zich in dit verband in om de volgende doelen te realiseren (SER, 2013):

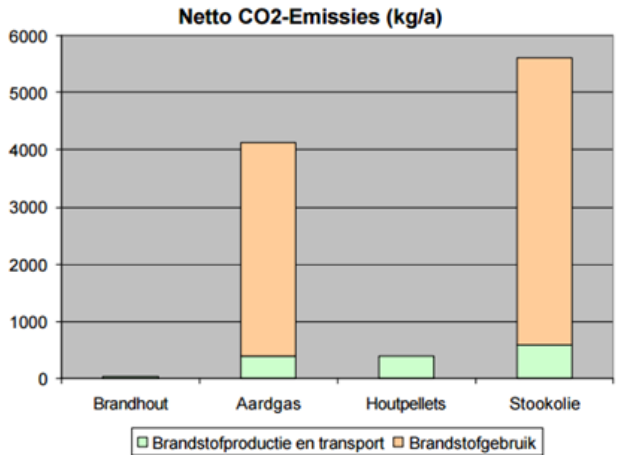
- Een besparing van het finale energieverbruik met gemiddeld 1,5 procent per jaar.
- 100 Petajoule aan energiebesparing in het finale energieverbruik van Nederland per 2020
- Een toename van het aandeel van hernieuwbare energieopwekking (nu ruim 4 procent) naar 14 procent in 2020.
- Een verdere stijging van dit aandeel naar 16 procent in 2023.
- Ten minste 15.000 voltijdsbanen, voor een belangrijk deel in de eerstkomende jaren te creëren.

Het verwarmen met houtkachels is een vorm van duurzame energie, indien gekapte bomen door nieuwe worden vervagen of afvalhout wordt gebruikt (zie figuur 9).



Figuur 9: *Duurzaamheid houtstook*

Bij de nieuw opgroeiende bomen zal een gelijke hoeveelheid koolstofdioxide worden opgenomen als wordt vrijgesteld bij het verbranden van hun voorgangers. Brandhout is dus biomassa, een hernieuwbare brandstof die ruim voorhanden is. Bij productie en het transport van brandhout wordt erg weinig CO2 geproduceerd, ongeveer 25 maal minder dan bij fossiele brandstoffen en zelfs 13 maar minder dan bij houtpellets. (Marchand, 2007), zie hiervoor ook figuur 10.



Figuur 10: *CO2-emissies per type*

Aangezien de rijksoverheid met haar energieakkoord voor duurzame groei Nederland meer energieneutraal wil maken is het voor de hybride rocket mass heater een mogelijkheid om een plek in de markt in te namen. Brandhout is immers biomassa.
Om de normen te halen worden er subsidies vergeven. Deze subsidies gelden alleen voor pelletkachels, zonneboilers en warmtepompen. Mocht de hybride kachel in aanmerking komen voor de subsidie van de pelletkachel, dan zal dit het product nog aantrekkelijker maken voor eventuele klanten.

4.4 Doelgroep analyse

4.4.1 Marktsegmenten

Een brainstormsessie met Vuur en Leem heeft tot de volgende mogelijke marktsegmenten geleid:

1. Woonruimtes
2. Extra kachel op verdieping
3. Sauna's en wellnesscentra
4. Tuinoverkappingen
5. Vakantiewoningen
6. Restaurants en cafés
7. 'Off-the-grid' woningen
8. Landen buiten Nederland

Vanuit deze marktsegmenten kan de doelgroep geformuleerd worden. Om meer te weten over de achterliggende gedachte worden de marktsegmenten verder toegelicht.

Woonruimtes

Bij het verwarmen van woonruimtes zal de hybride rocket mass heater zware concurrentie tegenkomen in de vorm van alle huidige manieren om een woning te verwarmen. Een unique selling point (USP) wat de rocket mass heater zal hebben is de duurzame uitstraling en de fijnere vorm van warmte. Hier zal dan ook wat tegenover moeten staan, de gebruikers kunnen niet meer even op een knopje drukken om de kamer te verwarmen. Ze zullen de kachel een paar uur moeten opstoken, wat gewoonweg arbeidsintensiever is.

De huidige leemkachel zijn bestaan heeft in Nederland, maar te groot is voor veel van de Nederlandse woningen. Omdat de rocket mass heater kleiner en lichter is, maar dezelfde accumulerende warmteafgifte geeft het mogelijkheden om deze markt te voorzien van een accumulerende kachel.

Daarnaast vindt er binnen Nederland een trend plaats dat men van het gas af wil stappen. Hiervoor zijn een tal van oplossingen, echter is de grootste uitdaging de ruimteverwarming. Hiervoor bestaat een warmtepomp, maar die is erg duur en de praktijk wijst uit dat deze een zelfde levensduur als terugverdientijd heeft. Een tweede concurrent in deze sector is de pelletkachel, welke in hetzelfde prijssegment zal vallen en bepaalde voor- en nadelen heeft ten opzichte van de hybride rockeet mass heater.

Extra kachel op verdieping

De woonruimtes bevinden zich op de begane grond. Het is dan ook zo dat alle type accumulerende kachels gebouwd worden op de begane grond door hun grote gewicht. Een unique selling point (USP) aan de hybride rocket mass heater is het feit dat hij ook op een verdieping geplaatst kan worden en accumulerende warmte biedt door zijn thermische batterij.

De concurrerende accumulerende kachels zijn te zwaar om op een verdieping geplaatst te mogen worden. Het marktsegment wat al een accumulerende kachel heeft, of deze had willen kopen kan aangesproken worden om er een bij te plaatsen op een verdieping.

Sauna's en wellnesscentra

Een wellnesscentrum of sauna beschikt over verschillende voorzieningen die alles te maken hebben met ontspanning en welbevinding. Denk aan sauna, zwembad, stoombad, whirlpool, relaxruimte, bar en restaurant. Binnen deze branche wordt het onderscheid gemaakt tussen de kleinere sauna's en de grote wellnesscentra. Naar schatting bezoekt zo'n 20-30% van de bevolking tussen 18-65 jaar een wellnesscentrum of sauna. Dit zijn circa twee tot drie miljoen bezoekers (exclusief herhalingsbezoek). Het is dus een grote markt. De kleinere sauna's trotseren de nieuwe concurrentiegolf door een publiek aan te trekken dat rustig wil genieten, zoals vijftigplusser. Van de bezoekers trekt 76% naar de sauna om te ontspannen (Rabobank Cijfers & Trends, 2013).

Al met al past de hybride rocket mass heater goed binnen een sauna. De rust en sereenheid die een houtkachel uit straalt is gewenst binnen een sauna. Bij de grote wellnesscentra zal marktpenetratie lastiger verlopen dan bij de kleinere sauna's. Deze kleinere sauna's zouden dus een goed begin zijn. Deze kleine bedrijven hebben ook de overhand in de markt. Eind 2006 bestond de branche uit ruim 2400 bedrijven, waarvan 85% minder dan 5 werknemers heeft (CBS, 2014).

Tuinoverkappingen

Tuinoverkappingen worden in veel tuinen geplaats in Nederland. Met deze tuinoverkappingen kunnen de bewoners langer en vaker comfortabel buiten zitten in de voor- en nazomer. De hybride functie van de rocket mass heater komt hier goed tot zijn recht. De snelle verwarming zorgt ervoor dat men meteen de warmte kan voelen en na een tijd stoken kunnen de gebruikers nog heel de avond genieten van de accumulerende warmte dankzij de thermische batterij.

Daarnaast is het sfeerimago wat de houtkachels in Nederland hebben een voordeel in deze sector. Gebruikers maken gebruik van de tuinoverkapping om rust te nemen of een gezellige tijd te hebben met familie en vrienden. In beide situaties komt de hybride rocket mass heater goed tot zijn recht.

Wel is het zo dat de kachel overgekwalificeerd bevonden kan worden voor dit gebruik. Het beoogde rendement is dusdanig hoog dat het zonde zal zijn om deze warmte buiten weg te laten vloeien. Daarnaast is de kachel technisch gezien complexer dan menig ander kachel, waardoor het prijskaartje ook wat hoger zal worden. Vuur en Leem heeft al een project lopen, parallel aan dit project waarin een buitenkachel ontworpen wordt. Deze zal minder complex en goedkoper zal zijn.

Vakantiewoningen

De markt van vakantieparken bevindt zich in moeizaam vaarwater. Hoewel de vraag structureel groeit, kampt de markt met uitdagende omstandigheden. Van toenemende concurrentie en een sterk verzadigde markt, tot een grillig consument die steeds meer wil tegen een steeds scherpere prijs. Dit alles leidt tot structurele prijserosie. In deze markt is het voor een individueel vakantiepark zaak te investeren in uniciteit en een messcherpe online propositie (Rol en Kuijer-de Groot, 2015). Dit moeilijke vaarwater kan een opportuniteit bieden voor de hybride rocket mass heater. Zoals vermeld is het voor vakantieparken zaak om te investeren in uniciteit. Alleen parken met een uniek product (door ligging, voorzieningen of concept) en een hoge kwaliteit (door service innovatie en personeel) kunnen zich onderscheiden. De consument heeft een groeiende behoefte aan een uniek, persoonlijk product en is alleen nog bereid een meerprijs te betalen voor een vakantie die een speciale herinnering creëert. (Rol en Kuijer-de Groot, 2015).

Deze speciale herinnering kan gecreëerd worden door het verhogen van sfeer, warmte en gezelligheid in de vakantiewoningen. Het installeren van de hybride rocket mass heater in vakantie-gezinswoningen zal de ervaring van de vakantie verbeteren. Mensen zullen knusse avonden beleven bij het houtvuur en genieten van de heerlijke warmte die het afgeeft. Daarnaast zal er een aanzienlijke daling zijn in stookkosten en zijn de kachels zeer robuust en kunnen ze door iedereen gebruikt worden, wat voordelen zijn voor de eigenaar van de woningen. Een mogelijke afzetmarkt zal dus vakantiewoningen zijn gericht op gezinnen en het creëren van warme herinneringen.

Rastaurants en cafés

Het creëren van sfeer en een warme accommodatie is waar restaurants en cafés voor bestaan. Een logische toevoeging zal dan ook het toevoegen van de kachel zijn. Echter is de arbeidsintensiviteit van de kachel een erg groot nadeel in deze sector. Alles moet snel en haastig, werknemers hebben nauwelijks tijd voor een pauze. Het opstoken van de kachel heeft mensenhanden nodig. Dit maakt dat restaurants en cafés niet interessant zullen zijn. Alhoewel het een gigantische markt is. Mocht er een oplossing komen voor de

arbeidsintensiteit, dan is dit een segment waar zeker nog eens aandacht aan besteed mag worden.

'Off-the-grid' woningen

Ook in Nederland zijn er een aantal mensen die proberen off-the-grid te leven. Deze mensen maken zo min mogelijk gebruik van grote bestaande netwerken en proberen zo zelfvoorzienend mogelijk te zijn. Zo hebben deze mensen vaak een moestuin, windowfarming, besparen ze op vaste lasten, zeggen ze abonnementen op, gebruiken ze de auto niet meer, etc. Het gaat voornamelijk om een groot stuk bewustwording en gevoel van vrijheid.

Alhoewel deze markt niet al te groot is in Nederland (kleiner dan in bijvoorbeeld de Scandinavische landen), is het een erg interessante markt voor de hybride rocket mass heater. Het verwarmen met hout zal deze groep aanspreken, omdat het zelfvoorzienend is en het beter is voor het milieu. Wel is het een dusdanig kleine groep en zullen ze eerder zelf een rocket mass heater maken, zoals omschreven door I. Evans en L. Jackson in het boek Rocket Mass Heaters. De extra arbeidsintensiviteit en kosten van aanschaf zullen door deze groep sneller geaccepteerd worden dan de andere mogelijke doelgroepen. Ze zien de voordelen meer in en hebben een meer persoonlijke relatie met het product, aangezien het een directe aanvulling is op hun manier van leven.

Landen buiten Nederland

Uit de marktanalyse is gebleken dat Nederland niet de meest ideale markt is voor verwarmen met houtkachels. De andere landen zoals vermeld bij het marktonderzoek zullen meer geschikt zijn voor dit type product. Mochten deze landen bespeeld willen worden zullen er partners opgezocht moeten worden in de betreffende landen om zo een groot deel van de communicatieve en logistieke moeilijkheden op te lossen.

Daarnaast zal zelfs de productie naar het betreffende land verplaatst kunnen worden, aangezien het om grote massa's gaat. Het transporteren van deze massa's zal duurder zijn dan het lokaal produceren. Aangezien Vuur en Leem een eenmanszaak is, zal de drempel hoog zijn om in het buitenland te gaan ondernemen terwijl het bedrijf in Nederland gevestigd is. Deze keuze zal dan ook voornamelijk door de opdrachtgever genomen moeten worden of de buitenlandse markt bespeeld zal worden.

4.4.2 Segmentkeuze

Omdat niet alle segmenten even aantrekkelijk zijn en het ook niet realistisch zal zijn om alle segmenten te bespelen zijn de volgende keuzes gemaakt omtrent de marktsegmenten:

Woonruimtes, op verdieping en buitenland

De kleine/middelgrote woonruimtes zijn een interessante markt, waar de rocket mass heater het gat kan vullen wat er in het huidige aanbod te vinden is. Oftewel, daar inspringen waar de warmte afgifte van gewone kachels niet voldoet en leemkachels te duur zijn.

Deze markt zal ook in het buitenland ingevuld worden. Om een beter beeld te krijgen van de verschillende landen omtrent houtstook wordt er verderop in het verslag gekeken naar de verschillende landen en het stereotype kachel wat daar gebruikelijk is. Op deze manier is de sfeer en de cultuur omtrent houtstook in deze landen in kaart te brengen.

Het feit dat de kachel op een verdieping geplaatst kan worden is een unique selling point van de rocket mass heater. Andere accumulerende kachels zoals de huidige leemkachels zijn te zwaar en mogen bouwtechnisch niet op een verdieping geplaatst worden. Het interessante hieraan is dat eigenaren van leemkachels (welke reeds overtuigd zijn van de werking en het genot) nu een rocket mass heater kunnen aanschaffen.

Business-to-business

In overleg met Vuur en Leem is ervoor gekozen om niet te focussen op business-to-business segmenten, aangezien dan het complete marketingbeleid omgegooid zal moeten worden. Dit betekent dat er binnen dit verslag niet gekeken zal worden naar sauna's en wellnesscentra, restaurants en cafés.
De vakantiewoningen zijn echter dermate interessant dat deze wel verder onderzocht zal worden. De hybride kwaliteit van de kachel, de snelle en directe warmte gecombineerd met de thermische batterij, komt in dit segment als geen ander tot zijn recht gezien het onregelmatige gebruik.

Vakantiewoningen zijn echter qua bouw en gebruik niet anders dan de woonruimtes. Er wordt dan ook geen apart onderzoek gedaan naar deze vakantiewoningen. Mocht dit segment in een later stadium alsnog bespeeld willen worden, dan moet het gebruiksgemak en de veiligheid extra goed bekeken worden. Een ander aspect is de veiligheid. In vakantiewoningen logeren vaak buitenlandse gezinnen/personen. Indien de rocket mass heater onkundig gebruikt wordt door onbegrepen instructies kan de veiligheid in gevaar komen.

Off-the-grid

De markt van het off-the-grid wonen is ook een erg interessante markt. Hier is het voornamelijk de vraag hoe groot deze groep werkelijk is, in zowel binnen- als buitenland. Daarnaast worden de verwachtingen van deze groep mensen in kaart gebracht om zo de hybride rocket mass heater naar deze doelgroep te ontwerpen.

De principes, de levenswijze en de kennis van dit segment sluit zeer goed aan op de rocket mass heater. Daarnaast zijn het duurzame imago en het hoge rendement vereisten in deze doelgroep. Omdat andere producenten zullen afvallen voor deze groep kan de rocket-mass-heater hier inspringen.

Waar rekening mee gehouden moet worden is dat deze doelgroep graag zelf de thermische batterij zal willen bouwen. Het bezig zijn met de natuurlijke materialen zoals het leem is voor deze doelgroep een genot. De rocket mass heater zal dan ook ruimte moeten bieden voor een eigen invulling van de thermische batterij.

4.4.3 Van segment naar doelgroep

Omdat de segmenten zo ver uit elkaar liggen en ze onderling erg verschillen zal er niet één doelgroep zijn voor dit product. Om de verschillende doelgroepen toch 'tastbaar' te kunnen maken wordt er gebruik gemaakt van persona's. Door middel van deze persona's kunnen de verschillende marktsegmenten weergegeven worden.

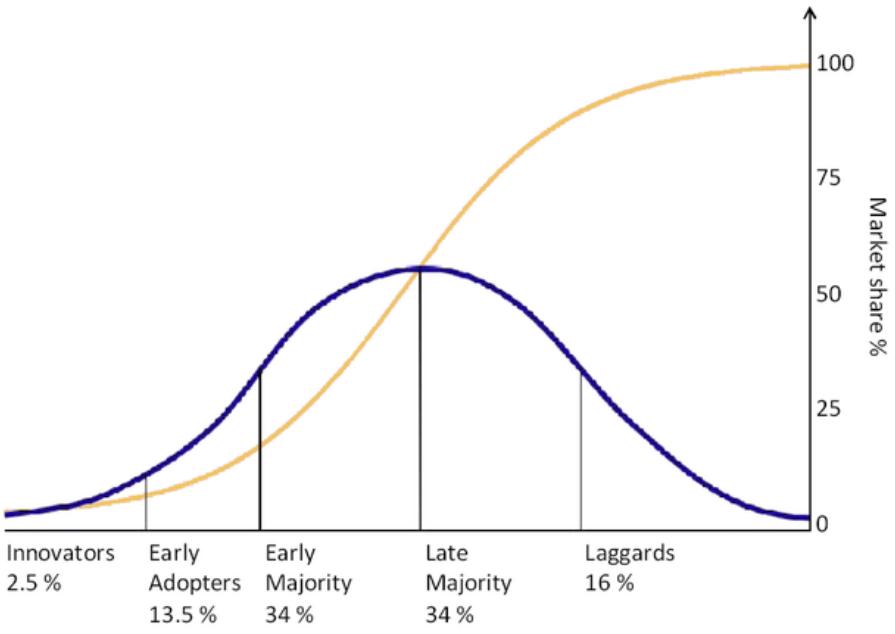
Om tot goede persona's te komen moet er veel informatie gewonnen worden omtrent de verschillende doelgroepen. Hiervoor is er contact gezocht met meerdere personen die passen in de segmenten, zijn er enquêtes de deur uit gegaan en heb ik met experts gepraat. In het volgende hoofdstuk (4.4.4) zijn de persona's weergegeven.

De persona's zullen de volgende doelgroepen weergeven: Ten eerste Evelien en Rob: een jong stel in kleine/middelgrote woonruimtes. Dit stel is de toekomstige markt. Mocht deze markt veroverd kunnen worden, dan is succes gegarandeerd. Weergegeven in de adoption curve (figuur 11) zullen Evelien en Rob bij de Early Majority behoren. Omdat Rob kennis heeft over technologie en het verwarmen zullen dit type mensen ervoor kunnen zorgen dat het gat tussen de early adopters en de early majority overbrugd kan worden. Om dit te kunnen doen moet de rocket mass heater geen kinderziektes meer vertonen en duidelijk zijn in gebruik. Eventueel ongemak wordt niet getolereerd door de early majority.

De tweede persona is Arjen. Een persoon met veel verstand van techniek. Met interesse in techniek en specificaties zou hij interesse hebben in de rocket mass heater. Hij zal hem dan ook sneller aanschaffen. Daarnaast is Arjen van nature een terughoudend persoon, waardoor hij voor een early adopter relatief lang wacht. Wat hem plaatst tussen de early adopters en early majority.

De derde persona zal tussen de innovators en early adopters geplaatst kunnen worden. Familie van Riet representeert dan ook de huidige klanten van Vuur en Leem. Early adopters staan meer open voor kinderziektes en denken graag mee aan verbeteringen aan het product. De huidige klanten van Vuur en Leem zijn een belangrijke schakel om de rocket mass heater in grotere getalen te kunnen verkopen.

De laatste persona, de innovator, is weergegeven in de vorm van Marjan. Ze leeft of the grid in het buitenland en moet dan ook de brug vormen voor de landen buiten Nederland. Gebaseerd op gesprekken met meerdere geëmigreerde mensen is deze persona tot stand gekomen. Een innovator is de eerste persoon die het product koopt. In dit geval staat het de rocket mass heater dicht bij de idealen en levenswijze van Marjan. Dit maakt dat zij de kachel sneller zal kopen en gebruiken. Eventuele problemen, ideeën en aanpassingen moeten goed gecommuniceerd worden met innovators. Hierdoor kan het product beter maakt worden, zodat de stap naar het volgende segment gemaakt kan worden.



Figuur 11: *Adoption curve*

4.4.4 Persona's

Naam:	Evelien	Extrovert	Introvert
Geslacht:	Vrouw	Denker	Doener
Leeftijd:	28	Oordelen	Beschouwen
Relatie:	Vaste relatie	Hip	Status quo
Woonplaats:	Bilthoven	Sub-cultuur	Mainstream
Beroep:	Pedagogisch medewerker	Liberaal	Conservatief

Over Evelien:

Ze is een energieke vrouw met veel vriendinnen. Ze gaat dan ook graag afspreken met haar vriendinnen om bij te praten en te kletsen. Samen met Rob gaat ze samenwonen en zijn ze op zoek naar een hippe, vernieuwende manier om hun woning te verwarmen. Wanneer ze niet aan het werk is als pedagogisch medewerker, gaat ze graag een stuk hardlopen of leest ze tijdschriften.

Dagindeling

Een gemiddelde werkweek ziet er als volgt uit: Evelien werkt drie dagen in de week, van 7:30 tot 16:00. Rob werkt vijf dagen in de week, van 9:00 tot 17:00. Rob is werkzaam als monteur van CV ketels. Hij weet dan ook het één en ander van verwarmen en de trends op de markt. In de weekenden zien Evelien en Rob graag vrienden, dit gaat natuurlijk gepaard met een hoop gezelligheid en een aantal biertjes of wijntjes. De hybride rocket mass heater zal goed tot zijn recht komen in het nieuwe huis van Evelien en Rob. Wanneer ze niet thuis zijn hoeft er niet gestookt te worden. Als ze thuis komen is de snelle warmteafgifte erg aangenaam en kunnen ze tot 's avonds laat genieten van de warmte en de gezelligheid die de kachel afgeeft. Hun vrienden moeten nog aan het idee wennen, maar met de kennis van Rob over het verwarmen van woningen gaat Evelien er vanuit dat dit de beste manier is voor hun.

Stijl

Figuur 12: *Persona Evelien en Rob*

Naam:	Arjen	Extrovert	Introvert
Geslacht:	Man	Denker	Doener
Leeftijd:	37	Oordelen	Beschouwen
Relatie:	Singel	Hip	Status quo
Woonplaats:	Zoeterwoude	Sub-cultuur	Mainstream
Beroep:	Energie consultant	Liberaal	Conservatief

Over Arjen:

Arjen is werkzaam als energie consultant. Hierbij adviseert hij bedrijven hoe om te gaan met nieuwe bronnen van energie. Met een universitaire opleiding werktuigbouwkunde in Delft heeft hij veel theoretische kennis over techniek. Echter is Arjen ook de persoon die zijn fiets naar de maker brengt in plaats van deze zelf te repareren.

Dagindeling

Als energie consultant ziet Arjen veel van Nederland en haar verschillende bedrijven. Hij werkt dan ook vijf dagen in de week en heeft geen relatie. Als hij 's avonds thuis is gaat hij graag een film kijken. Op donderdag is het standaard mannen avond, waarbij zijn vrienden langs komen en ze een drankje doen. Dit herhaalt zich in het weekend. Arjen heeft veel theoretische kennis en heeft dan ook het rekensommetje gemaakt voor de hybride rocket mass heater. De specificaties spraken hem dan ook aan, besparing op stookkosten en dus de terugverdientijd. Het omgaan met de kachel en het hout zal in het begin even wennen zijn, maar het rendement wat de kachel opgeeft, dat is een richtpunt voor Arjen en deze zal gehaald worden.

Stijl

Figuur 13: *Persona Arjen*

Naam:	Paul	Extrovert	Introvert
Geslacht:	Man	Denker	Doener
Leeftijd:	64	Oordelen	Beschouwen
Relatie:	Getrouwd	Hip	Status quo
Woonplaats:	Lochem	Sub-cultuur	Mainstream
Beroep:	Gepensioneerd	Liberaal	Conservatief

Over Paul:

Na een succesvolle carrière in de bouw kon Paul vroegtijdig met pensioen. Hier en daar doet hij klussen rondom het huis. Op hun erf hebben ze ruimte genoeg om te kunnen voetballen met de kleinkinderen. Als er niet gevoetbald wordt gaat Paul samen met Jeanette een stuk lopen om lekker fit te blijven. Ze zijn op zoek naar een stijl- en sfeervolle manier van verwarmen. Hun ideale avond bestaat uit een goed glas rode wijn en vrienden of familie.

Dagindeling

's Ochtens draait Paul zich nog een keer om wanneer de wekker van zijn vrouw gaat. Zij gaat graag een stuk lopen vroeg in de ochtend. De dag komt dan ook rustig op gang voor Paul, hij geniet van zijn pensioen. Maar hij is ook iemand die niet stil kan zitten. Tegen de middag heeft Paul alweer een klus gevonden rondom het huis en hier is hij dan ook weer een dag mee bezig. 's Avonds drinken ze een glas rode wijn en kijken ze samen detectives op de televisie. Vrienden en familie zijn altijd welkom en ze komen dan ook vaak langs. Er wordt meteen gezorgd voor een aantal lekkere hapjes en er wordt een leuke sfeer gecreëerd. In de weekenden gaat het dan ook net zo, dan komen de kleinkinderen ook mee. Het verzamelen en het hakken van het hout vindt Paul mooi om te doen. Om vervolgens hier de woning lekker mee te kunnen verwarmen is helemaal goed.

Stijl

Figuur 14: *Persona familie van Riet*

Naam:	Marjan	Extrovert	Introvert
Geslacht:	Vrouw	Denker	Doener
Leeftijd:	48	Oordelen	Beschouwen
Relatie:	Getrouwd	Hip	Status quo
Woonplaats:	Espalion, Frankrijk	Sub-cultuur	Mainstream
Beroep:	Hovenier	Liberaal	Conservatief

Over Marjan:

Na jaren in Dordrecht gewoond te hebben Marjan besloten te emigreren naar Frankrijk. Hier is ze volledig zelfvoorzienend. Ze verwarmt haar woning met een oude houtgestookte CV-ketel. Ze is op zoek naar een beter alternatief om haar huisje te verwarmen. Met haar hoveniers kennis, en specialisatie in boomverzorging weet ze veel de natuur en houtstook.

Dagindeling

Het leven in Frankrijk is beduidend anders dan in Nederland. Alles gebeurd hier op een lager pitje. Waar in Nederland iedereen gestrest is, kunnen de Fransen wel wat stres gebruiken zo af en toe. Als zelfstandige hovenier was dit in zakelijk opzicht wel wennen. Na een aantal jaren weet ze ook niet beter en komen de afspraken wat minder nauwkeurig. Ze is graag bezig met de natuur, voornamelijk bomen. Ze heeft bij haar woning een groot perceel met daarop veel begroeiing. Voor elke boom die ze kapt plant ze twee nieuwe bomen, om zo de cirkel rond te maken. Met haar hout gestookte oude CV ketel is ze gewend om met hout de woning te verwarmen. Ze mist alleen de sfeer en het geluid van het brandende hout bij haar huidige systeem. In de weekenden gaat ze uren lopen in de omgeving, genieten van de natuur.

Stijl

Figuur 15: *Persona Marjan*

4.5 Vormgevingsbeleid

Het vormgevingsbeleid moet de vorm- en betekenisgeving van de rocket mass heater vaststellen. Omdat Vuur en Leem voornamelijk maatwerk biedt is er nog geen duidelijk vormgevingsbeleid op papier. De visie en de bijbehorende uitstraling van een product zijn echter zeer belangrijk voor het slagen van een product en het merk.

Een ontwerper voegt, soms bewust, soms onbewust, emotie toe aan een ontwerp. (Eger, et al., 2010, p. 55). Hoe deze emotie geïnterpreteerd wordt is afhankelijk van zowel het ontwerp als de gebruiker. Om een beeld te krijgen van het archetype kachel per land wordt hier in hoofdstuk 4.5.4 aandacht besteedt aan de archetypes per land.

Om de vormgeving te bepalen is er een brainstormsessie met Vuur en Leem gehouden. Hierin kwamen voornamelijk de termen ‘strak’ en ‘modern’ en naar voren. Om een beeld te krijgen wat deze thermen concreet inhouden en hoe deze vertaald kunnen worden in een product wordt er gekeken naar merken en stijlen waar deze thermen aan gekoppeld worden: Apple, Volvo en Scandinavisch design. Aangezien deze drie in zeer verschillende marken zitten (elektronica, automobiel en interieur inrichting) zal er moeten worden geabstraheerd voordat het verwerkt kan worden in het ontwerp.

Daarnaast is er een sessie geweest met de opdrachtgever waarbij twaalf verschillende kachelontwerpen op volgorde van mooi naar minder mooi gelegd moest worden. Door dit te doen is er snel een visueel beeld gecreëerd wat de interpretatie van ‘strak, ‘modern’ en ‘tijdloos’ is. Bij de persona's eerder in dit verslag zijn stijl collages te zien waarin de stijl van de verschillende doelgroepen weergegeven wordt.

4.5.1 Portfolio analyse

Figuur 16: *Collage Vuur en Leem*

- Persoonlijk, de mens centraal
- Warm
- Modern
- Statig/rust
- Hoeken en voerkanten
- Schoon/clean design en schone uitstoot
- Low tech, dicht bij de mens

De huidige omzet van Vuur en Leem wordt voornamelijk gehaald uit het plaatsen van one of a kind accumulerende kachels. Omdat deze producten op aanvraag gebouwd worden zit er veel verschil tussen de kachels in het huidige portfolio. Wat Vuur en Leem beoogt is een strak en tijdloos ontwerp. Wat dit inhoudt voor de vormgeving wordt verderop in het vormgevingsbeleid geanalyseerd.

Gezien de omvang van het huidige portfolio is het beter om een hand vol kachels te laten zien. Vuur en Leem levert persoonlijke, warme producten, waarbij de gebruiker centraal staat. Ook is te zien dat de kachels een prominente plek krijgen in de woningen. Dit maakt heel de ruimte rustiek wanneer de kachel aangestoken is. Het geeft een warme, statige uitstraling.

4.5.2 Merk- en stijlanalyse

Volvo

Figuur 17: *Collage Volvo*

- De mens centraal: veiligheid
- Kwaliteit, veiligheid, persoonlijk
- Zweeds ontwerp
- No nonsense, sterke producten
- Premium producten die het leven van de gebruiker makkelijker maken
- Milieu bewust: veiligheid en groen imago

Het automerk Volvo is een van oorsprong Zweeds bedrijf dat tegenwoordig in elk land opereert. Wat opvalt bij Volvo is dat er strakke lijnen gebruikt worden en hun wagenpark een no-nonsense uitstraling heeft.

Bij Volvo staat de mens centraal. Dit is terug te zien in de beoogde milieuvriendelijkheid en de vele veiligheidsmaatregelen, iets waar Volvo bekent om staat. De gebruiker centraal zetten en milieubewuste producten maken komt overeen met Vuur en Leem. Dit zal dan ook verwerkt moeten worden in het nieuwe product.

De auto's hebben een rustige uitstraling en 'schreeuwen' niet zoals sportauto's dat bijvoorbeeld doen met felle kleuren en heftige vormen. Door deze rustige, bijna statige uitstraling is zijn de ontwerpen van Volvo relatief goed bestand tegen de tand des tijds.

Apple

Figuur 18: *Collage Apple*

- Simpelheid
- Een deel uitmaken van de eigenaar zijn levenswijze
- Vakmanschap, oog voor detail
- Simpel en begrijpelijk
- Innovatief
- Functie vervullend, niet meer dan dat
- Eerlijke, transparante uitstraling
- Consequent tot in het kleinste detail
- Zo min mogelijk design, zoveel mogelijk functie vervullend
- Met zo min mogelijk (materiaal/knoppen) zoveel mogelijk functies vervullen, op een begrijpelijke manier
- Al het overbodige weglaten
- Elegant

Apple is een fabrikant van laptops, telefoons en gadgets. Het is één van de meest bekende bedrijven. Design technisch gezien is Apple leidend. Aangezien de termen 'strak', 'modern' en 'tijdloos' ook vaak verbonden worden met Apple is het interessant om te analyseren hoe dit tot stand komt. De hoofd van het design team is Sir Jonathan Paul Ive. In meerdere interviews is te lezen dat Ive een product wil creëren waarbij al het overbodige weg gelaten wordt. Dit geeft het product een rustige uitstraling. Net als bij Volvo blijven de producten op de achtergrond en zijn ze niet 'schreeuwend'. Dit komt mede door het kleurgebruik maar ook door de vormen. Deze zijn zo basis mogelijk. Zoals Ive het verwoord: "het beste design is zo min mogelijk design". De gebruiker moet het niet zien als design. De gebruiker moet alleen de aanwezigheid merken van hetgeen wat nodig is, de rest moet weg gelaten worden.
Om een premium kwaliteit uit te stralen is Apple innovatief, elegant en consequent tot in het kleinste detail. Deze inzichten kunnen ook toegepast worden bij de kachel.

Scandinavisch design

Figuur 19: *Collage Scandinavisch design*

- Functionaliteit
- Combinatie van stijl en functie
- Minimalisme
- Clean: simpele lijnen
- Duurzame materialen en ontwikkeling
- Elegant
- Simpel
- Uitstraling van een vorm van rust
- Warme uitstraling, de mens is belangrijk
- Helderheid en statigheid

Een stijl die onlosmakelijk verbonden is met modernisme en minimalisme is het Scandinavisch design. De belangrijkste pijler van het Scandinavisch design is de functionaliteit van het product. Deze moet altijd voorop staan. Het design moet ondersteunend werken voor deze functie. In de vormgeving wordt er vervolgens gebruik gemaakt van simpele lijnen en eenvoudige, niet samengestelde vormen. De combinatie met natuurlijke materialen resulteert in een rustieke en elegante uitstraling. Ook staat het gebruik van natuurlijke materialen voor een duurzame uitstraling. De rust en warmte die de vormtaal uitspreekt in het Scandinavisch design is belangrijk om mee te nemen in de kachel.

4.5.3 Design sessie

Figuur 20: *Eindresultaat design sessie met opdrachtgever*

Tijdens de vormstudie met Vuur en Leem was het de bedoeling om in beeld te krijgen wat de beoogde stijl van Vuur en Leem is. Om dit in beeld te krijgen zijn er twaalf afbeeldingen geprint en geknipt om er zo mee te kunnen schuiven en te kunnen vergelijken.

Na het één en ander te reorganiseren aan de afbeeldingen is het resultaat te zien in afbeelding 20. Er zijn door Vuur en Leem drie groepen gemaakt. De linker groep zijn de authentieke kachels, deze vallen meteen af en passen niet in het beleid van de Vuur en Leem vormgeving. Dit is dan ook geen verrassing, aangezien de stijl substantieel anders is dan het Vuur en Leem portfolio.

De rechter groep was interessant om te zien. Deze twee kachels hebben een karaktervolle uitstraling. Echter was de stijl van deze twee kachels niet mooi, ook niet lelijk. De ruige uitstraling creëren het karakter, wat mee genomen kan worden in het ontwerp.

De middelste groep werd het mooist bevonden. Met name de kachel rechts onder in deze groep viel in de smaak. De rechte lijnen en de no-nonsense uitstraling is de kracht van deze kachel. De onuitgesproken vormgeving in deze groep resulteert in een rustige, statige uitstraling. Deze uitstraling is dan ook beoogd in het eindontwerp. Opvallend is om te zien dat deze annotaties terug te vinden zijn in de voorgaande merken en stijlen. Het minimalistische, de rechte lijnen en de rustige uitstraling komen overeen.

4.5.4 Archetypes per land

In elk land hebben mensen een beeld van houtstook, kachels en openhaarden. Om een inzicht te krijgen is er een kachel gezocht wat per land het stereotype beeld uitstraalt van de kachels in het betreffende land. Deze afbeeldingen betekenen niet dat iedereen in dat land zo'n type kachel heeft, maar het geeft een impressie van de houtstook in de verschillende landen.

Nederland

Figuur 21: *Kachel Nederland*

In Nederland zijn veel open haarden te vinden en kleinere kachels. De kachels zijn rechthoekig vormgegeven wat een strakke, no-nonsense uitstraling geeft.

Duitsland

Figuur 22: *Kachel Duitsland*

In Duitsland worden voornamelijk accumulerende kachels gebruikt. Hier houden ze meer vast aan een oudere uitstraling van de kachel. Extra randen, versieringen en vormen komen hier veel voor.

Frankrijk

Figuur 23: *Kachel Frankrijk*

De Franse kachels lijken een combinatie van de Duitse en Nederlandse markt. Ze hebben meer versiering dan de Nederlandse markt, maar dit doen ze op een wat modernere wijze. In Frankrijk komen ook meer accumulerende kachels voor.

Denemarken

Figuur 24: *Kachel Denemarken*

Denemarken komt erg overeen met de Nederlandse markt. De kachel wordt ingezet als stijlicoon met een moderne, rechthoekige vormgeving. In Denemarken kennen ze meer accumulerende kachels dan Nederland.

Engeland

Figuur 25: *Kachel Engeland*

In Engeland zijn veel openhaarden te vinden. Tegenwoordig maken ze hier gebruik van door er een kleine kachel in te plaatsen. Grote accumulerende kachels komen weinig voor. De vormgeving komt in grote lijnen overeen met de Franse markt.

Noorwegen

Figuur 26: *Kachel Noorwegen*

In Noorwegen zijn veel grote (accumulerende) kachels te vinden. Hier is de houtstook dan ook meer geaccepteerd als verwarmingsmethode. De vormgeving is strak, modern en rechthoekig.

Polen

Figuur 27: *Kachel Polen*

De Poolse kachels komen qua vormgeving overeen met de Duitse markt. Veel versieringen, afrondingen en extra randen en hoeken. Opvallend is dat er hier veel gebruik gemaakt wordt van gietijzeren modellen.

4.6 Patentonderzoek

In een onderzoek naar huidige patenten die mogelijk in conflict zijn met de rocket mass heater kwam naar voren dat hier geen patenten voor zijn vastgelegd. Het is dan ook zo dat de rocket mass heater ontwikkeld is door liefhebbers, welke graag hun kennis delen.

Een patent moet voldoen aan drie eisen: nieuwheid, inventiviteit en industriële toepasbaarheid. De laatste twee eisen kunnen voldaan worden met de rocket mass heater. Het is immers een product wat een technisch aantoonbaar functionerend product is, wat niet voor de hand liggend is.

Echter, de eerste eis is een ander verhaal. Nieuwheid houdt in dat de uitvinding voor datum van de patentaanvraag nergens in de wereld openbaar bekend mag zijn. Aangezien de rocket mass heater een bekend principe is, waar al veel over geschreven en gepubliceerd is, zal het niet mogelijk zijn de complete techniek vast te leggen. Het is immers niet nieuw voor de wereld.

Wat wel mogelijk zal zijn is om een bepalend onderdeel vast te leggen in de vorm van een patent. Wanneer een onderdeel cruciaal is en nog niet openbaar bekend is, dan mag deze gepatenteerd worden. Hierdoor zal het lastiger worden om de rocket mass heater na te maken.

Naast patenten zijn er andere mogelijkheden om intellectuele eigendommen te beschermen. Omdat de vorm van het product hierin erg bepalend is, wordt dit bij de concept detaillering in hoofdstuk 7.6 uitgewerkt.

5 Programma van Eisen

Aan de hand van de inzichten verkregen bij de analyse wordt een programma van eisen opgesteld. In een programma van eisen worden de gegevens over de wensen van de gebruikers verzameld. Het programma van eisen zal tijdens de ideefase gebruikt worden als een houvast, om het ontwerpproces te sturen.

Het programma van eisen legt niet alleen de analyse vast, maar ook de wensen van de opdrachtgever en de bestaande regelgevingen. Hierdoor geeft het een concreet beeld waar de rocket mass heater aan moet voldoen.

De rocket mass heater moet...

Eis	Specificatie
Een ruimte tussen de 25 m² en de 100 m² goed kunnen verwarmen	Een minimaal vermogen hebben van 2 kW
	Een maximaal vermogen hebben van 10 kW
	Een maximale oppervlaktetemperatuur hebben van 100 ºC
Een accumulerende vorm van warmteafgifte bevatten	Een thermische batterij bevatten
	De thermische batterij moet een minimaal gewicht hebben van 100 kg.
Materialen bevatten die de warmte kunnen verdragen	Bestaan uit materialen die minimaal 1200 ºC kunnen verdragen
	De materialen moeten niet breken bij een temperatuurshock van 500 ºC
	De materialen mogen geen blijvende vervorming vertonen
	Genoeg vrijheden bevatten zodat de materialen kunnen uitzetten zonder schadelijke gevolgen
Een levensduur hebben van minimaal 20 jaar	Slijtgevoelige onderdelen moeten gemakkelijk vervangen kunnen worden
	Niet slijtgevoelige onderdelen moeten minimaal 20 jaar mee gaan.
	Zo min mogelijk bewegende delen bevatten
Aansluiten bij het vormgevingsbeleid	Bestaan uit natuurlijke materialen
	Gemakkelijk zijn in gebruik, bruikbaar zijn zonder voorkennis over het product
	Voornameljk bestaan uit basisvormen
	Ruimte bieden om de thermische batterij zelf vorm te kunnen geven.
	Een kwalitatief hoge en moderne uitstraling hebben

Voldoen aan de huidige en opkomende regelgevingen	Voldoen aan de Europese Lot 20 Solid fuel local space heater regelgeving (bijlage C)
	Het hart van de schoorsteen moet minimaal 20 cm van de muur af staan
Gedistribueerd kunnen worden door Europa	In delen te vervoeren zijn
	Gemakkelijk te (de)monteren zijn vanuit alleen de voorzijde
	Te verplaatsen zijn door één persoon
	Aansluiten op de verschillende Europese culturen
Een kostprijs hebben van maximaal €1500,-	
Alle typen hout kunnen verbranden	
Zonder stroom kunnen opereren	
Het vuur moet zichtbaar zijn aan minimaal één zijde van de kachel	

Tabel 3: *Programma van eisen*

6 Ideefase

6.1 Technisch prototype

De eerste dagen van de bachelor opdracht bestonden uit het bouwen van een technisch prototype. In samenwerking met Vuur en Leem was het zo mogelijk om de techniek te testen. Vuur en Leem had een 3D model, waarin de luchtkanalen, de vuurkamer en andere onderdelen te vinden waren, inclusief de beoogde afmetingen.

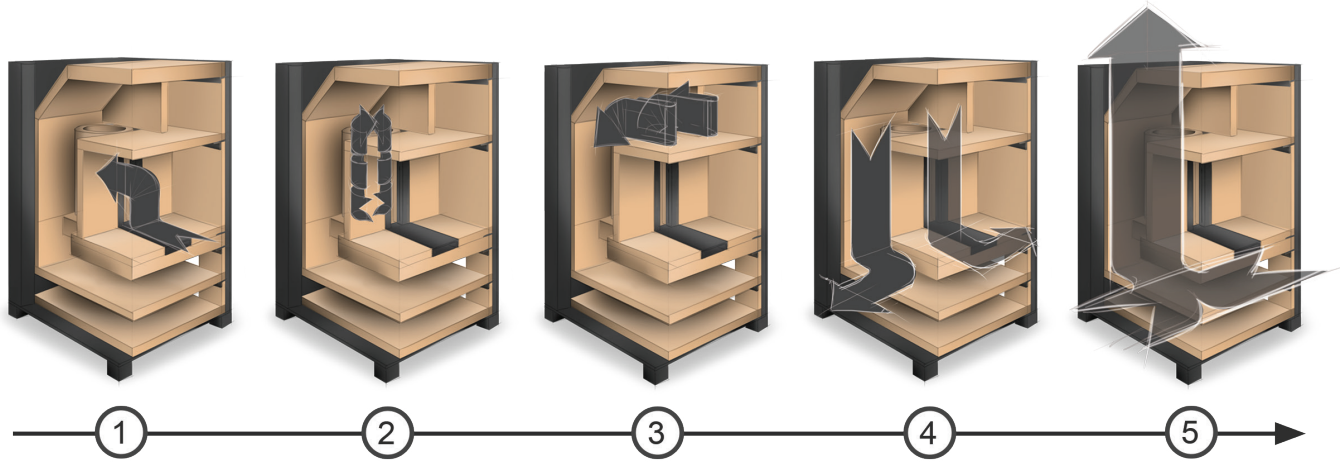
Het doel van dit prototype was om een aantal vernieuwende delen te testen. In het huidige productaanbod van Vuur en Leem zijn al rocket mass heaters te vinden, dus de werking hiervan is bekend. Ten opzichte van de bestaande kachels van Vuur en Leem heeft de nieuwe rocket mass heater een lagere heatriser, een gedraaide vuurkamer en een complexe kanaal omloop. Verderop in dit hoofdstuk wordt verder in gegaan op deze drie veranderingen.

Hoe deze drie veranderingen uitpakken wordt getest. Tijdens de bachelor opdracht waren er een aantal bouw dagen om het prototype te bouwen, testen en te veranderen. Deze cyclus heeft zich een aantal keren herhaald om zo tot de beste techniek te komen.

6.1.1 Technische werking

Zoals eerder toegelicht wordt er gebruik gemaakt van het rocket mass heater principe. Om dit principe toe te kunnen passen in een product wat op de markt geplaatst kan worden moesten er een aantal aanpassingen gemaakt worden.

Om deze aanpassingen toe te lichten laat figuur 28 de technische werking van de kachel zien, met daarbij een weergave van de luchtstromen. Van links naar rechts gaan de luchtstromen als volgt: (1) De hete lucht wordt vanuit de vuurkamer de heatriser in getrokken. (2) In de heatriser ontstaat er een luchtwerveling waardoor de verbranding efficienter wordt. (3) De hete lucht uit de heatriser wordt achterlangs naar beneden gestuurd en. (4) De hete lucht wordt zo in de thermische batterij geforceerd. In de thermische batterij ontstaat een luchtbel waarbij de warme en koude lucht zichzelf scheiden door het temperatuur verschil. (5) De laagst geplaatste gaten voeren de koude lucht af naar de schoorsteen.

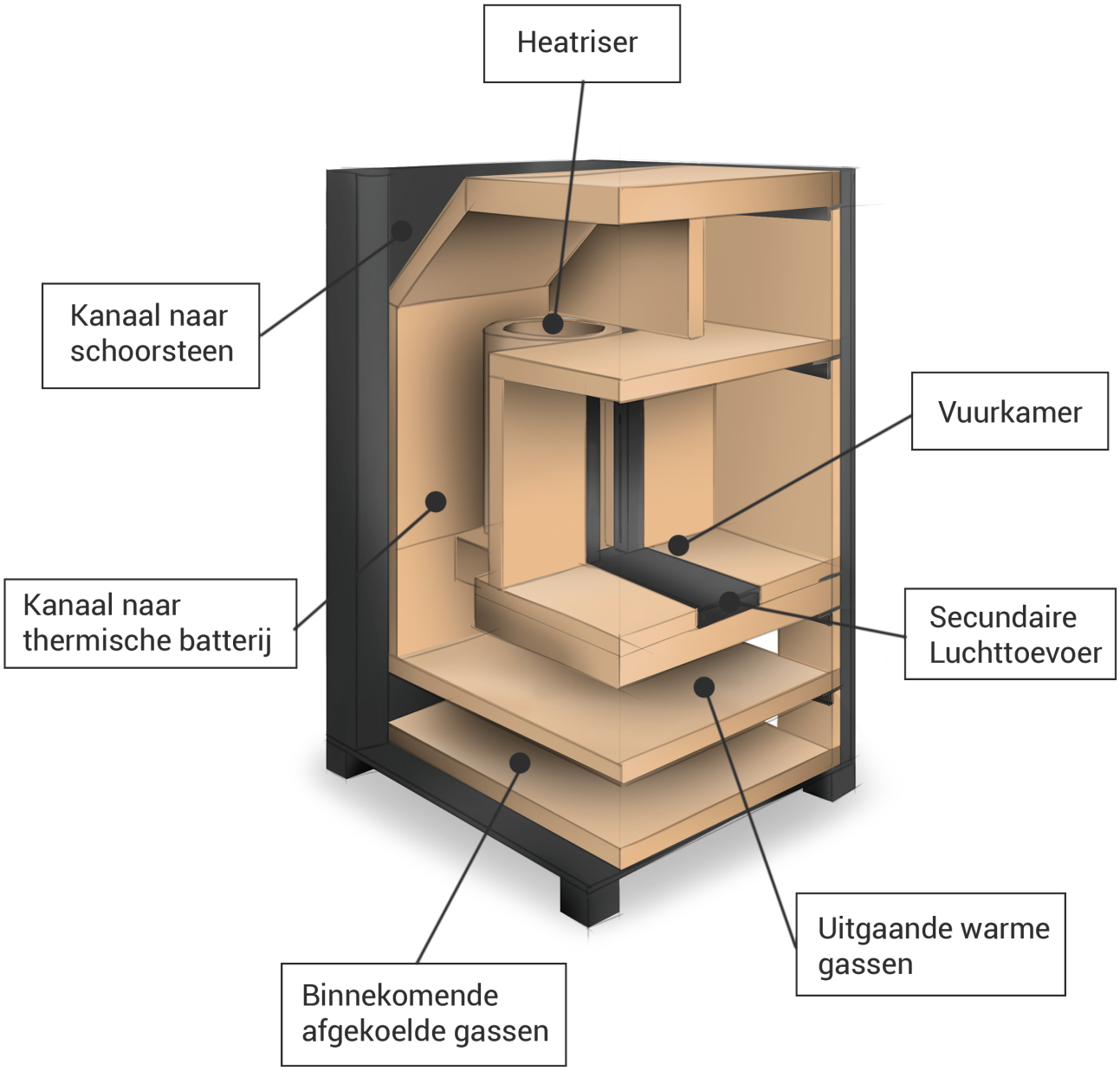


Figuur 28: *Techniek en luchtstromen*

Tijdens het testen aan het prototype verderop in het proces bleken de kanalen nog niet ideaal gevormd te zijn. Dit is dan ook aangepast. Vervolgens zijn er metingen gedaan, waaruit bleek dat de nieuwe configuratie van kanalen daadwerkelijk beter werkte dan de voorgaande configuratie.

Hoe de kanalen eruit zien wordt in de detaillering (hoofdstuk 7) weergegeven. De functies en volgorde blijven echter hetzelfde als bij de eerste configuratie, zoals in figuur 28: (1) aantrekking van vuurkamer tot heatriser, (2) werveling van de warmte in de heatriser, (3) van de heatriser naar de thermische batterij, (4) warme lucht in de thermische batterij en (5) afgekoelde lucht vanuit de thermische batterij naar de schoorsteen.

De benaming van de verschillende onderdelen zijn verduidelijkt in figuur 29.



Figuur 29: *Benaming onderdelen*

6.1.2 Opbouw prototype

In figuur 30 is te zien hoe de opbouw van het prototype verliep. Van de basis (1) tot het eindresultaat (18). Om hier te komen is gebruik gemaakt van 3D modeltekeningen aangeleverd door Vuur en Leem.

Bij nummer 3 is goed te zien dat de banken hol zijn van binnen. Hierdoor ontstaat er een luchtbel in de bank, waardoor de bank geleidelijk verwarmd zal worden. Deze geleidelijke verwarming is een voordeel ten opzichte van kachels waarin luchtkanalen ook toegepast worden in de thermische batterij (in dit geval de bankjes). Nummer 4 laat goed zien hoe de warmte de bank in zal gaan en zal verlaten. De spleet achterin de bovenste plaat laat ruimte vrij voor de luchtstroom omhoog, naar de schoorsteen.

De afbeeldingen 6-10 laat geven een goed beeld hoe de heatriser eruit ziet. Belangrijk hier is de metalen unit die voor de heatriser geplaatst wordt. Dit onderdeel zorgt voor de secundaire luchttoevoer. Deze luchttoevoer gaat onder de vuurkamer langs, en komt vlak voor de heatriser vrij. Door dit te doen ontstaat er een zeer efficiënte naverbranding, wat het rendement en de uitstoot van de kachel ten goede komt.

Bij 11-14 is het proces te zien waarbij de lucht uit de heatriser naar voren geforceerd wordt, waarna het naar beneden loopt, langs de koker van de heatriser. Daarnaast is er een bypass schuif te zien (14). Deze kan open gezet worden om tijdens het opstarten van de kachel meer trek te generen in de vuurkamer, waardoor de kachel makkelijker op zal starten. Naarmate het vuur brandt en er meer hout op is gelegd kan de schuif dicht gezet worden. Met een dichte schuif wordt alle lucht omgeleid door de thermische batterij.

Nummer 15-18 laat het eindresultaat zien, met het kanaal voor de afgekoelde lucht, welke de schoorsteen in gaat.

6.1.3 Eerste iteratie prototype

Temperatuur metingen van de uitgaande luchtstroom en de oppervlaktes van zowel de kachel in het midden als de thermische batterijen (hier in de vorm van bankjes) wezen uit dat de kachel veel meer vermogen heeft dan de thermische batterij aan kon.

Figuur 31: *Eerste iteratie, prototype met aanbouw*

Om de rek van het vermogen te testen is de linker bank vergroot (zie fuguur 31). Om aan de kanalen te kunnen sleutelen is te zien dat er een enkele steen ligt, links van de kachel. Deze is te verwijderen met de hand, om zo meer inzicht te krijgen van wat er gebeurt en er de mogelijkheid is om in te grijpen wanneer er iets veranderd moet worden.

Daarnaast zijn er temperatuur metingen verricht met metalen platen aan de zijkant van de kachel. Aangezien het eindontwerp van metaal gemaakt zal zijn, met daarin een warmte absorberend materiaal (zoals hier de stenen) is het belangrijk om te weten hoe warm het oppervlakte wordt.

Wat duidelijk werd door het verrichten van deze metingen was dat de kachel een luchtbuffer nodig heeft tussen het staal aan de buitenzijde en de materialen aan de binnenzijde. Op deze manier wordt de oppervlakte temperatuur drastisch terug gedrongen en wordt de warmte meer verspreid, wat gunstig is tegen de vervormingen van het staal aan de buitenkant.

Figuur 30: *Collage opbouwdag prototype*

6.1.4 Tweede iteratie prototype

De opbouw

Tijdens het testen van het technische prototype kwam naar voren dat het draaien van de vuurkamer niet uitpakte zoals gewenst. Omdat het hout nu haaks lag ten opzichte van de heatriser blokkeerde deze de trek wanneer de kachel vol geladen werd met hout. Ook was te zien dat er in de uiterste linker- en rechterhoek geen trek was naar de heatriser toe, iets wat wel gewenst is om te hebben.

Huidige vergelijkbare kachels van Vuur en Leem hebben de vuurkamer dan ook parallel staan aan de trek naar de heatriser. Dit is werkend principe, beproefd met vele producten. Om de rocket mass heater nog beter te laten werken wordt ook hier de vuurkamer (terug) gedraaid.

Terugdraaien gaf echter ook een aantal problemen. De luchtkanalen rondom de vuurkamer moeten verlegd en veranderd worden. Om de buiten bematingen van de kachel gelijk te houden moesten alle kanalen aangepast worden. Het resultaat is een nog compacter ontwerp.

Om te verduidelijken hoe de kanalen er in de nieuwe situatie uitzien is ook hier een collage gemaakt van het opbouwen. Zie hiervoor figuur 28.

Om de vuurkamer 90 graden te draaien en de luchtkanalen te verleggen moest heel de kachel afgebroken worden, op de onderste laag na. Bij nummer 1 in figuur 32 is het beginpunt te zien voor de aanpassingen. Op de tweede afbeelding is te zien dat de warme lucht voorlangs de thermische batterij in gaat. Vervolgens gaat de afgekoelde lucht achterlangs, langs de heatriser weer naar boven richting de schoorsteen.

Hoe de verdeling van deze kanalen er nu uit ziet is goed te zien bij nummer 8. De twee voorste gaten zijn voor de warme lucht, de thermische batterij in. De hoger gelegen gaten, naast de heatriser zijn voor de afgekoelde lucht, de thermische batterij uit en vervolgens de schoorsteen in.

Het resultaat

Bij het testen bleek dat het draaien van de vuurkamer hielp voor de luchttoevoer bij het vuur. Al het vuur in de vuurkamer wordt nu goed aangetrokken de heatriser in.

Uitstoot metingen bleken vrij goed te zijn, vergelijkbaar met de voorgaande resultaten. De exit temperatuur in de schoorsteen was echter gestegen. De exacte reden hiervan was niet vindbaar.

Het verleggen van de in- en uitgaande kanalen van en naar de thermische batterij zorgt voor een compacter ontwerp. Omdat de vuurkamer in het eindontwerp deze (terug) gedraaide positie zal hebben, ligt het ook vast dat de luchtkanelen er in grote lijnen uit komen te zien zoals op deze afbeeldingen.

Figuur 32: *Collage tweede iteratie prototype*

6.1.5 Derde iteratie prototype

De opbouw

De hoogte van de heatriser is een bepalende factor voor de werking van een rocket mass heater. Aangezien de heatriser in het huidige ontwerp relatief kort is kan dit nadelige effecten hebben op de werking van de kachel.

Om een langere heatriser te creëren zonder invloed te hebben op de buitenafmetingen wordt er hier geëxperimenteerd met een verlenging onder een hoek van 90 graden.

Door deze verlenging zal de werveling in de heatriser langer duren, wat goed is voor de verbranding. De zuurstof en brandbare gassen mengen dan nog beter.

In figuur 33 is het process te zien. Op de eerste afbeelding is weergegeven hoe de heatriser er voor de tijd uit zag. Hier zit er slechts een plaat op onder 45 graden om de hele lucht naar voren de forceren.

Afbeeldingen 2-4 laten zien hoe het verlengen van de heatriser eruit ziet. Dezelfde afvlakking onder 45 graden is te zien, zodat de stroom in de heatriser vloeiender naar voren kan gaan.

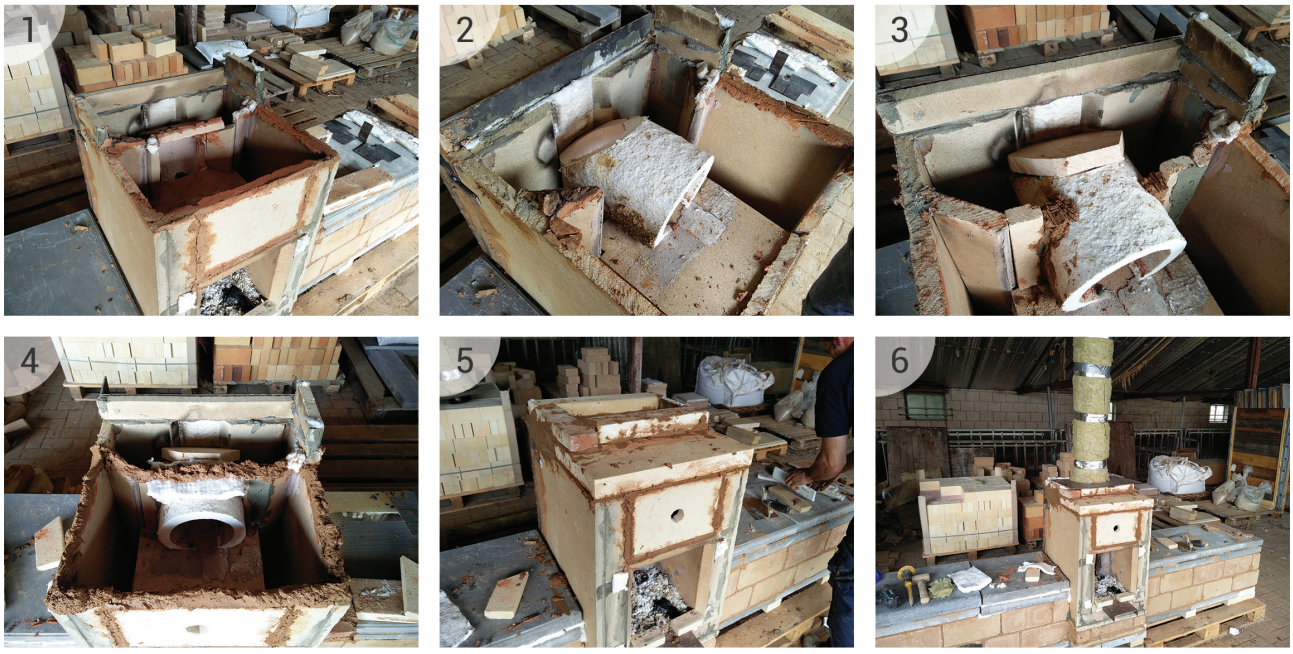
Nummers 5 en 6 laten zien hoe de kachel er na deze iteratie uit zag. Opvallend is het kijkgaatje aan de voorzijde van de kachel. Dit was de beste manier om te weten of het verlengen van de heatriser effect heeft.

Het resultaat

Te zien was dat de vlammen de hoek om gingen en dat de beoogde verlenging van de werveling in de heatriser geslaagd was.

Echter bleek het zo te zijn dat de uitstoot van de kachel nu drastisch verslechterd was. Wat hier de exacte reden voor is moest nog blijken. De kans was aanwezig dat de kachel nu nog meer vermogen heeft en dit niet kwijt kan in de luchtkanalen. Het vergroten van de luchtkanalen kan dus een oplossing zijn voor de slechte verbranding.

Daarnaast is het mogelijk dat heel de huidige configuratie niet correct is en daarom zorgt voor een slechte verbranding. Het verleggen van de kanalen is een optie om de verbranding weer beter te krijgen. Of dit dan met of zonder verlengde heatriser zal zijn, dat moet wederom getest worden.



Figuur 33: *Collage tweede iteratie prototype*

6.1.6 Vierde iteratie prototype

De opbouw

Na overleg met Vuur en Leem is ervoor gekozen om heel de loop van de kanalen te veranderen en te verbeteren. In het laatste prototype gaat het kanaal met de hete gassen langs de vuurkamer de thermische batterij in. De teruglopende afgekoelde gassen gaan vanuit de thermische batterij, langs de heatriser weer omhoog. Dit zorgt mogelijk voor veel werveling door de verschillende temperaturen, waardoor de verbranding verslechtert. Daarom is er nu voor gekozen om de warme gassen langs de heatriser naar beneden te laten lopen en de afgekoelde gassen langs de vuurkamer te laten lopen.

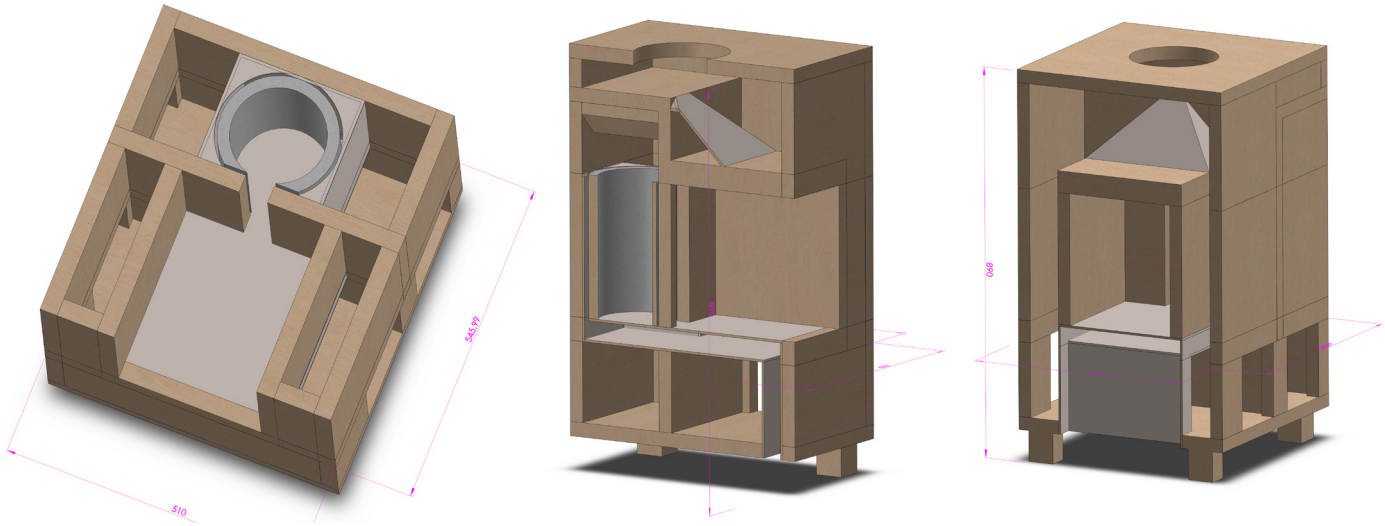
Daarnaast is de toevoer van secundaire lucht nog niet optimaal, wat ervoor kan zorgen dat de gewenste werveling in de heatriser (nog) niet tot stand komt. Het nieuwe idee is een metalen bak om de heatriser. In deze bak zit ruimte voor de lucht, zodat deze er langsheen kan. Hierbij kan er zelfs gekozen worden voor een tertiaire luchttoevoer aan het einde van de heatriser, zie hiervoor ook figuur 34.

Een derde verandering ten opzichte van de voorgaande iteratie is het feit dat de in- en uitstroom kanalen niet meer verticaal onder elkaar geplaatst zijn, maar horizontaal naast elkaar geplaatst zijn. Dit maakt de rocket mass heater minder complex. Ook is het zo dat het principe van de luchtbel in de voorgaande prototypes niet werkte als verwacht. Door een schot in de thermische batterij te plaatsen kan de luchtstroom beter geregeld worden.

Het resultaat

Door een gebrek aan tijd is er voor het einde van dit verslag nog geen werkend technisch prototype met daarin de vierde iteratie verwerkt. Om toch te zien hoe de kanelen lopen en afmetingen te kunnen bepalen is er een CAD model gemaakt waarin alle nieuwe kanalen en onderdelen verwerkt zijn.

Overleg met Vuur en Leem over dit CAD model brachten een aantal issues naar boven, zoals de primaire luchttoevoer, de assemblage en de totale afmetingen.



Figuur 34: *Opbouw vierde iteratie*

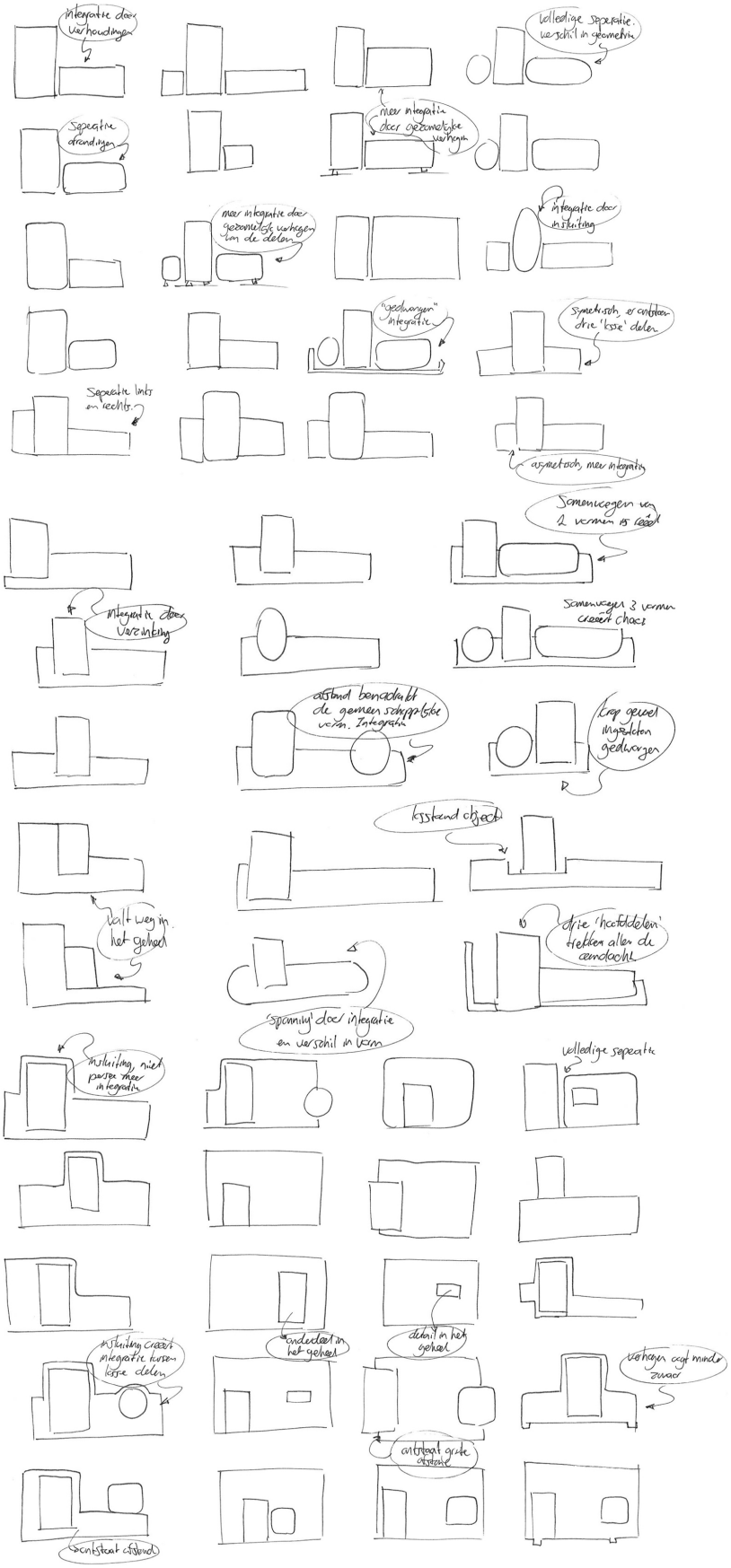
6.2 Schetsen grof niveau

Omdat het ontwerp van de rocket mass heater nog zo onbepaald is moeten er eerst grove schetsen gemaakt worden. Tijdens deze schetsfase wordt er minder rekening gehouden met de realiseerbaarheid van de kachel. Het doel hier is om zo vrij mogelijk te zijn in het schetsen. Door de fijnheid van de schetsen op te bouwen van slechts geometrische vormen naar daadwerkelijke kachels komen de beste ontwerpen naar voren.

6.2.1 Integratie en separatie

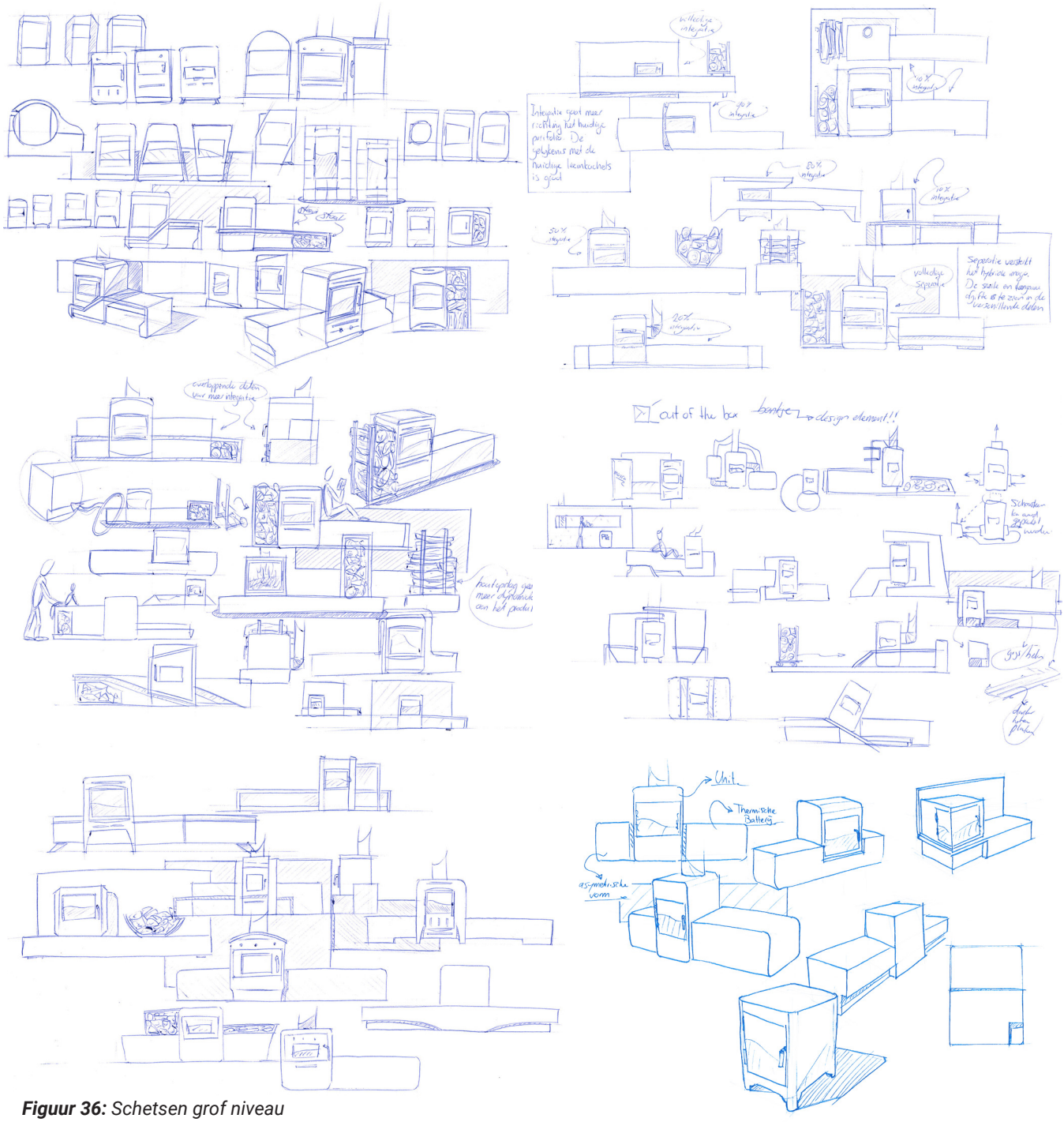
In figuur 35 is een studie te zien om de effecten van de mate van integratie te ondervinden. Hier komt naar voren dat integratie niet altijd het inklemmen van vormen hoeft te zijn. Door te spelen met het integreren van verschillende geometrische vormen wordt hier gevoel gekweekt voor de mate van integratie bij de kachels.

Er kwam voornamelijk naar voren dat de meest geslaagde vormen een vorm van spanning in zich hebben. Een afstand die overbrugd wordt door een gezamenlijke factor, zoals een gezamenlijke vorm, een connectie of een insluiting blijken de meest interessante ontwerpen te zijn.



Figuur 35: *Integratie en separatie*

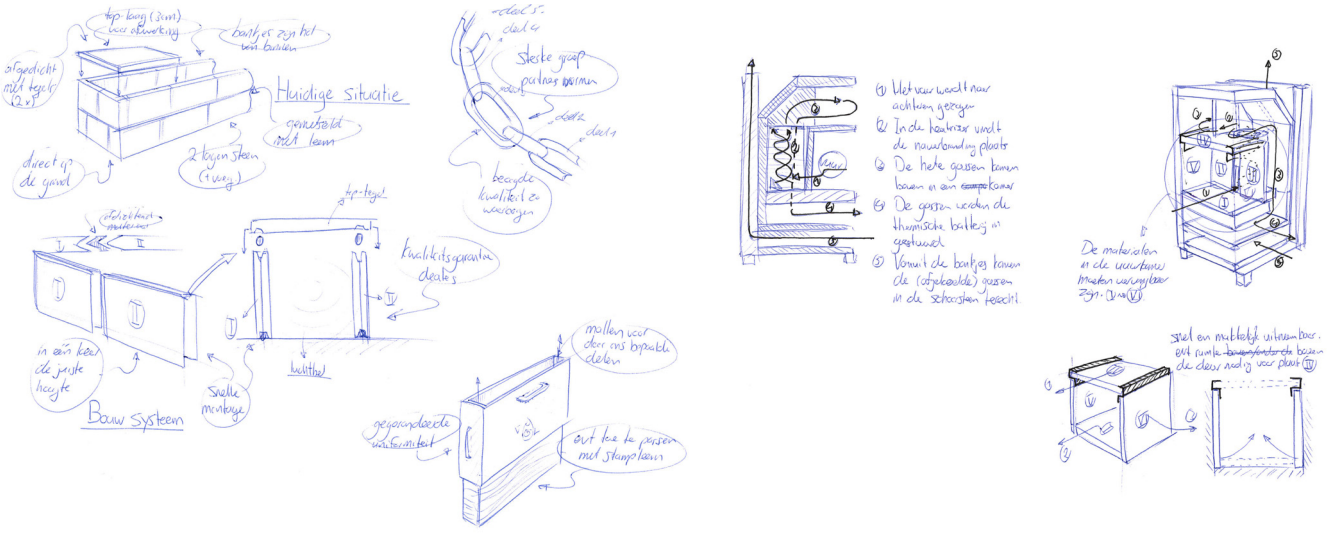
6.2.2 Grove kachel schetsen



Figuur 36: *Schetsen grof niveau*

In figuur 36 zijn de eerste schetsen te zien van daadwerkelijke kachels. Zoekend naar mogelijkheden zijn er veel verschillende type kachels te zien.

Er kwam naar voren dat de rocket mass heater zelf het meest interessant wordt wanneer de integratie van figuur ## in acht wordt genomen en de kachel zelf is opgebouwd uit voornamelijk rechte lijnen. Dit benadrukt het de beoogde minimalistische uitstraling, zoals vermeld bij het vormgevingsbeleid.
Door te spelen met de thermische batterij en andere items, zoals een houtopslag is het mogelijk een samengevoegd, spannend ontwerp te maken waarin alle aspecten van het vormgevingsbeleid naar voren komen.



Figuur 37: *Assemblage en techniek*

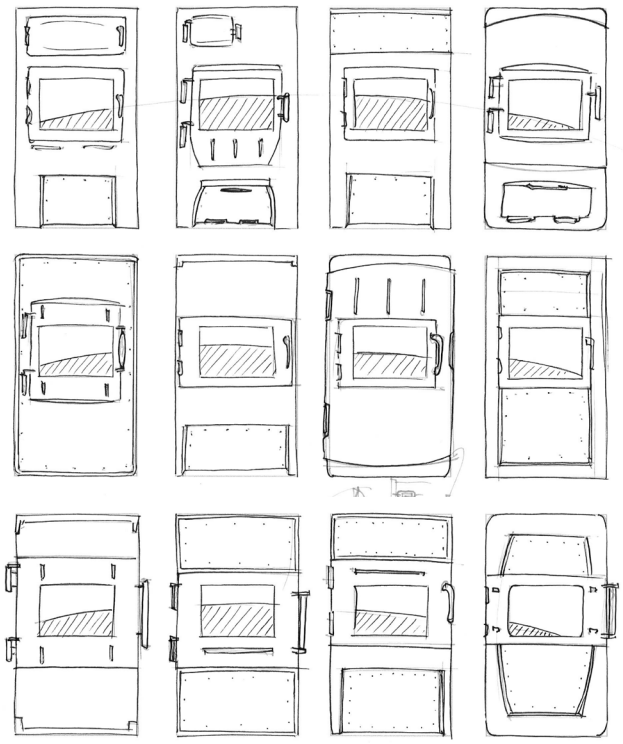
Om naast het design van de kachel ook in een vroeg stadium rekening te houden met de techniek zijn er schetsen gemaakt voor assemblage en opbouw van de kachel. Deze zijn te zien in figuur 37

Er zijn verschillende mogelijkheden om de thermische batterij op te bouwen uit een soort lego blokken. Hierdoor krijgen klanten de mogelijkheid om zelf de thermische batterij in te bouwen. De blokken zullen gemaakt kunnen worden door Vuur en Leem, om zo haar stempel op de rocket mass heater te kunnen drukken.

Omdat de mogelijkheid hiervan erg afhangt van het uiteindelijke ontwerp van de rocket mass heater wordt er in de detaillering verder ingegaan op de exacte assemblage en bouw van de rocket mass heater.

6.3 Schetsen medium niveau

6.3.1 Voorzijde en assemblage



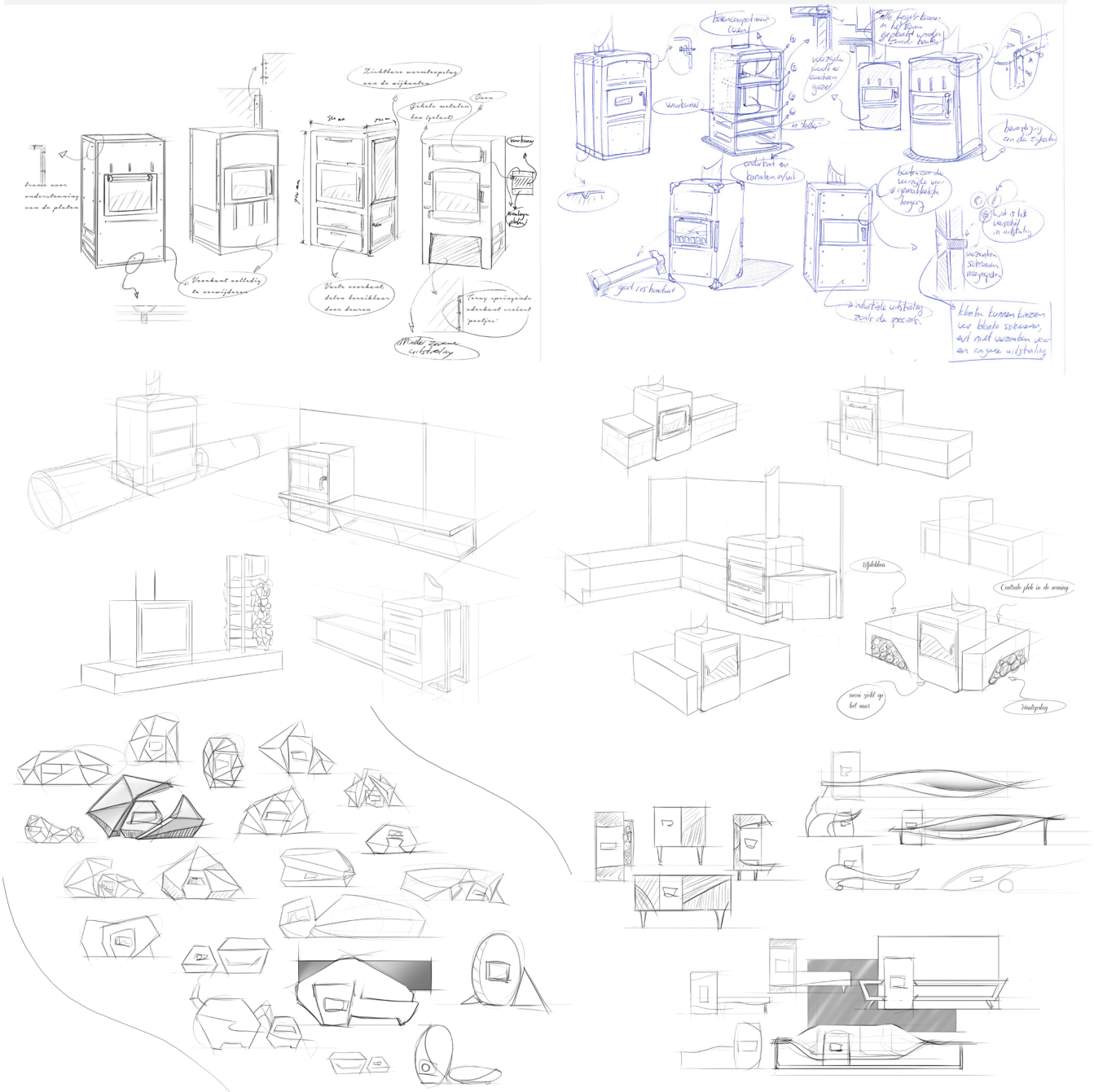
Figuur 38: *Voorzijde en assemblage*

Het is mogelijk om de kachel en de thermische batterij los van elkaar te zien. Om tot een interessant ontwerp te komen wordt er in figuur 38 dan ook stil gestaan bij de zichtbare zijde van de kachel.

Omdat de onderdelen in de kachel vervangbaar moeten zijn, is het nodig dat de kachel te openen is. In overleg met Vuur en Leem is ervoor gekozen dat de assemblage en het vervangen van onderdelen door de voorzijde van de kachel zal gebeuren. Het was keuze tussen de voor- en bovenzijde. De zijkanten zijn aangesloten op de thermische batterij en de achterzijde staat tegen de muur.

In figuur 38 is dan ook te zien hoe de kachel open te maken moet zijn. Door een kleine verdieping aan te brengen is het mogelijk een uitstraling te creëren van pootjes, wat de kachel lichter doet ogen.

6.3.2 Onderscheid in stijl



Figuur 39: *Onderscheid in stijl*

Om de vele verschillende richtingen tastbaarder te maken zijn er schetsen gemaakt in verschillende idee-richtingen. Deze zijn te categoriseren als: nostalgisch, industrieel, modern, elegant en out of the box.

Door dit onderscheid te maken in stijlen kan er tijdens het fijn niveau schetsen de stijl doorgezet worden tot in het kleinste detail.

In figuur 39 zijn de vormen grotendeels vindbaar. Van boven naar beneden gaat het van industrieel, nostalgisch, modern, out of the box en elegant.

Bij het schetsen op fijn niveau (hoofdstuk 6.4) worden de vormen verder uitgewerkt en gedetailleerd.

6.4 Schetsen fijn niveau

6.4.1 Materialen en verhoudingen

Figuur 40: *Materialisatie rocket mass heater*

De tekeningen in figuur 40 en 41 zijn gemaakt om de invloeden van materialisering te ondervinden. In overleg met Vuur en Leem is besloten dat de kachel in principe een donker grijze, bijna zwarte kleur zal krijgen. Dit omdat dit het gebruiksgemak van de kachel ten goede zal komen, in verband met roet en dergelijke.

Ook is te zien dat de verhoudingen van de rocket mass heaters niet optimaal zijn. Om de verhoudingen goed te krijgen en de effecten van verhoudingen te testen zijn er een aantal schuimmodellen gemaakt. De schuimmodellen zijn in het volgende hoofdstuk weergegeven.

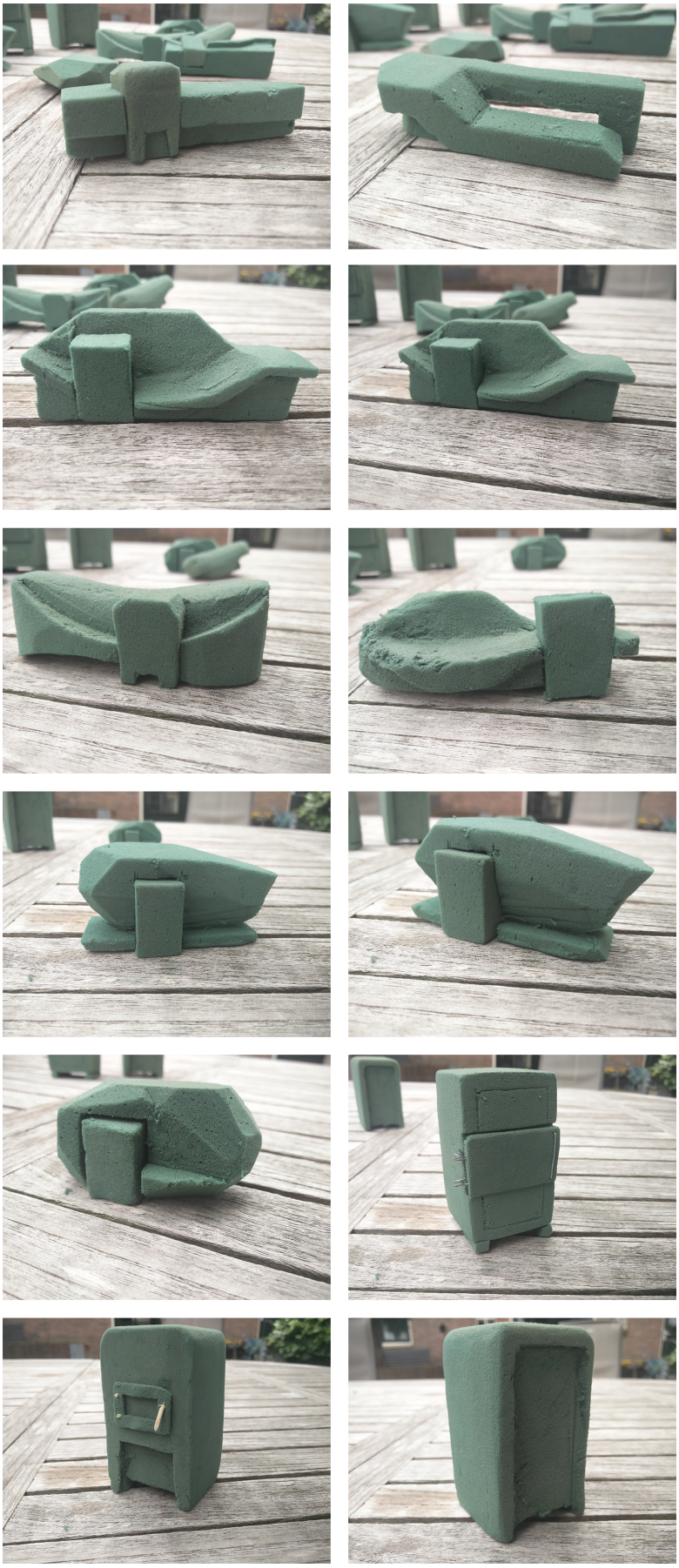
Figuur 41: *Materialisatie kachel*

6.4.2 Schuimmodellen

Door te werken in schuimmodellen is het mogelijk om de rocket mass heater van alle kanten te bekijken. Ook is het makkelijker om snel aan te passen, te combineren en te vergelijken. Zie figuur 42 voor het eerste deel van de schuimmodellen. Het tweede deel is te zien in figuur 43.

Tijdens het modelleren is er onderscheid tussen elegante, nostalgische, moderne, industriele en out of the box modellen. Het out of the box houdt voornamelijk in dat de modellen van een organische vorm naar een geometrische vorm getrokken worden. Hierdoor ontstaan er vlakken en krijgt het product een spannende en ook moderne uitstraling.

In de elegante modellen zijn veel afrondingen te zien en doorlopende vlakken. Door sommige modellen te baseren op eerdere schetsen wordt de vertaalslag van papier naar product vergemakkelijkt.



Figuur 42: *Modellen eerste deel*

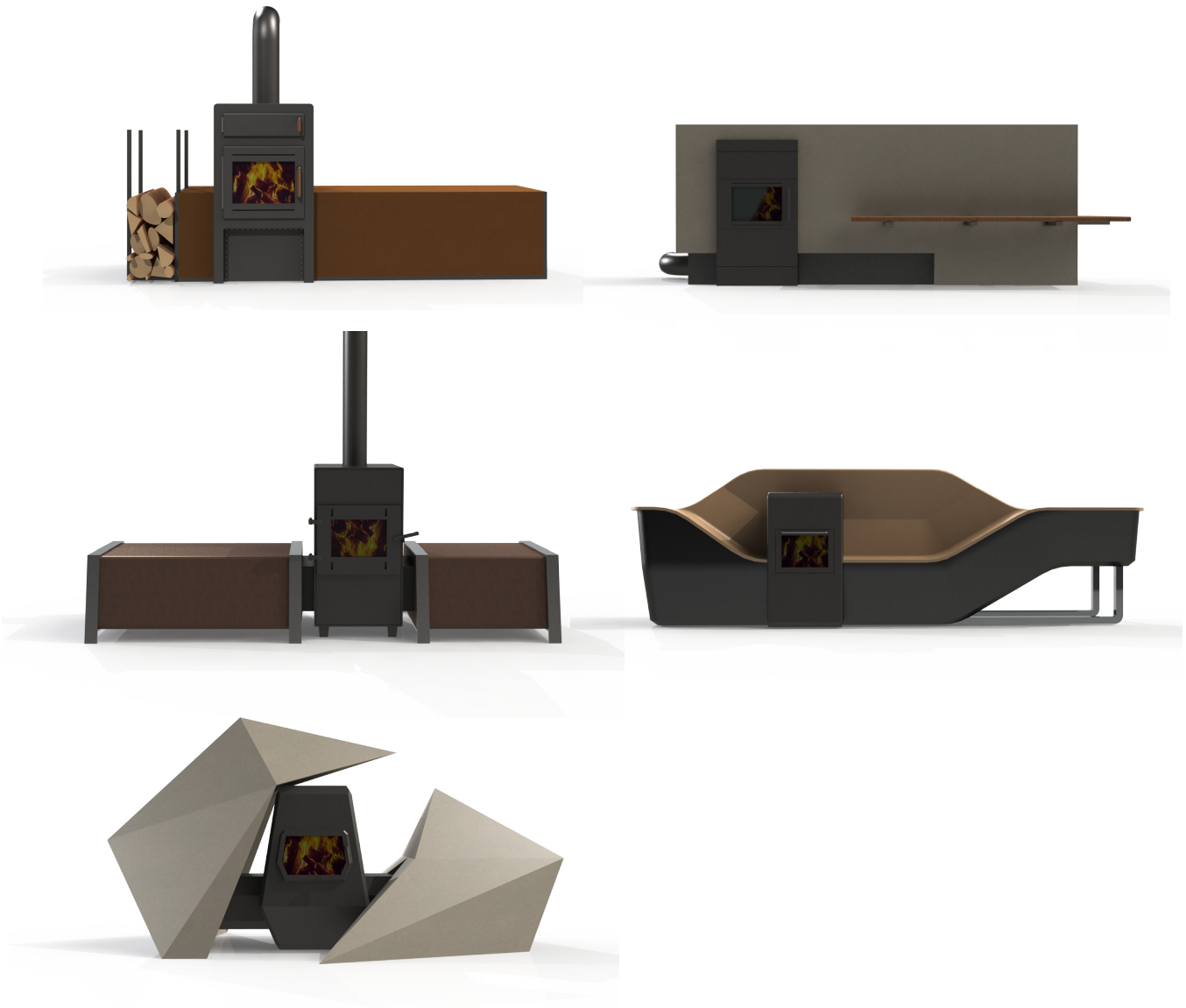
Figuur 43: *Modellen tweede deel*

6.5 Conceptontwikkeling

Eerder dit verslag zijn de vijf verschillende stijl richtingen al naar voren gekomen. Deze vijf richtingen vormen dan ook de richtlijnen voor de concepten.

Om de concepten goed aan te laten sluiten bij de richtingen zijn er collages gemaakt waarin de richtingen gevisualiseerd zijn. Daarnaast zijn de concepten CAD gemodelleerd, omdat de exacte verhoudingen erg bepalend zijn bij zowel de esthetiek als het gebruiksgemak.

Door afbeeldingen (zogeheten renders) te maken vanuit de gemodelleerde CAD modellen zijn de concepten gevisualiseerd. Op de komende bladzijden zijn de vijf concepten te vinden, met uitleg en onderbouwing.



Figuur 44: *De vijf conceptrichtingen*

6.5.1 Concept nostalgie

Figuur 45: *Concept collage nostalgie*

De collage

De concept collage, weergegeven in figuur 45, laat zien dat concept nostalgie een warme, rustige uitstraling zal moeten krijgen. Daarnaast is het toepassen van pootjes onder de kachel -waardoor deze verhoogd wordt- gebruikelijk.

Door een houtopslag te plaatsen bij de kachel krijgt het een levendige sfeer. Het maakt de kachel een gebruiksvoorwerp, in plaats van een design meubel.

In het concept nostalgie zijn deze aspecten dan ook mee genomen. Zo sluit het concept goed aan bij de stijl zoals weergegeven in figuur 46.

Figuur 46: *Concept nostalgie*

Het concept

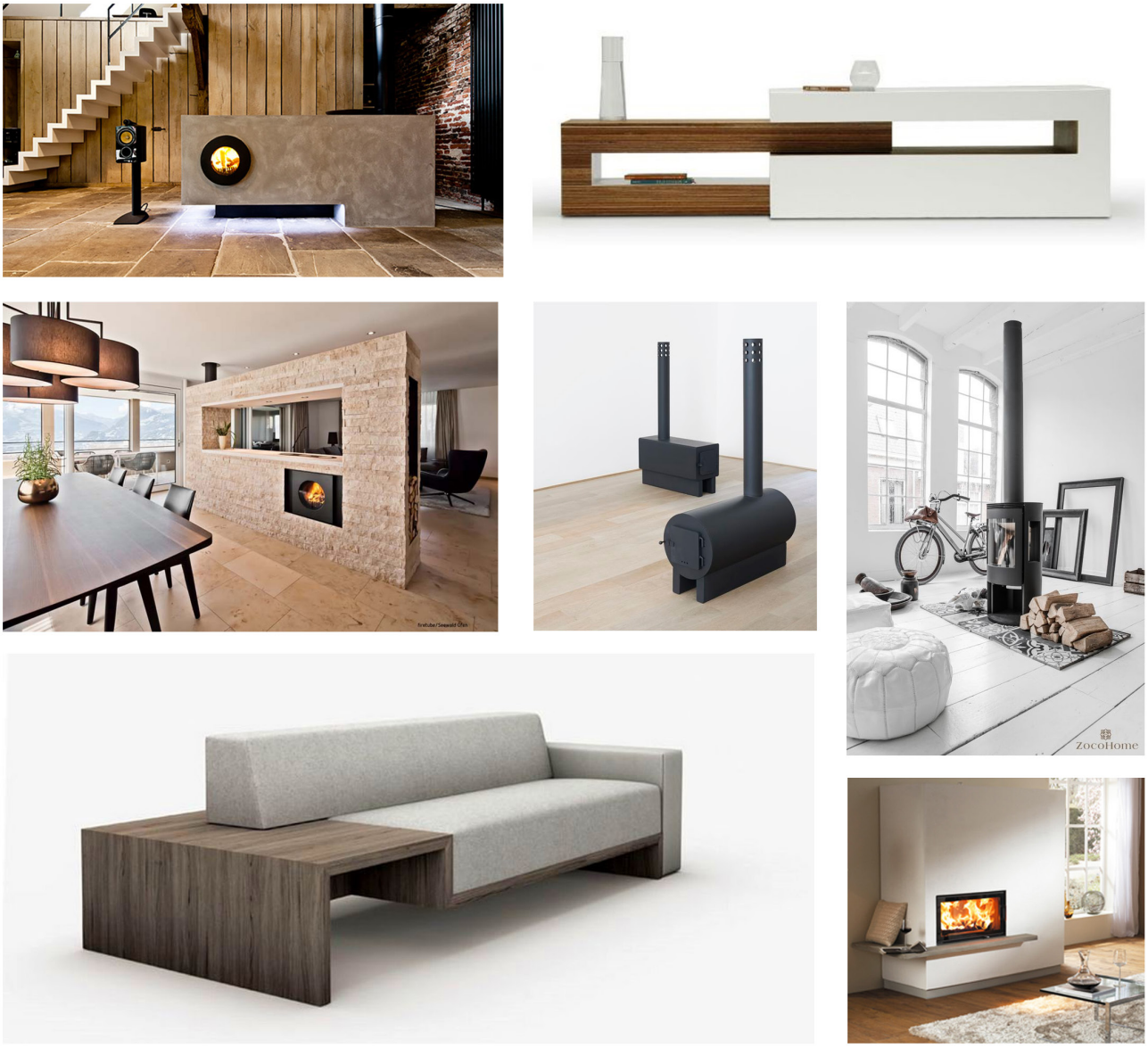
Concept nostalgie, te zien in figuur ##, heeft veel raakvlak met de gangbare kachels op de markt. Door het terugspringende vlak onderin de kachel worden er pootjes nagebootst.

Door de houtopslag en de thermische batterij simpel vorm te geven heeft het resultaat een rustige uitstraling.

De houtopslag maakt het concept een echt gebruiksvoorwerp. Door het hout terug te laten komen in de handvaten is het concept helemaal af.

Achter het bovenste deurtje kan een hete lucht oven geplaatst worden, indien klanten hier behoefte aanhebben. Daarnaast dient de deur als assemblage mogelijkheid, net als de deur van de vuurkamer, zowel als het vlak onderaan de kachel, welke losgeschroefd kan worden.

6.5.2 Concept modern



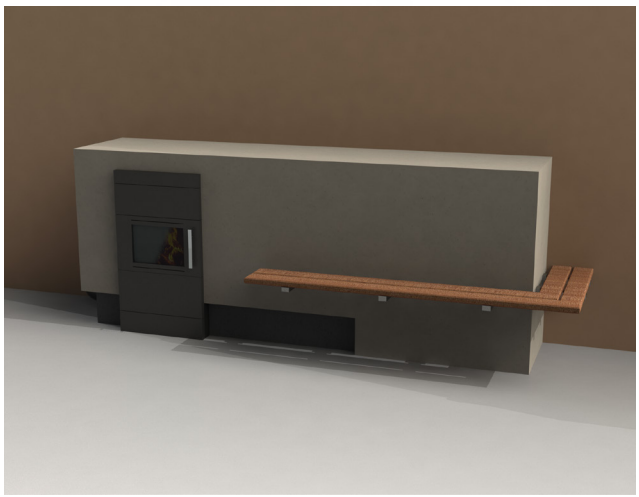
Figuur 47: *Concept collage modern*

De collage

De concept collage is weergegeven in figuur 47. Te zien is dat er gebruikt gemaakt wordt van lichte kleuren, strakke lijnen en harde vlakovergangen.

Door gebruik te maken van natuurlijke materialen krijgen de producten toch een warmere uitstraling.

De collage laat zien dat het beoogde concept zal bestaan uit rechthoekige basisvormen, gebruik makend van natuurlijke materialen.



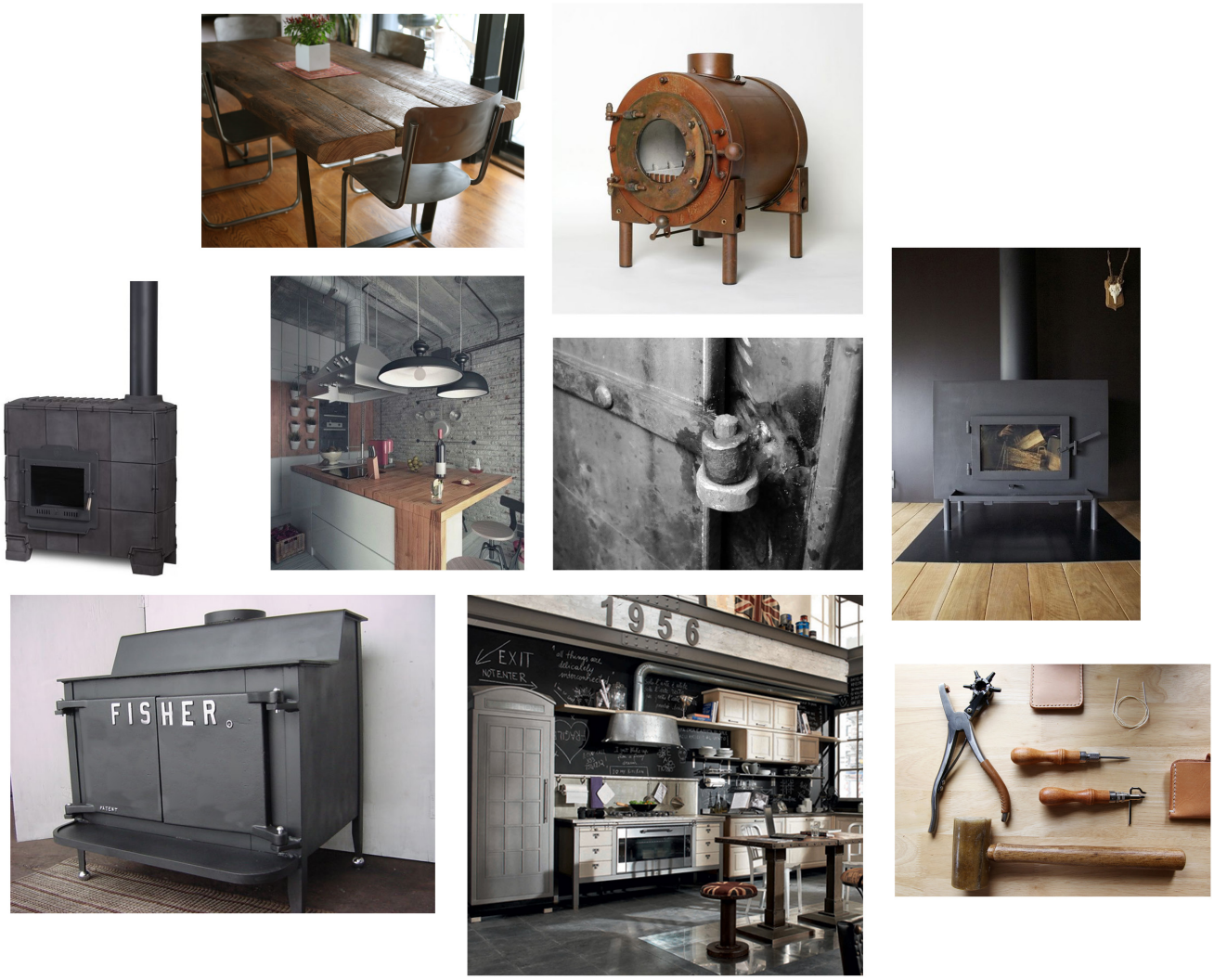
Figuur 48: *Concept modern*

Het concept

Concept modern is samen met concept elegant een geïntegreerde rocket mass heater. Door de voorzijde licht uit te laten steken wordt benadrukt dat het hier niet gaat om een leemkachel, maar om een hybride model.

De houten bank aan de zijkant voorziet zijn gebruikers van een warme rug. Door gebruik te maken van licht gekleurd beton en ruw hout komt het eindrestultaat overeen met het Scandinavisch design, zoals behandeld bij het vormgevingsbeleid. Minimalisme, ruwe materialen en functievervulling spelen een grote rol bij concept modern.

6.5.3 Concept Industrieel



Figuur 49: *Concept collage industrieel*

De collage

De collage in figuur 49 laat zien dat industriele vormgeving gebruik maakt van ruwe materialen en grote gebaren. De functie van ieder onderdeel mag duidelijk zijn en wordt dan ook groots weergegeven in zijn vormtaal.

Neem bijvoorbeeld de scharnieren, deze zijn niet weggewerkt in de body van het product. De scharnieren zijn groots ontworpen en zijn aan het product toegevoegd, waardoor ze niet geïntegreerd ogen.

Al met al krijgt het product een no-nonsense uitstraling.

Figuur 50: *Concept industrieel*

Het concept

De grote gebaren zoals vermeld bij de concept collage komen terug in concept industrieel (zie figuur 50).

Door gebruik te maken van metalen poten, grote scharnieren en de afstand tussen de kachel en de thermische batterij krijgt de rocket mass heater grove uitstraling.

Heel de voorzijde is te verwijderen door middel van de schroeven rondom. Deze schroeven kunnen verzonken zijn en meegespoten worden, zodat deze minder opvallen. Ook kan er gekozen worden voor niet meegespoten en/ of niet verzonken schroeven, om de industriële, maakbare uitstraling te versterken. Dit kan een keuze van de klant zijn.

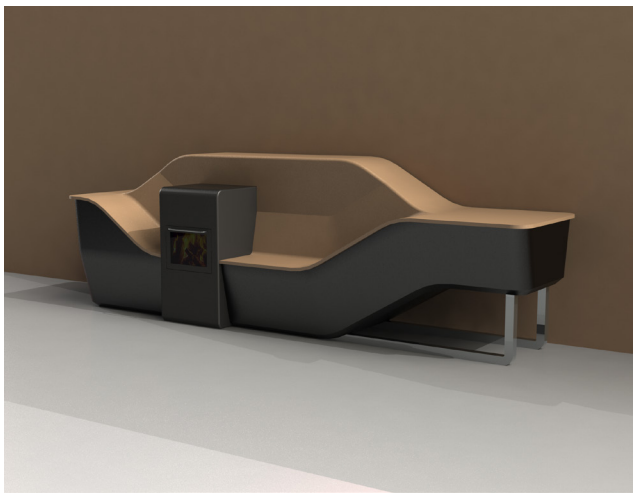
6.5.4 Concept elegant

Figuur 51: *Concept collage nostalgie*

De collage

Elegantie wordt vaak geassocieerd met organische vormen. Dit hoeft echter niet compleet waar te zijn. Hoge, statige producten kunnen ook een elegante uitstraling hebben, zoals te zien is in figuur 51.

Het combineren van vloeiende lijnen en harde vlakovergangen geeft een spannend resultaat. Neem bijvoorbeeld de bank in het midden van de collage. Hier wordt de grens opgezocht door een combinatie van een frame met een harde uitstraling en een vloeiend vormgegeven bank die op het frame geplaatst is.

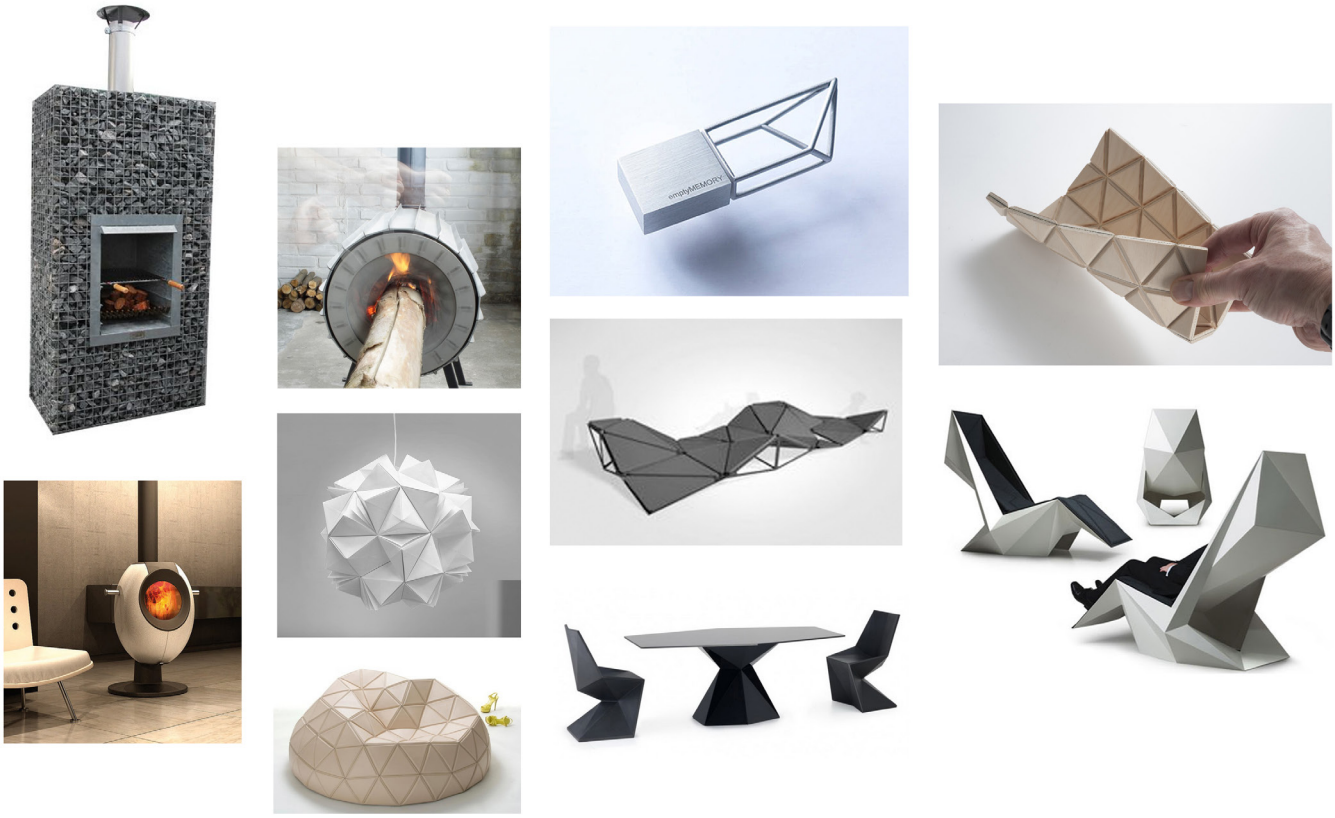


Figuur 52: *Concept nostalgie*

Het concept

De vloeiende lijnen zijn vertaald in het concept afgebeeld in figuur 52. De thermische batterij en kachel hebben vloeiende lijnen. Door de combinatie met de harde vlakovergangen aan de rand van het product en de poten onder de verhoging ontstaat het beoogde resultaat.

6.5.5 Concept out of the box

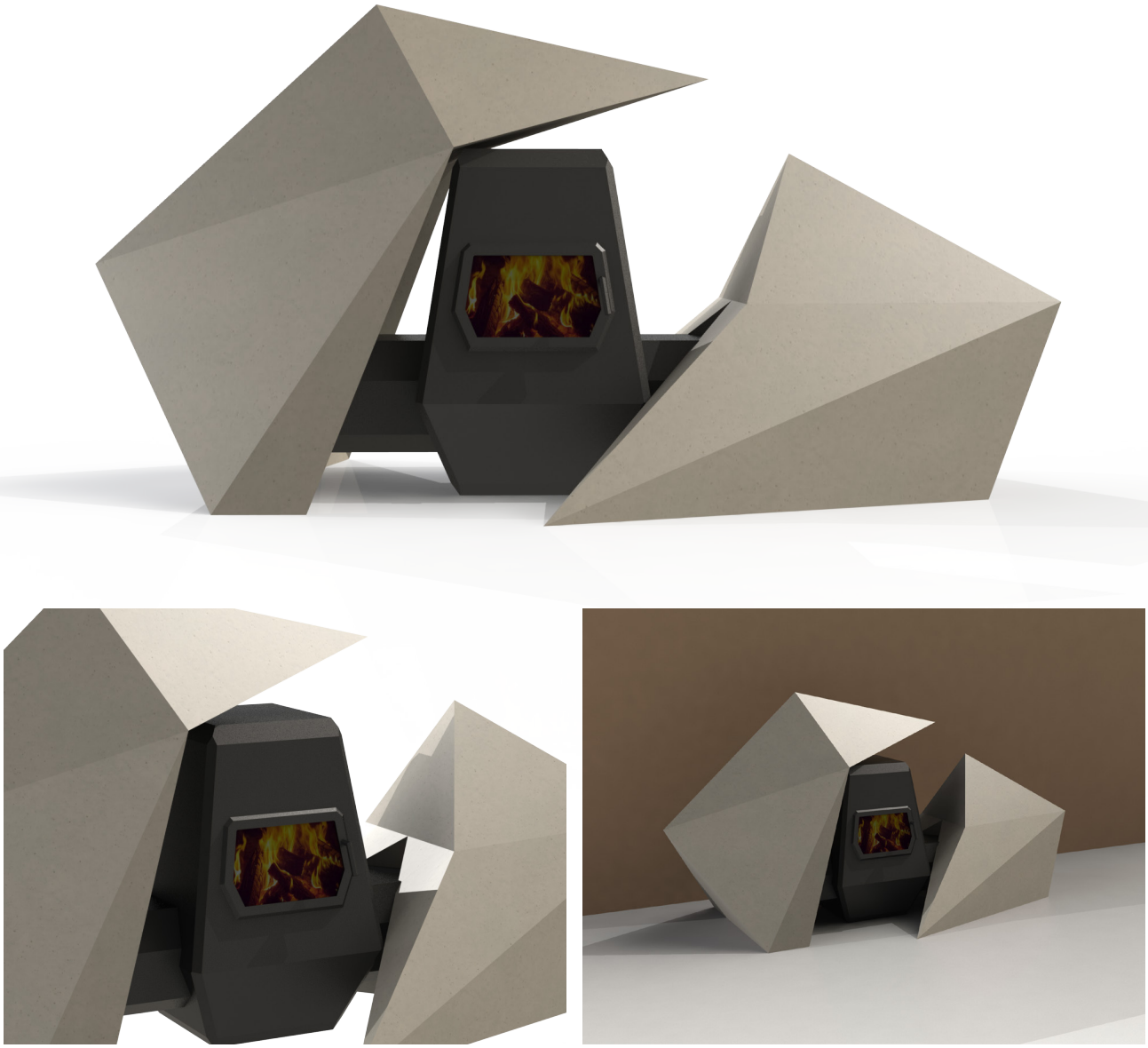


Figuur 53: *Concept collage out of the box*

De collage

Door organische (ronde) vormen te vertalen naar geometrische vormen ontstaat er een spannend product.

De producten weergegeven in figuur 53 geven een impressie van de beoogde uitstraling.



Figuur 54: *Concept out of the box*

Het concept

Bij het concept out of the box wordt er iets neergezet wat anders is dan alle andere kachels. De twee delen van de thermische batterij omhulsen de kachel ertussen. Door de thermische batterijen via een kanaal te voorzien van warmte ontstaat er naast de omhulsing ook een vorm van afstand. Het totaalbeeld geeft een spannend ontwerp, wat nog niet eerder vertoond is.

De geometrische vormen maken het geheel modern. Door de grote thermische batterijen zal de kachel uren aan accumulerende warmte af moeten geven.

Er zijn nog geen zitplekken gecreëerd in dit concept, al zal dit zeker mogelijk zijn. In een verder stadium kan dezelfde stijl doorgezet worden om verwarmde zitplekken te maken in deze rocket mass heater.

7 Detaillering

Om een compleet product neer te zetten zal één van de concepten uitgewerkt worden tot een eindconcept. Voordat er gedetailleerd kan worden zal er eerst een concept gekozen moeten worden. Zie hiervoor de conceptkeuze (hoofdstuk 7.1).

Wanneer er een concept gekozen is wordt deze uitgewerkt door te kijken naar de techniek, de productie, de assemblage, het materiaalgedrag bij blootstelling aan warmte en het algehele ontwerp.

7.1 Conceptkeuze

Om tot een juiste keuze te komen zijn meerdere afwegingen nodig. Ten eerste is het belangrijk om te toetsen aan de hand van een aantal eisen. Aan de hand van de eisen, het gewicht en de geschatte score krijgt elk concept een eindscore. Het concept met de hoogste score zal in potentie het beste voldoen aan de gestelde eisen.

Daarnaast is het belangrijk op basis van een onderbuik gevoel te kiezen voor een concept. Door niet alleen zelf een keuze te maken, maar ook de mensen binnen Vuur en Leem te laten kiezen is er een onderbouwde conceptkeuze

Zwaarte		Criteria	Sub-criteria	Nostalgie		Modern		Industrieel		Elegant		Out of box	
5		Gebruiksgemak											
5	5		Zitcomfort	3	75	4	100	4	100	5	125	1	25
5	4		Schoonmaak gemak	5	100	3	60	5	100	1	20	2	40
5	3		Hout toevoer	5	75	3	45	4	60	2	30	2	30
5	2		Reparatie mogelijkheden	4	40	2	20	5	50	2	20	4	40
5	1		Vuurgenot	5	25	3	15	5	25	3	15	5	25
4		Prestatie			0		0		0		0		0
4	5		Accumulerende afgifte	1	20	4	80	1	20	5	100	5	100
4	4		Oppervlakte temperatuur	2	32	4	64	3	48	4	64	5	80
4	3		Kwalitatief hoge uitstraling	2	24	5	60	4	48	5	60	5	60
3		Kosten			0		0		0		0		0
3	5		Productiekosten	5	75	4	60	4	60	1	15	1	15
3	4		Assemblage op locatie	3	36	2	24	5	60	1	12	1	12
3	3		Materiaal kosten	5	45	4	36	3	27	1	9	1	9
2		Aansluiting tot doelgroep			0		0		0		0		0
2	5		Evelien en Rob	4	40	3	30	4	40	2	20	3	30
2	5		Arjen	4	40	3	30	5	50	2	20	4	40
2	5		Familie van Riet	3	30	5	50	2	20	4	40	3	30
2	5		Marjan	5	50	1	10	1	10	4	40	1	10
Totaal score				**707**		**684**		**718**		**590**		**546**	

Tabel 4: *Conceptkeuze*

5=	Zeer goed
4=	Goed
3=	Neutraal
2=	slecht
1=	Zeer slecht

7.1.1 Afweging op score

In tabel 4 is te zien dat concept industrieel het hoogste scoort, op de voet gevolgd door concept nostalgie. Concept modern zit in het midden en concept elegant en out of the box scoren vrij laag.

Belangrijk is dat concept industrieel niet alleen de hoogste score heeft, maar ook bijna nergens zeer slecht scoort. Dit betekent dat het een overall goed en degelijk concept is.

7.1.2 Afweging per persoon

Tabel ## is voorgelegd aan Vuur en Leem. Naast een persoonlijke voorkeur voor concept industrieel bleek dat ook Vuur en Leem een voorkeur had voor concept industrieel. De duidelijke stijl en interessante details gaven mede de doorslag voor Vuur en Leem om te kiezen voor concept industrieel. Zie figuur 55 voor de conceptkeuze.

Figuur 55: *Conceptkeuze industrieel*

7.2 Richting van detaillering

Gedurende de opdracht was de ontwerp aanpak voornamelijk met een technische focus. In de detaillering fase zal de techniek en de realiseerbaarheid dan ook de overhand hebben.

Aan het eind van de detaillering zal er een uitgewerkt concept moeten zijn waarbij alle onderdelen, de maten, de volgorde van assemblage en de materialisering bekend is. Om de volgorde van assemblage te ondervinden is er een schuim model op ware schaal gemaakt. De exacte maten en materialen zijn vervolgens met behulp van een CAD model gemaakt.

Omdat de rocket mass heater een nieuw, innovatief product is wordt er ook gekeken naar de bescherming van het intellectueel eigendom.

De onderdelen van de detaillering die niet de overhand hebben in dit verslag zullen in de evaluatie benoemd worden, zodat er in een later stadium rekening mee gehouden kan worden en Vuur en Leem weet welke onderdelen een verdere uitwerking nodig hebben.

De richting van detaillering nogmaals samengevat:

- Volgorde van assemblage
- Maten van de rocket mass heater en de losse onderdelen
- Materialen in de rocket mass heater
- Strategie omtrent intellectueel eigendom

7.3 assemblage schuim model

Om op een effectieve manier te ondervinden hoe de assemblage van de rocket mass heater uiteindeiljk in zijn werk zal gaan is er een 1:1 schuim model gemaakt, te zien in figuur 56. Zoals in het programma van eisen vermeld is moet de rocket mass heater volledig te assembleren zijn vanuit de voorzijde van de kachel. Dit is een bepalende factor voor de vorm van de verschillende onderdelen.

Tijdens de detaillering van de rocket mass heater wordt er uitgegaan van de meest recente versie van de techniek, zoals vermeld bij de vierde iteratie van het technische model (hoofdstuk 6.1.6).

Door gebruik te maken van simpele materialen als karton, papier en polystyreen platen kon er makkelijk een model gemaakt worden. Het maken van dit model heeft verschillende inzichten gegeven.

Ten eerste viel het op dat de luchtkanalen aanzienlijk ruimer ogen dan bij de voorgaande (technische) prototypes. Dit geeft vertrouwen voor een goede verbranding, aangezien de gassen nu makkelijker en sneller hun weg kunnen vinden naar en door de thermische batterij.

Ook viel het op dat de vuurkamer samen met de heatriser en de secundaire luchttoevoer een geheel vormen. Dit geheel is in figuur 56 grijs omlijnd. Door de vuurkamer uit te voeren in een stalen bak, met daarin ruimte voor steen of vermiculiet platen, een geïntegreerde secundaire luchttoevoer en ruimte voor de heatriser kan de assemblage en productie van de kachel versneld en vergemakkelijkt worden. Verder in de detaillering wordt er dan ook gewerkt met een vuurkamer die als één geheel te plaatsen zal zijn.

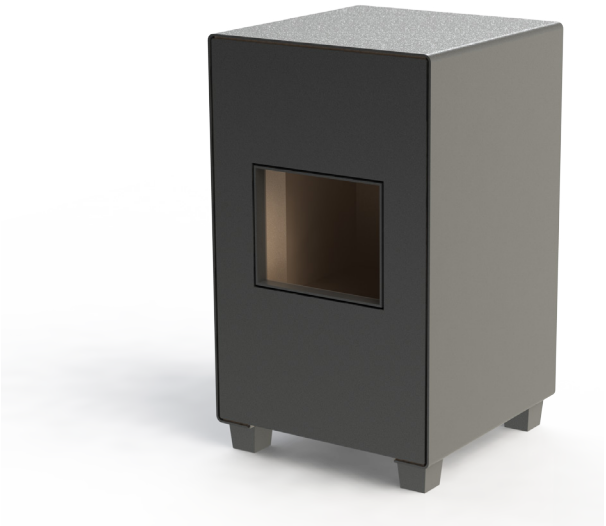
Ten slotte viel het op dat de vuurkamer ondersteuning nodig heeft op verschillende plekken. In figuur ## is te zien dat er ondersteunende pootjes zijn geplaatst. In uiteindelijke ontwerp kunnen de omliggende onderdelen op een dusdanig manier gevormd worden dat deze de vuurkamer ondersteunen en zo een extra functie krijgen.

Figuur 56: *1:1 schuim model assemblage*

7.4 CAD model

7.4.1 CAD eerste versie

In figuur 57 is de eerste versie van het CAD model te zien. Hierbij zijn de maten aangehouden zoals hierboven en bij de vierde iteratie van het technisch prototype. Ook is er rekening gehouden met de oppervlaktetemperatuur door een luchtbuffer toe te passen aan de zijkanten en de achterkant. Gekozen is om het plaatstaal in het model een stevige 5 millimeter te maken. De stenen of vermiculiet platen zijn 30 millimeter dik. De diktes van de materialen, de luchtbuffer en de breedte van de kalen zorgen ervoor dat de kachel flink uit verhouding geraakt is.



Figuur 57: *Eerste versie CAD model aanzicht*

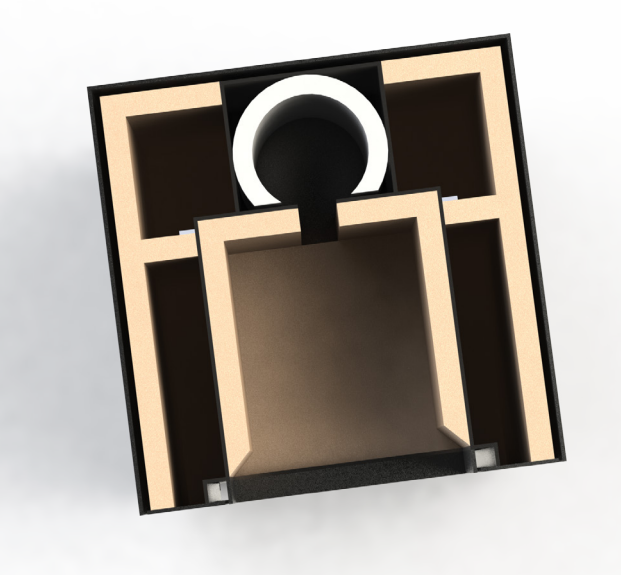
Om de verhouding van de rocket mass heater weer meer richting het oorspronkelijke concept te trekken is er een overleg geweest met Vuur en Leem. Hierbij is besloten dat de luchtbuffers aan de zijkanten en achterkant niet nodig zijn. Door gebruik te maken van goed isolerende materialen zal de oppervlakte temperatuur acceptabel moeten blijven. Of dit ook zo is zal moeten uitwijzen uit tests met een werkend prototype.

De primaire en secundaire luchttoevoer gaat onderlangs. Tussen de voorste poten wordt de lucht aangezogen, waarna het naar achteren kan en langs de heatriser kan opstijgen voor de secundaire en tertiaire luchttoevoer (zie figuur 58 en 59). De primaire luchttoevoer wordt voorzien door de spleet rondom de ingang van de vuurkamer. Door deze spleet naar achteren te plaatsen kan er in de diepte van de kachel centimers gewonnen worden. In de uiteindelijke versie zal hier rekening mee worden gehouden.

Dan is er nog de heatriser en het metaal tussen de heatriser en de vuurkamer. Dit is overbodig metaal en kan dus weg. Hier kunnen millimeters gewonnen worden in de diepte, maar ook onnodig materiaal gebruik en complicaties kunnen zo voorkomen worden.

Ten slotte is de vuurkamer aan de voorzijde nog niet ondersteund. Het frame wat de luchttoevoer voorziet kan aangepast worden zodat deze de vuurkamer aan de voorzijde kan ondersteunen.

Figuur 58: *Eerste versie CAD model luchttoevoer*



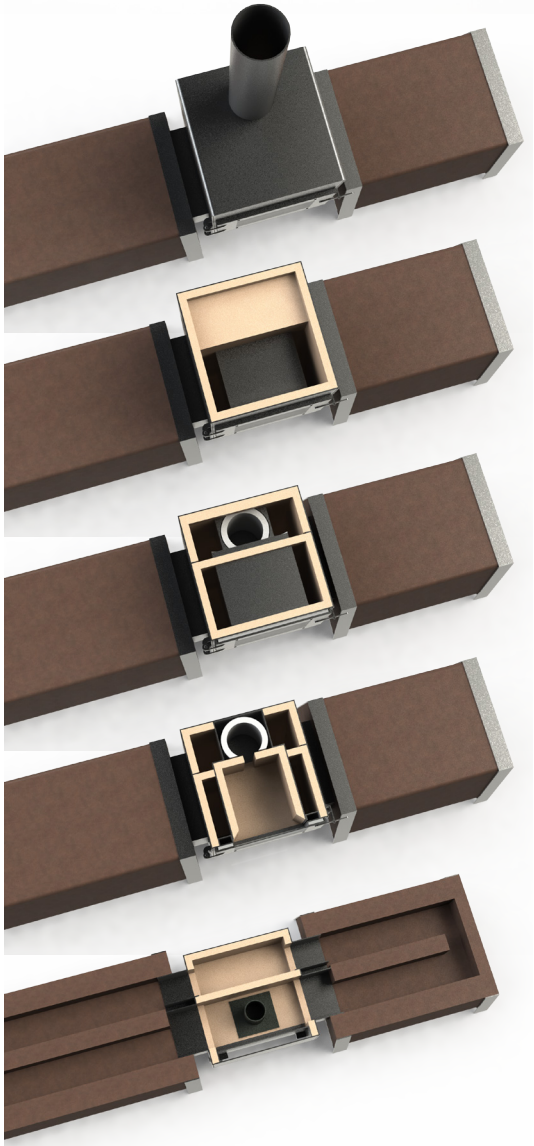
Figuur 59: *Eerste versie CAD model doorsnede*

7.4.2 CAD eindontwerp

Een nieuw CAD model is gemaakt waarbij er rekening wordt gehouden met de lessen geleerd uit het voorgaande CAD model. De verhoudingen komen veel beter uit en staan dan ook vast voor nu. De maten van de belangrijkste onderdelen zijn te vinden in bijlage D.

Figuur 60 laat het eindontwerp zien met daarin de techniek verwerkt. Daarnaast is de thermische batterij toegevoegd aan de rocket mass heater om een totaalbeeld te geven. De thermische batterij is vormgegeven zoals in het gekozen industriële concept. In de realiteit hebben klanten de mogelijkheid de thermische batterij naar smaak vorm te geven. Het is eventueel ook mogelijk om een dergelijke thermische batterij op de markt te brengen door de frames te fabriceren met een bodemplaat, zodat de industriële uitstraling kan worden doorgezet.

Figuur 60: *Eindontwerp CAD model*

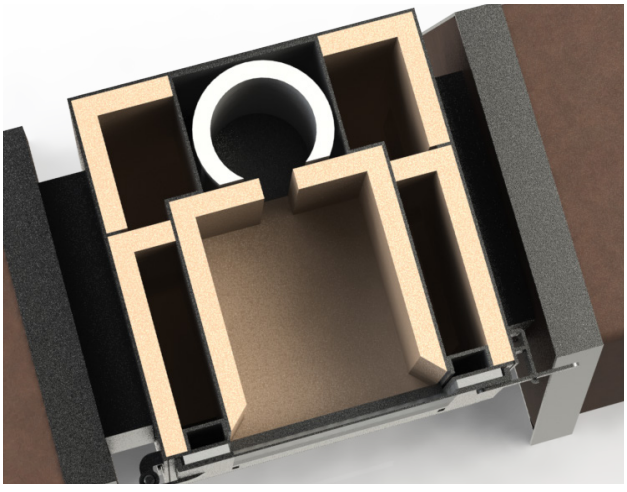


Figuur 61: *Eindontwerp horizontale doorsneden*

Horizontale doorsneden

Een horizontale doorsnede (figuur 61 en 62) laat het verschil met het voorgaande CAD model zien bij de heatriser, de afmetingen en de primaire luchttoevoer. De kanalen links er recht naast de heatriser forceren de hete lucht de thermische baterij in. De kanalen links en recht naast de vuurkamer geleiden de afgekoelde gassen naar de schoorsteen. Ook is te zien dat de thermische batterij een scheiding heeft in het midden, om zo de gassen te kunnen sturen.

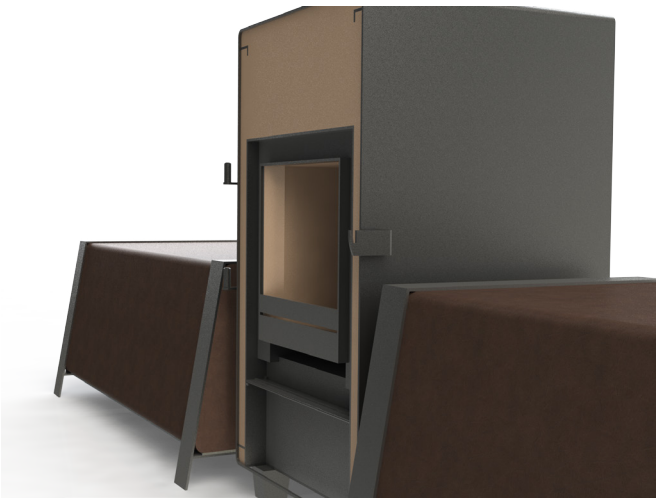
In de middelste afbeelding van figuur ## laat goed zien dat de vuurkamer met heatriser één onderdeel vormen. De inhoud ervan is in figuur ## te zien.



Figuur 62: *Eindontwerp doorsnede detail*

Luchtklep

In de luchttoevoer is een klep geplaatst welke open en dicht gezet kan worden om zo de gehele luchttoevoer te regelen. Door de luchttoevoer onderlangs te laten lopen is de voorzijde leeg van gaten voor luchttoevoer, wat het geheel een strakkere uitstraling geeft. Deze klep is te zien in figuur 63, de horizontale streep onderin de luchttoevoer is te zien in de laatste doorsnede.



Figuur 63: *Luchtklep voorzijde*

Verticale doorsneden

De verticale doorsnedes op verschillende locaties laat goed zien hoe de kachel in elkaar zit. Figuur 64 laat dit zien.

De één na laatste afbeelding geeft duidelijk aan hoe de verdeling van luchtstroming is in de rocket mass heater. De warme gassen uit de heatriser gaan achterlangs naar beneden de thermische batterij in. De afgekoelde gassen uit de thermische batterij gaan voorlangs de schoorsteen in.

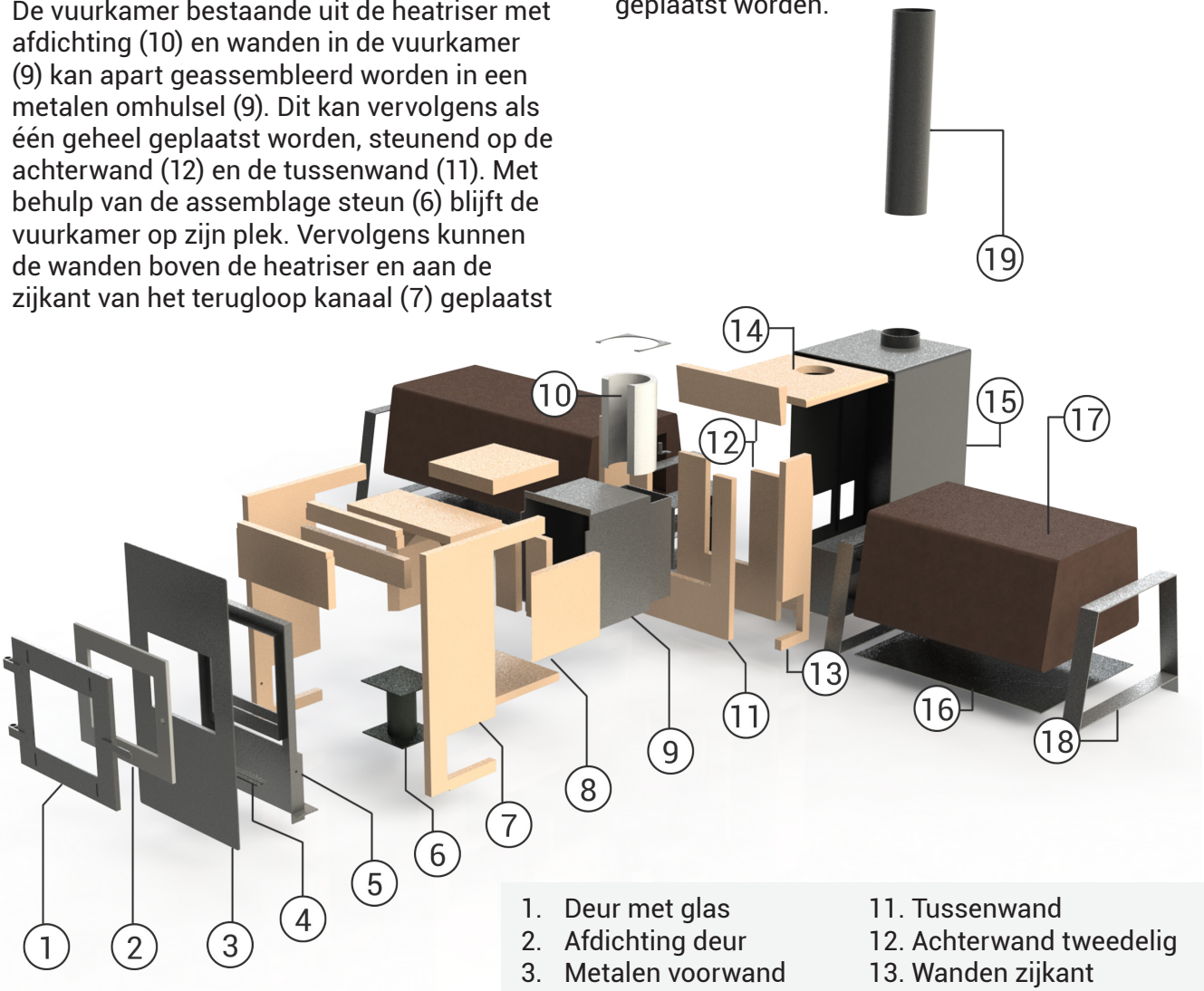
Ook is de ondersteuning van de vuurkamer goed te zien in deze afbeelding. Deze rust op drie punten: chamotte steen in de achterwand, chamotte steen in de tussenwand en het staal van de luchttoevoer aan de voorzijde.

Ook is er nog een cirkelvormig onderdeel te zien tussen de voorzijde en de tussenwand. Deze kan gebruikt worden tijdens de assemblage van de rocket mass heater. Wanneer de achterwand en de tussenwand geplaatst zijn kan de vuurkamer geplaatst worden. Om te zorgen dat deze tijdelijk aan de voorzijde ondersteund wordt is dit onderdeel gemaakt. Door deze verstelbaar te maken is de assemblage van de rocket mass heater versimpeld. Wanneer de luchttoevoer geplaatst wordt kan dit onderdeel uit de rocket mass heater gehaald worden om op deze manier zoveel mogelijk ruimte over te laten voor de luchtstromen binnenin de rocket mass heater.

Figuur 64: *Eindontwerp doorsneden verticaal*

Assemblage

In een exploded view (figuur 65) zijn de onderdelen te zien in volgorde van assemblage. Als eerste komen de wanden voor de boven- en onderzijde (14), vervolgens de tweedelige achterwand (12). De wanden voor de zijkanten in het toevoerkanaal worden daarna geplaatst. Deze klemmen achter ribben in het metalen omhulsel (15) en houden zo ook de achterwand op hun plek. Tegen dezelfde ribben wordt de tussenwand (11) geplaatst. De vuurkamer bestaande uit de heatriser met afdichting (10) en wanden in de vuurkamer (9) kan apart geassembleerd worden in een metalen omhulsel (9). Dit kan vervolgens als één geheel geplaatst worden, steunend op de achterwand (12) en de tussenwand (11). Met behulp van de assemblage steun (6) blijft de vuurkamer op zijn plek. Vervolgens kunnen de wanden boven de heatriser en aan de zijkant van het terugloop kanaal (7) geplaatst worden. De volgende stap is het plaatsen van de luchttoevoer (5). De assemblage steun (6) kan verwijderd worden en de vuurkamer kan rusten op de luchttoevoer (5). Nu heel het binnenwerk geplaatst is kan de voorwand (3) geplaatst worden waarna de deur (1) tezamen met de afdichting (2) gemonteerd kan worden. De thermische batterij (17) kan los gemonteerd worden op het daarvoor gefabriceerde frame (18) met ondersteuning (16). Nu de kachel gemonteerd is kan de schoorsteen (19) geplaatst worden.



Figuur 65: *Eindontwerp exploded view*

1. Deur met glas
2. Afdichting deur
3. Metalen voorwand
4. Luchtklep
5. Luchttoevoer
6. Assemblage steun
7. Wanden zijkant terugloop kanaal en afdichting bovenzijde
8. Wanden in metalen vuurkamer
9. Metalen vuurkamer
10. Heatriser met afdichting
11. Tussenwand
12. Achterwand tweedelig
13. Wanden zijkant toevoer kanaal
14. Wanden boven- en onderzijde
15. Metalen omhulsel
16. Ondersteuning thermische batterij
17. Thermische batterij
18. Frame thermische batterij
19. Schoorsteen

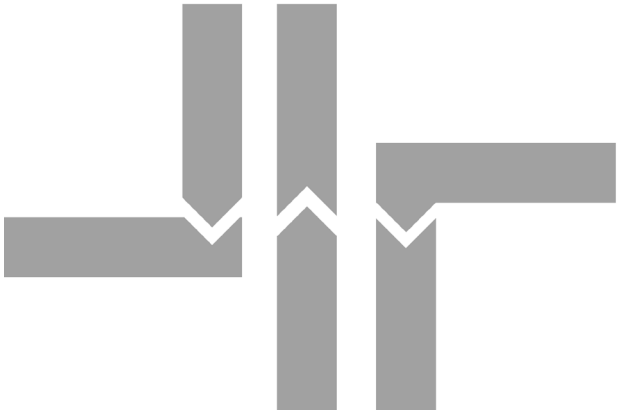
Scan de QR-code of type de onderstaande link in voor een geanimeerde assemblage van de rocket mass heater.
www.clemensontwerpen.nl/rocketmassheater

7.5 Maten en materialen

De maten van de rocket mass heater, de doorsnedes en de belangrijkste onderdelen zijn te vinden in de bijlage D.

De materialen voor de verschillende onderdelen hebben veel invloed op het functioneren van de rocket mass heater. In de kachelbouw is het gebruikelijk om gebruik te maken van vermiculiet platen, chamotte steen, vuurvast beton en metaal. Al deze materialen kunnen hitte weerstaan, maar reageren er ook anders op. Zo is vermiculiet meer een isolator dan chamotte en houdt het minder lang warmte vast. Vuurvast beton heeft veel raakvlak met chamotte steen en heeft het voordeel dat het vrij gemakkelijk in verschillende vormen gegoten kan worden. Bij het gieten kunnen er gemakkelijk ribben meegegoten worden om de platen onderling beter te laten passen. Dit is echter ook mogelijk in de andere materialen.

De wanden in de rocket mass heater zullen dan ook voorzien worden van V-aanslutingen zoals schematisch weergegeven in figuur 66. Hierdoor blijven de wanden beter op hun plek en kunnen ze niet verschuiven.



Figuur 66: *voorbeeld V-aansluting*

Voor nu wordt er op de plekken waar de temperaturen erg hoog worden gekozen voor chamotte steen, wat de hoge temperaturen beter verdraagt. Op de plekken waar het minder warm zal worden wordt er gebruik gemaakt van vermiculiet platen. Hoe dit uitpakt en wat de verschillen zullen zijn wanneer hier wijzigingen in komen zullen getest moeten worden door middel van een werkend prototype, in een verder stadium.

Het metaal in de rocket mass heater zal ook gaan reageren op de hoge temperaturen, waardoor het metaal zal gaan uitzetten en vervormen. Om dit tegen te gaan moeten ribben geplaatst worden op de plekken waar de vervorming het meest verwacht wordt. Op deze manier wordt het staal op de cruciale plekken versterkt. Waar deze ribben exact geplaatst moeten worden zal overlegd worden met een deskundige op het gebied van staal en de vervorming daarvan.

Figuur 67: *voorbeeld vuurvast vilt tussen stalen en niet-stalen delen*

Er moet opgelet worden wanneer stalen en niet-stalen delen elkaar raken. Hier is er een kans dat het niet-stalen deel beschadigd wordt door het uitzetten van het stalen deel. Door gebruik te maken van vuurvast vilt kan het uitzetten van het staal opgevangen worden, zodat de niet-stalen delen niet beschadigd worden. Een voorbeeld hiervan is te zien in figuur 67.

Naast de huidige materialen is er een start-up genaamd Eurekite welke een speciaal, hittebestendig, flexibel en keramisch materiaal op de markt brengen: flexiramics. Flexiramics zal eventueel toegepast kunnen worden in de rocket mass heater. De werking hiervan zal wederom getest moeten worden.

7.6 Intellectueel eigendom

De rocket mass heater is een nieuw en innovatief product. Daarom is het belangrijk om stil te staan bij intellectueel eigendom (IE). Rechten van intellectueel eigendom dienen voor het weren van exploitatie van een product of idee. Door een goede strategie op te zetten omtrent IE-rechten kan de rocket mass heater beschermd worden tegen exploitatie door een andere partij.

Intellectueel eigendom komt voor in verschillende vormen: auteursrecht, i-DEPOT, modelregistratie en octrooiregistratie. Daarnaast is het mogelijk om een IE-strategie te laten rusten op geheimhouding en de ontwikkelingstijd. Zie verderop per recht of strategie wat het inhoudt en of het aan te bevelen is voor de rocket mass heater van Vuur en Leem.

7.6.1 Auteursrecht

Het auteursrecht geldt voor werken van letterkunde, wetenschap of kunst. Het auteursrecht ontstaat vanzelf, en is van de maker van het werk (Auteursrecht.nl, 2016). Dit betekent dat het auteursrecht niet aangevraagd hoeft te worden en er geen formaliteiten bij komen. Echter is het auteursrecht makkelijk te omzeilen. Aanpassingen aan het originele werk zorgen er al snel voor dat het auteursrecht vervalt en de maker geen rechten heeft over het gekopieerde werk. Om de rocket mass heater te beschermen zal het auteursrecht alleen geen krachtige bijdrage leveren.

7.6.2 Modelregistratie

Een tekening of model is het uiterlijk van een voortbrengsel of een deel ervan dat nieuw is en een eigen karakter heeft. Denk bijvoorbeeld aan een koptelefoon, horloge, koffiezetapparaat, kledingstuk of tas. (Benelux-Bureau Voor De Intellectuele Eigendom, 2015). Aangezien modelregistratie voornamelijk gericht is op het design van producten is het alleen interessant voor de rocket mass heater wanneer het design het meest innovatieve onderdeel is van de kachel. Dit is niet het geval, de inwendige techniek is het innovatieve gedeelte. Om onnodige kosten te voorkomen is het aan te raden geen gebruik te maken van modelregistratie voor de rocket mass heater.

7.6.3 Het i-DEPOT

Het i-DEPOT is een wettelijk bewijsmiddel. Het is vergelijkbaar met bijvoorbeeld een akte van de notaris. Het i-DEPOT geeft een creatie, concept of ontwerp een officiële datumstempel, zodat te bewijzen is dat het idee op een bepaalde datum al bestond. Het i-DEPOT bewijst overigens niet dat het idee origineel is of dat het door Vuur en Leem bedacht of uitgevoerd is. (Benelux-Bureau Voor De Intellectuele Eigendom, 2015) Het i-DEPOT kan van pas komen wanneer er beroep gedaan wordt op het auteursrecht of tijdens onderhandelingen met partners.

Door te kunnen aantonen dat het idee van de rocket mass heater al in bezit was van Vuur en Leem geeft dit een voordeel kunnen eventuele problemen voorkomen worden. Vergeleken met patenten is het i-DEPOT een goedkope oplossing om de datum van creatie vast te leggen. Ook houdt het i-DEPOT het idee geheim, in tegenstelling tot patenten. Gebruik maken van het i-DEPOT is dan ook aan te raden voor de rocket mass heater, hetgeen wat vastgelegd zal worden is een geheel uitgewerkt concept.

7.6.4 Octrooiregistratie

Een octrooi is een verbodsrecht. Hiermee kunt u een ander verbieden uw uitvinding commercieel toe te passen in een bepaald rechtsgebied, gedurende een bepaalde periode. Dankzij een octrooi kunt u dus zelf exclusief gebruikmaken van uw vinding. Een octrooi het sterkste recht wat toe te passen is op een product. Een octrooi heeft drie eisen (Agentschap NL, 2015):

- Nieuwheid: het idee mag voor de octrooiaanvraag nergens ter wereld openbaar bekend zijn. Dit geldt ook door eigen toedoen.
- Inventiviteit: het idee mag voor de vakman niet voor de hand liggend zijn
- Industriële toepasbaarheid: het idee dient een technisch aantoonbaar te functionerend product of productieproces te zijn.

Het aanvragen en onderhouden van een patent is prijzig en de regels verschillen per land. Naast de kosten van de eenmalige aanvraag wordt er elk jaar, door elk land kosten in rekening gebracht voor onderhoud. Een octrooi is daarnaast maximaal twintig jaar geldig, of korter wanneer de jaarlijkse betalingen worden stopgezet. Daarnaast is een octrooi altijd publieke informatie en is iedereen vrij om het idee commercieel toe te passen wanneer het octrooi niet meer geldig is.

Al met al is het niet aan te raden om gebruik te maken van het octrooirecht voor de rocket mass heater. Naast het feit dat een groot deel van de informatie over rocket mass heater publieke informatie is, wat ervoor kan zorgen dat de nieuwheid eis niet gehaald kan worden, zijn de kosten van een octrooi te hoog om een toegevoegde waarde te hebben voor een bedrijf als Vuur en Leem. Ook is het zo dat deze techniek nergens anders zo wordt toegepast en het openbaar maken van deze informatie concurrenten kan aanwakkeren of interesseren.

Mocht er na afweging van de kosten en de risico's toch gekozen worden voor het octrooirecht is het aan te raden een cruciaal deel te kiezen en deze vast te leggen. Om het patent heen werken wordt zo moeilijker gemaakt. Een onderdeel wat vastgelegd kan worden is bijvoorbeeld de metalen vuurkamer. De maten hiervan zijn bepalend voor de verhoudingen, het vermogen en de loop van de luchtkanalen. Het ontwerpen van een soortgelijke rocket mass heater zonder dit patent te schaden wordt op deze manier erg lastig gemaakt.

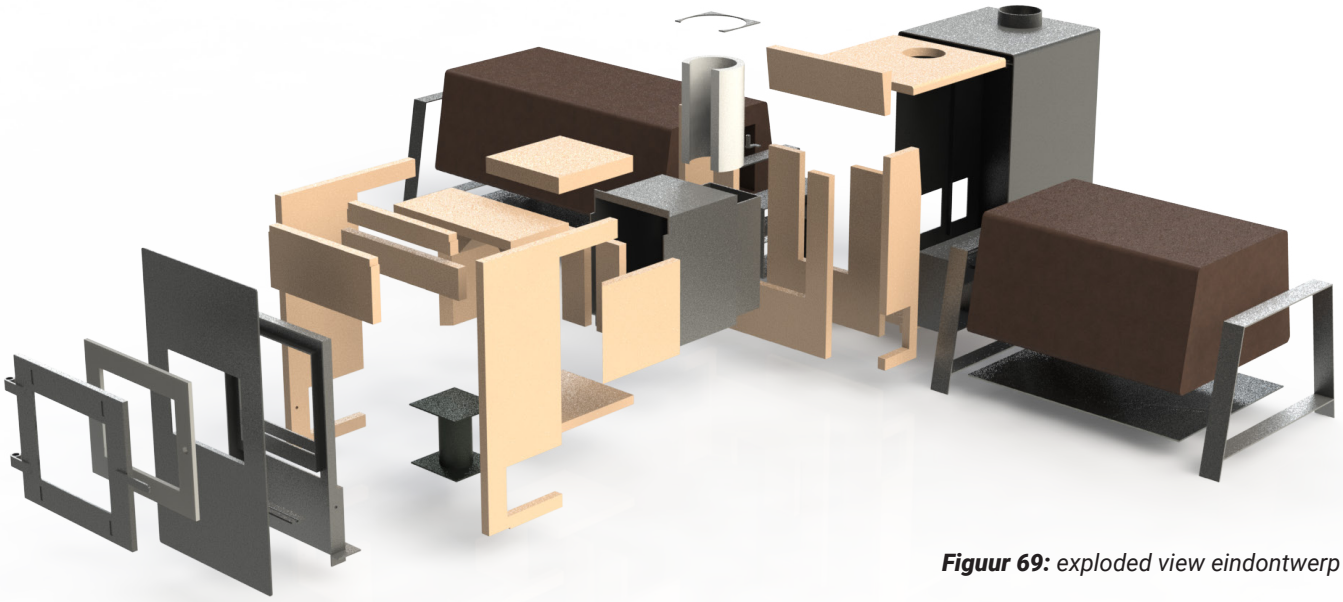
7.6.5 Geheimhouding

Een krachtige intellectueel eigendom strategie is het geheimhouden van de techniek. Door de techniek niet openbaar te maken worden er geen slapende honden wakker gemaakt. Wat men immers niet weet, kunnen ze ook niet kopiëren. Het is echter niet reëel om te denken dat anderen de techniek niet kunnen zien en nooit zullen zien. Eventuele concurrenten kunnen altijd een rocket mass heater kopen en kijken hoe deze in elkaar zit. Door gebruik te maken van onomkeerbare productiemethoden of speciaal gereedschap kan het ze echter wel een stap moeilijker gemaakt worden. Echter is het af te vragen is dit niet meer nadelen met zich meebrengt dan voordelen.
Ook is de ontwikkelingstijd hierbij in het voordeel van Vuur en Leem. Wanneer concurrenten de technologie ontdekken als de rocket mass heater op de markt is, dan is de tweede versie al in ontwikkeling. Zo blijf je concurrenten altijd een stap voor.
Door gebruik te maken van de geheimhouding, de ontwikkelingstijd en het i-DEPOT kan de rocket mass heater op een voor Vuur en Leem haalbare wijze beschermd worden tegen namaak rocket mass heaters.

7.7 Ontwerpvoorstel

In figuur 68 is het eindontwerp van de rocket mass heater te zien. De industriële uitstraling zoals weergegeven in het concept is doorgezet. Door de luchttoevoer weg te werken aan de onderzijde is het mogelijk om de voorkant clean te houden. Deze zelfde voorzijde is verwijderbaar waarna heel de kachel geassembleerd kan worden vanuit deze voorzijde, zoals weergegeven in figuur 69.

Figuur 68: *het eindontwerp*



Figuur 69: *exploded view eindontwerp*

8 Terugblik & Aanbevelingen

Het doel van de opdracht is om een nieuw type kachel op de markt te zetten wat het gat tussen het huidige aanbod van hout- en leemkachels kan vullen. Tijdens de opdracht was het doel om dit gat in de markt te verduidelijken door middel van een analyse, wat tevens de basis zal zijn voor een programma van eisen. Aan de hand van het programma van eisen zal een kachel ontworpen worden welke voldoet aan de eisen van de consument, de opdrachtgever en de overheden van verschillende landen.

Testen

Aan de hand van het programma van eisen zal het eindontwerp dan ook worden geëvalueerd. Echter betekent dit voor een groot deel van de eisen dat er getest moet worden met een werkend prototype. Hierdoor kan het materiaalgedrag getest worden en kunnen de uitstoot en het vermogen gemeten worden.

Door de opkomende Europese regelgeving als richtlijn te gebruiken wordt er rekening gehouden met de toekomst en verzekert Vuur en Leem zich van een probleemloze verkoop op de Europese markt, wat regelgeving betreft.

Het vermogen bleek tijdens het testen van de technische prototypes groter dan verwacht. Nieuwe testen zullen moeten uitwijzen of dit bij het vernieuwde eindontwerp ook het geval is. Mocht het vermogen te groot zijn, dan kan er nagedacht worden om heel de rocket mass heater (exclusief de thermische batterij) terug te schalen. Op deze manier blijven de verhoudingen van de kanalen hetzelfde en zal de kwaliteit van de verbranding niet aangetast worden. Complicaties die hier eventueel naar voren zullen onderzocht worden in een verder stadium.

De temperatuur bovenin de heatriser wordt meer dan 1000 °C. Vanzelfsprekend is dat de onderdelen op die locatie veel te verduren krijgen. Hoe de materialen zich zullen gaan gedragen moet getest worden en eventueel aangepast worden in het huidige ontwerp. Er moet rekening mee gehouden worden door de wanden boven de heatriser dikker te maken, zodat ze hoge temperaturen beter kunnen weerstaan.

Levensduur

Aangezien de kachel zo ontworpen is dat slijtgevoelige onderdelen gemakkelijk vervangen kunnen worden (zoals de wanden van de vuurkamer) zal de minimale levensduur van 20 jaar gehaald kunnen worden. Wel moet er nog goed gekeken worden naar de vervorming van het staal in de kachel. De hoge temperaturen kunnen ervoor zorgen dat het staal op een dusdanige manier gaat vervormen dat het andere onderdelen kapot maakt, of dat het zichtbaar is aan de buitenkant.

Vervorming

De stalen onderdelen in de rocket mass heater zullen veel last gaan krijgen van vervorming. Daarom is het aan te bevelen om met een expert in overleg te gaan over het gedrag van het staal onder hoge temperaturen. Hierdoor kunnen er op de juiste plekken verstevigingen aangebracht worden. De stalen vuurkamer is voor assemblage en onderhoud een groot voordeel, maar er zal gekeken en getest moeten worden of dit opweegt tegen de moeilijkheden die het vervormen met zich mee brengt.

Productie en assemblage

Een assemblage eis was dat de kachel volledig te assembleren moet zijn vanuit de voorzijde. In het eindontwerp is dit het geval en voldoet de kachel dus aan deze eis. Ook vergemakkelijkt dit de distributie in andere landen, omdat de losse onderdelen minder zwaar zijn en makkelijker te vervoeren zijn. Ook kunnen de vermiculiet platen of het chamotte steen apart getransporteerd worden, of zelfs in het land van verkoop gekocht worden.

Partners

Om de rocket mass heater op een goedkope wijze te produceren, zodat de kostprijs van maximaal €1500,- niet overschreden wordt is het aan te raden partners te vinden voor de productie van de verschillende stalen of stenen onderdelen. In een vroeg stadium is het aan te raden kleinere partners te zoeken die open staan om mee te denken over het ontwerp. Op deze manier zal er sneller een juiste oplossing gevonden worden voor mogelijke problemen.

Naarmate de rocket mass heater meer verkocht wordt is het aan te raden over te stappen naar grotere partners welke de onderdelen in grotere oplages (voor lagere prijzen) kunnen produceren. Deze partners zullen minder open staan om mee te denken over het ontwerp. Er zal dus een goede afweging gemaakt moeten worden wanneer de overstap plaats moet vinden. Het is aan te raden om het ontwerp compleet vast te hebben staan en deze niet meer te veranderen zodra de overstap naar grotere partners gemaakt wordt.

Ontwerp aanbevelingen

Naast de eerder benoemde aanbevelingen omtrent het testen van de techniek en het aangaan van partnerschappen zal er in een later stadium nog verder op het ontwerp in gegaan moeten worden. Het ontwerp en de vormtaal kan nog verder uitgewerkt worden.

In dit verslag lag de focus voornamelijk op de technische uitwerking van de rocket mass heater. Het ontwerp in de vorm van de industriële uitstraling zal dan ook nog verder uitgewerkt moeten worden voordat de rocket mass heater op de markt komt. Door de stijl door te zetten, stil te staan bij elk detail en goed te kijken naar het gebruiksgemak zijn er stappen te zetten in het ontwerp.

Naast de industriële uitstraling moet het voor de gebruiker ook mogelijk zijn om een eigen thermische batterij aan de rocket mass heater te plaatsen. In het huidige ontwerp is dit mogelijk, al kan de hoogte van de kachel voor problemen zorgen. Het zal dan ook mogelijk moeten worden om de kachel op de vloer te plaatsen, zonder pootjes. Omdat de luchttoevoer de lucht vanuit onderen aantrekt moet deze omgelegd worden naar de achterzijde. De lucht zal in die situatie vanuit de achterzijde naar voren worden aangetrokken.

In het huidige eindontwerp gaat de secundaire lucht onder de vuurkamer langs om deze voor te verwarmen, wat zorgt voor een betere verbranding. In de situatie waar de lucht vanaf de achterkant wordt aangetrokken moet er gekeken worden of het nodig is dat de lucht eerst onder de vuurkamer langs gaat, of dat de heatriser alleen de lucht genoeg voor verwarmt.

De gebruiker

De gebruiker staat centraal bij het ontwerpen van een product. Toch is er door de technische benadering weinig nadruk gelegd op de gebruiker. Aan te raden is om, eventueel met behulp van scenario's, het gebruiksgemak van de kachel te toetsen. Nog beter is om het gebruiksgemak te testen met een volledig prototype van de rocket mass heater. Wanneer de tests uitgevoerd worden in de beoogde landen van verkoop kan er ook een beter beeld van de (stook)cultuur gevormd worden. De voor- en nadelen die naar voren komen tijdens het testen vormt kostbare kennis, waarmee de rocket mass heater nog beter gemaakt kan worden.

9 Referenties

Agentschap NL. (2015). *Van idee tot octrooi.* Verkregen op 22 juni, 2016, van http://www.rvo.nl/sites/default/files/AGNTNL007_Octrooi tot idee-los.pdf

Auteursrecht.nl (2016). *Auteursrecht*. Verkregen op 17 juni, 2016, van http://www.auteursrecht.nl/auteursrecht

Benelux-Bureau voor de Intellectuele Eigendom. (2015). *Ideeën vastleggen.* Verkregen op 20 juni, 2016, van https://www.boip.int/wps/wcm/connect/www/19f47630-0e18-496d-92e0-0295abf280bb/i-Depot folder_NL .pdf?MOD=AJPERES&CONVERT_TO=url&CACHEID=19f47630-0e18-496d-92e0-0295abf280bb

Benelux Bureau Voor De Intellectuele Eigendom. (2015). *Tekeningen of modellen beschermen in de Benelux*. Verkregen op 18 juni, 2016, van https://www.boip.int/wps/wcm/connect/www/7c707894-1e2b-4ba8-9ae7-a6a2953a952c/Model_NL_15.pdf?MOD=AJPERES&CONVERT_TO=url&CACHEID=7c707894-1e2b-4ba8-9ae7-a6a2953a952c

CBS (2014). *Kennisplein Wonen en Bouwen*. Verkregen op 22 april, 2016, van http://cowb.datawonen.nl/index.html#hoofdstuk7

Duurzaamthuis (2015). *Duurzaamthuis*. Verkregen op 20 april, 2016, van http://www.duurzaamthuis.nl/energie/verwarming

Eger, A., Bonnema, M., Lutters, E., & Voort, M. V. (2010). *Product Ontwerpen.* Den Haag: Boom Lemma uitgevers.

Entsog. (2014). *European network of transmission system operators for gas.* Verkrgen op 11 april, 2016, van http://www.entsog.eu/public/uploads/files/maps/transmissioncapacity/2014/ENTSOG_140612_CAP_JUNE2014.pdf

European Union. (2015, 21 juli). *Lot 20 solid fuel local space heaters*. Verkregen op 18 april, 2016, van http://www.eup-network.de/fileadmin/user_upload/2015/2015_1185_solid_fuel_local_space_heaters.pdf

Evans, I., & Jackson, L. (2014). *Rocket Mass Heaters.* Oregon: Cob Cottage Company.

Koppejan, J., Ir. (2010, 1 oktober). *Statusoverzicht Houtkachels in Nederland*. Verkregen op 12 april, 2016, van https://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/Statusoverzicht houtkachels in Nederland.pdf

Marchand, P. (2007). *De warmte-accumulerende houtkachels van Tulikivi : Een ecologische opportuniteit in Vlaanderen.* Verkregen op 20 april, 2016, van http://www.speksteenkachels.nl/downloads/tulikivi-eco.pdf

NHK. (2014, 10 oktober). *Brancherichtlijn Houtstook*. Verkregen op 13 april, 2016, van http://www.sfeerverwarming.nl/wp-content/uploads/2014/11/141016-Brancherichtlijn-Houtstook.pdf

Rabobank Cijfers & Trends, (2013). *Wellnesscentra en sauna's*. Verkregen op 19 april, 2016, van http://www.saunaenwellnessnederland.nl/l/library/download/urn:uuid:b5013115-209d-4756-b61e-5cc0b6f3e57f/rabobank sauna en wellness

Rijksoverheid. (2015). *14% duurzame energie in 2020*. Verkregen op 22 april, 2016, van https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/inhoud/meer-duurzame-energie-in-de-toekomst

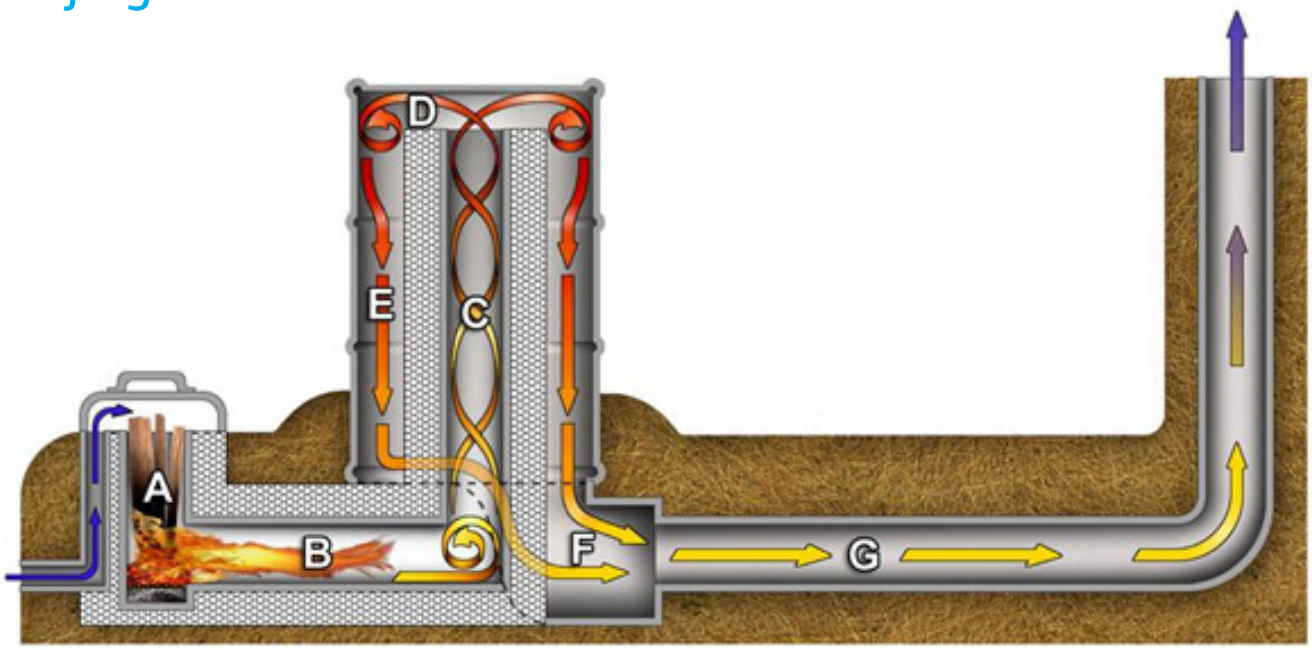
Rijksoverheid. (2013). *Cijfers over Wonen en Bouwen 2013*. Verkregen op 22 april, 2016, van http://cowb.datawonen.nl/index.html

Rol, M., & Kuijer-de Groot, A. (2015, 1 augustus). *Meer toerisme, maar grotere uitdagingen*. Verkregen op 25 april, 2016, van https://www.rabobank.nl/images/p535-rabobank-tu-verblijfsrecreatie_29777007.pdf

SER. (2013, September 6). *Energieakkoord voor duurzame groei*. Verkregen op 24 april, 2016, van https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/documenten/convenanten/2013/09/06/energieakkoord-voor-duurzame-groei

10 Bijlagen

Bijlage A - Rocket mass heater



De rocket mass heater is familie van een groep efficiënte houtkachels, genaamd rocket stoves. Wat deze met elkaar in gemeen hebben is dat ze beide onder zeer hoge temperaturen klein hout verbranden in een verbrandingskamer met een geïsoleerde interne schoorsteen. De aanwezigheid van een thermische batterij maakt de rocket mass heater anders dan de rocket stove. (Evans en Jackson, 2014, p.5).

De thermische batterij kan naar smaak vormgegeven worden. Vaak is het in de vorm van een bankje, zodat eigenaren een warme plek hebben om te zitten. Een rocket mass heater is zo efficiënt dat deze maar een kwart zoveel hout nodig heeft als een normale houtkachel.

Naast de goede verbranding zijn er een aantal belangrijke aspecten aan een rocket mass heater (Evans en Jackson, 2014, p. 20):

1. De nadruk ligt op menselijk comfort, niet het verwarmen van ruimtes of gebouwen.
2. De rocket mass heater bestaat uit twee delen: een verbrandingskamer en een thermische batterij. De thermische batterij slaat de warmte op en laat deze uren nadat de kachel uit is nog vrij.
3. De geïsoleerde hoge temperatuur schoorsteen (heatriser) in de verbrandingskamer zorgt voor trek en zit in de kachel zelf.
4. Het brandhout staat rechtop en verbrandt alleen aan de onderzijde.
5. Rocket mass heaters hebben een bijzonder hoge efficiëntie, zowel in het extraheren van warmte uit het brandhout als het gebruik van de warmte.
6. Rocket mass heaters kunnen warmte door horizontale buizen of doorgangen drukken.

De hoge efficiëntie komt tot stand door de configuratie van de onderdelen. De benaming

en verhouding van de onderdelen in een rocket mass heater worden toegelicht aan de hand van figuur ## en het boek rocket mass heaters (Evans en Jackson, 2014, p. 28, 29).

A is de voeding ingang. Dit is waar het hout verticaal in geplaatst wordt. Onderin de vuurkamer moet een as kuil aanwezig zijn te voorkomen dat de rocket mass heater verstopt raakt. Ook is het belangrijk om de as kuil leeg te kunnen halen.

B is de verbrandingstunnel. Hier is een horizontale vlam die aangetrokken wordt naar de heatriser. Dit moet het meest smalle doorgang van de rocket mass heater zijn. Alle andere kanalen moeten ten alle tijden groter zijn dan de doorsnede van de verbrandingstunnel.

C is heat belangrijkste onderdeel: de heatriser. De hoogte van de heatriser is bepalend voor het functioneren van de rocket mass heater. Een goede verbranding is samen te vatten met drie T's: tijd, temperatuur en turbulentie. De hoogte van de heatriser is bepalend voor de duur van de verbranding. Hoe hoger de heatriser, hoe hoger de tijd. Een hogere heatriser zal theoretisch dus een betere verbranding moeten geven. De tweede T (temperatuur) houdt in dat de heatriser goed geísoleerd moet worden. Op deze manier blijft de temperatuur in de heatriser hoog, wat zorgt voor een betere verbranding. De heatriser heeft ook invloed op de laatste T: turbulentie. Omdat de lucht in de heatriser stijgt en gaat wervelen in de vorm van een dubbele helix mengen de gassen en de luchtdeeltjes beter. Dit zorgt wederom voor een betere verbranding. Vuur en Leem maakt gebruik van een tweede (secundaire) luchttoevoer vlak voor de heatriser. Op deze manier is er genoeg oxide aanwezig zodat de verbranding op het gewenste niveau komt.

D is de ruimte tussen de heatriser en de bovenkant van het terugloop kanaal. De totale oppervlakte van deze doorgang moet groter zijn dan B. Deze doorgang is bepalend voor de doorstroming van de gassen. Dat betekent dat deze doorgang bepalend is voor de verdeling van warmte wat naar de thermische batterij gaat en wat als radiatie uitgestraald gaat worden vanuit het metalen oppervlakte van het terugloopkanaal.

E is het terugloopkanaal, langs de heatriser naar de thermische batterij. Deze is net als D bepalend voor de doorstroming van gassen en verdeling van warmte.

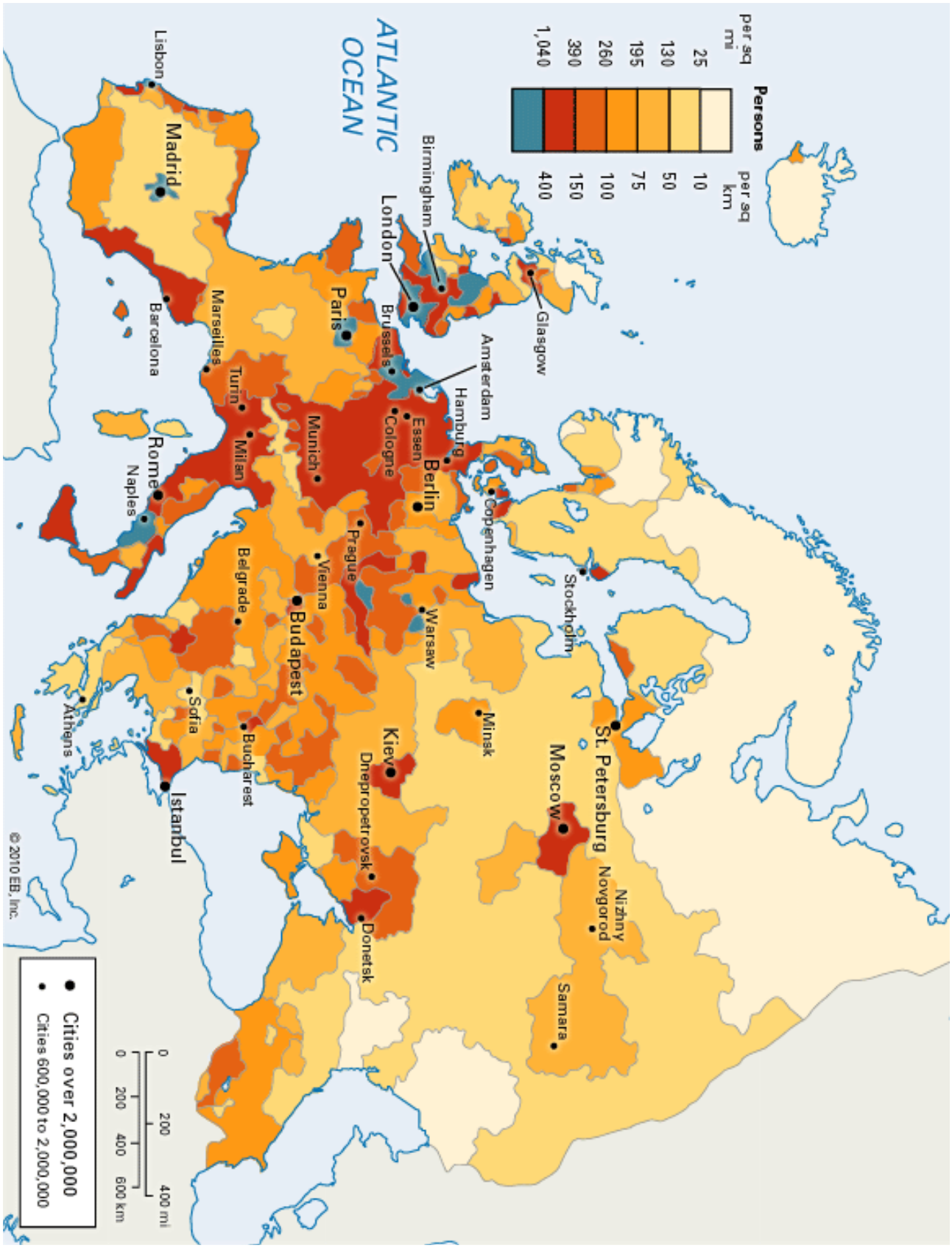
F bundelt de gassen die rondom de heatriser naar beneden gaan. De doorsnede ervan moet minstens twee keer de doorsnede van B zijn.

G is de uitlaat naar de schoorsteen. Deze moet minstens de afmetingen van het hele systeem hebben. Vanuit G gaan de gassen naar de schoorsteen.

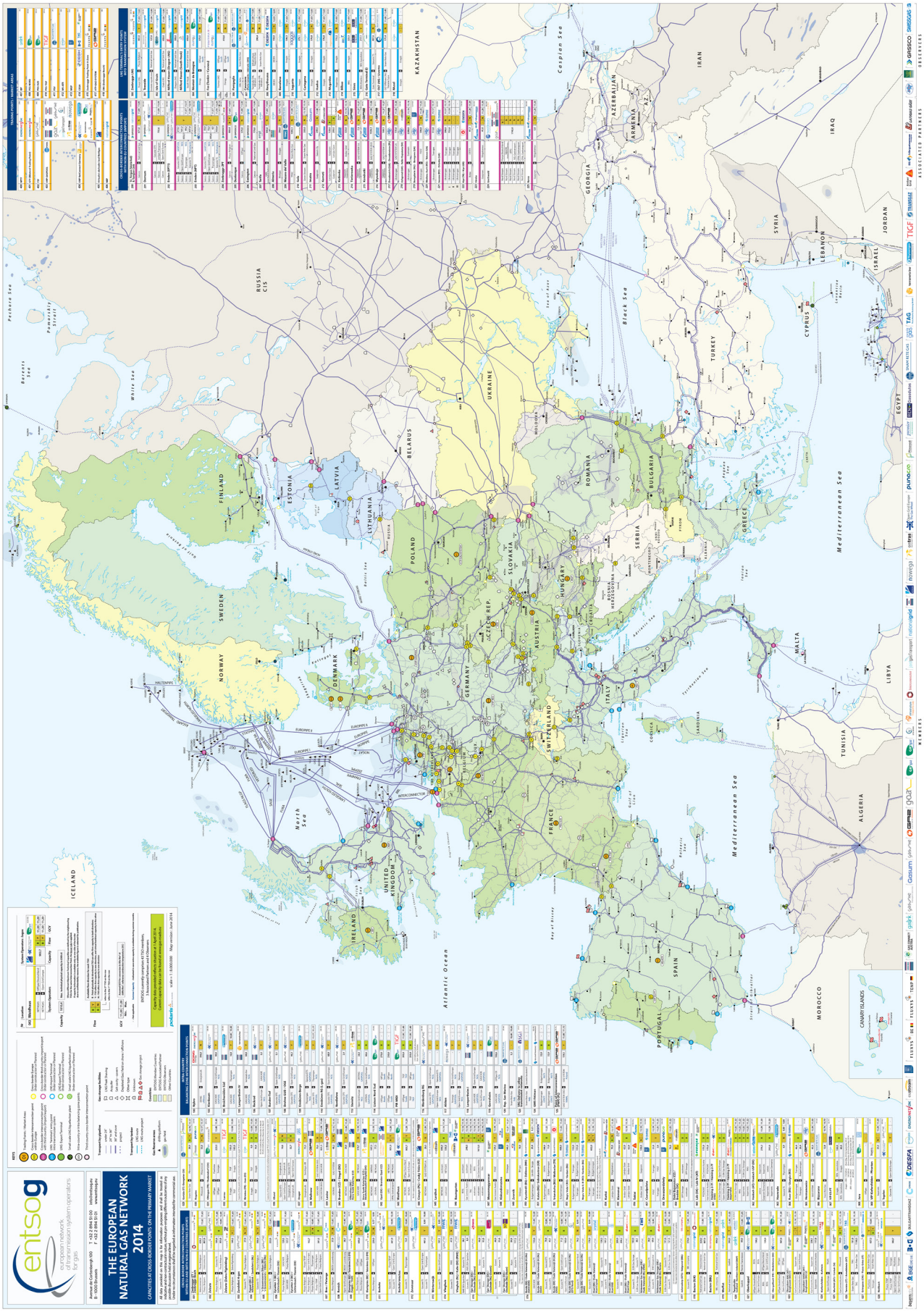
De schoorsteen is een van de belangrijkst onderdelen van elke kachel. Deze bepaalt namelijk de trek in het hele systeem. De hoogte en de gemiddelde interne temperatuur van de schoorsteen is bepalend voor de trek die het genereert. Hoe hoger de schoorsteen en hoe hoger de gemiddelde interne temperatuur, hoe meer trek de schoorsteen genereert.

Bijlage B - Geografische afbeeldingen

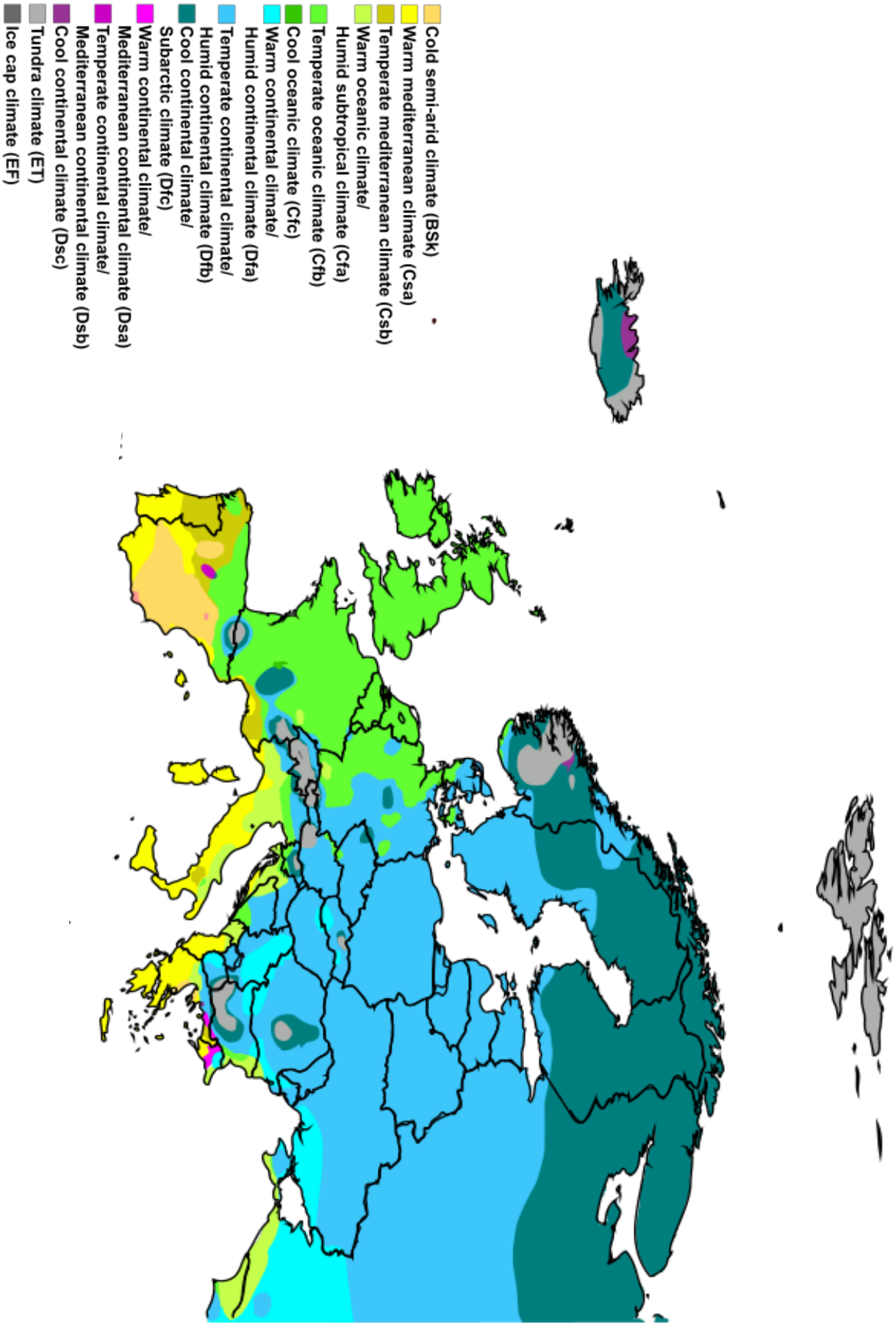
Bevolkingsdichtheid



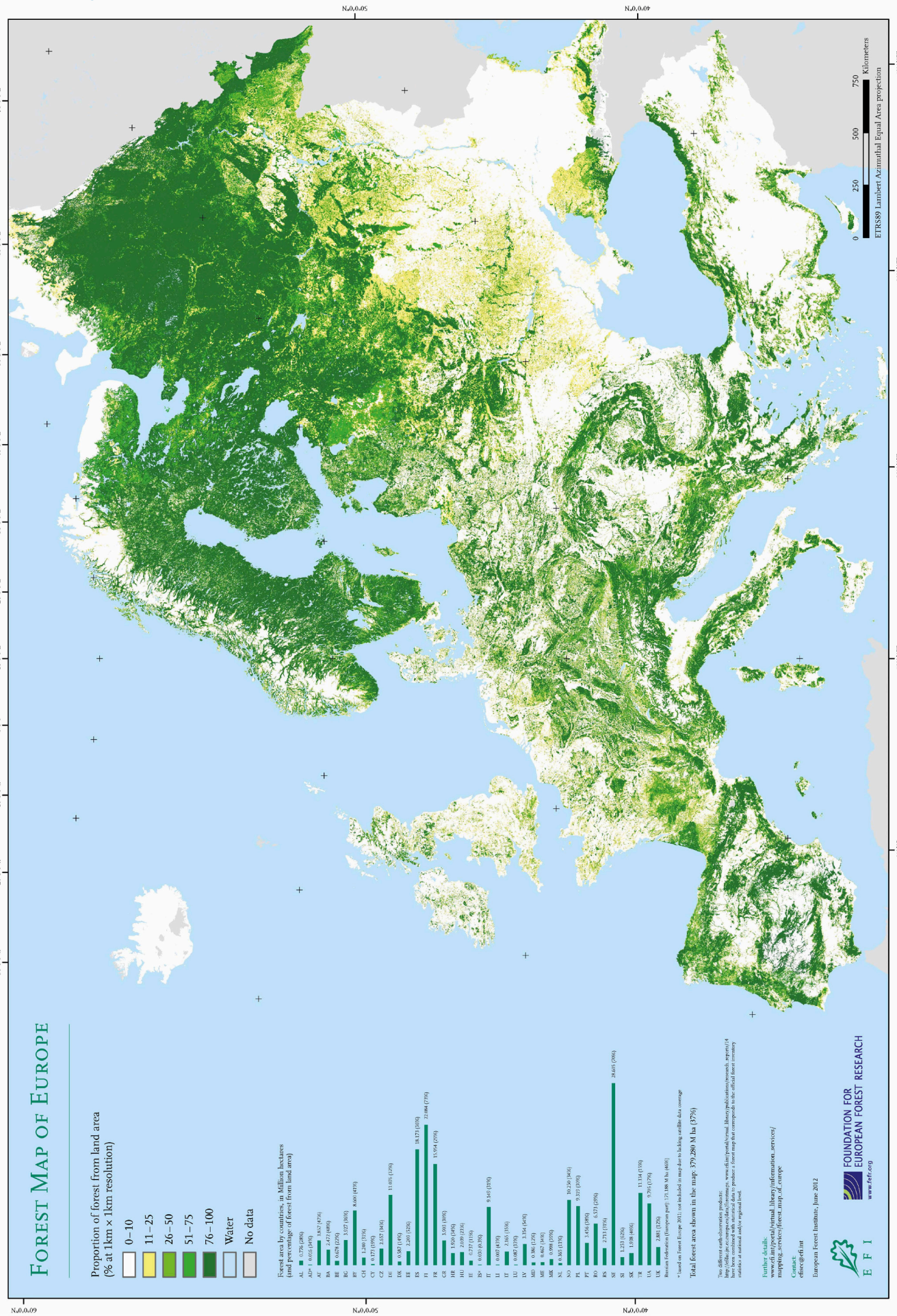
Gasnetwerk


entsog
THE EUROPEAN NATURAL GAS NETWORK 2014
CAPACITIES AT CROSS-BORDER POINTS ON THE PRIMARY MARKET
Atlantic Ocean
Mediterranean Sea
Black Sea
Caspian Sea
North Sea
Baltic Sea
White Sea
Barents Sea
Pechora Sea
Pomorskiy Strait
ICELAND
NORWAY
SWEDEN
FINLAND
RUSSIA CIS
ESTONIA
LATVIA
LITHUANIA
BELARUS
POLAND
DENMARK
UNITED KINGDOM
IRELAND
GERMANY
CZECH REP.
SLOVAKIA
AUSTRIA
HUNGARY
SWITZERLAND
FRANCE
ITALY
SPAIN
PORTUGAL
ROMANIA
BULGARIA
SERBIA
GREECE
UKRAINE
TURKEY
CYPRUS
MALTA
TUNISIA
ALGERIA
MOROCCO
LIBYA
EGYPT
ISRAEL
JORDAN
SYRIA
LEBANON
IRAQ
IRAN
GEORGIA
ARMENIA
AZERBAIJAN
KAZAKHSTAN
CANARY ISLANDS

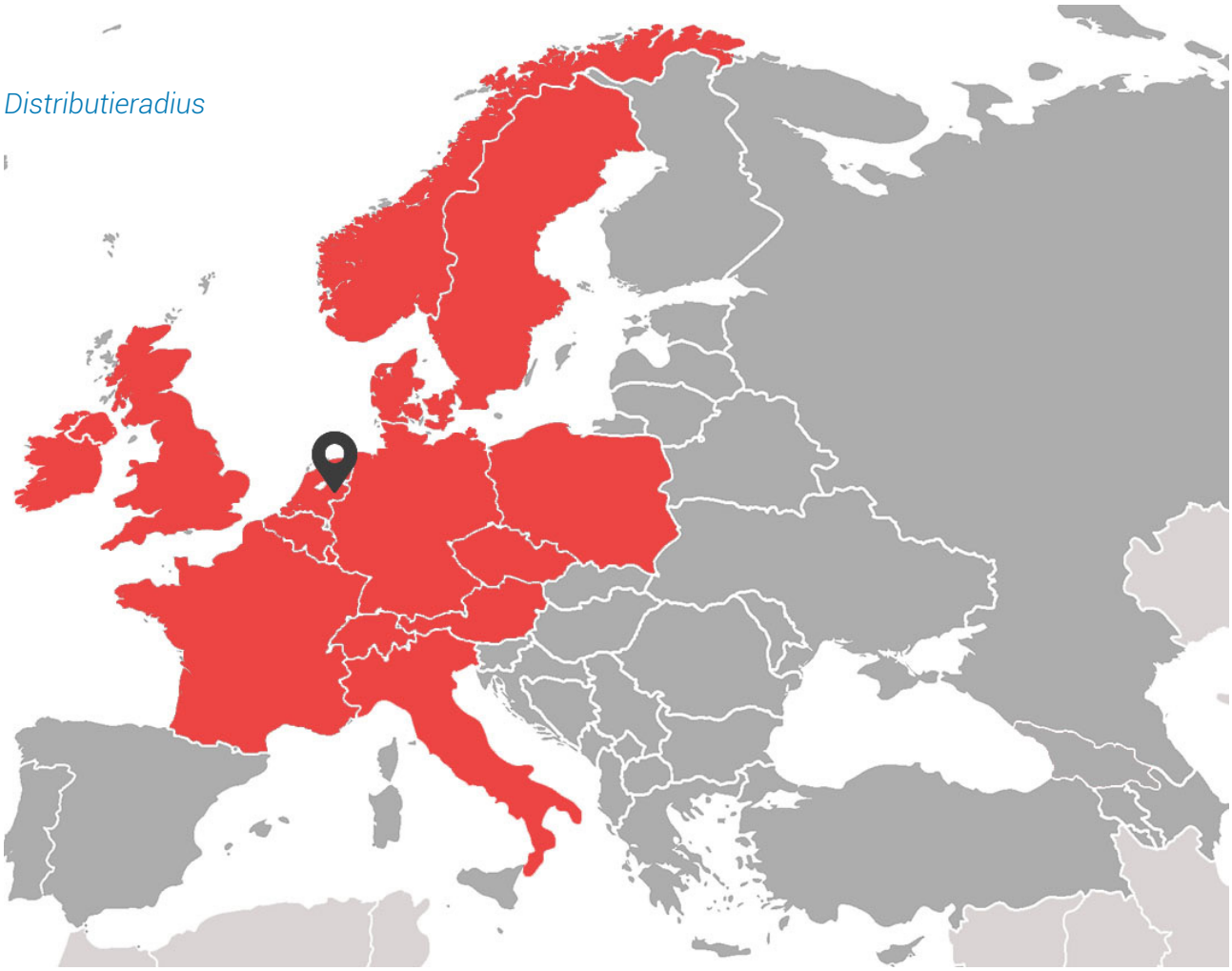
Klimaat

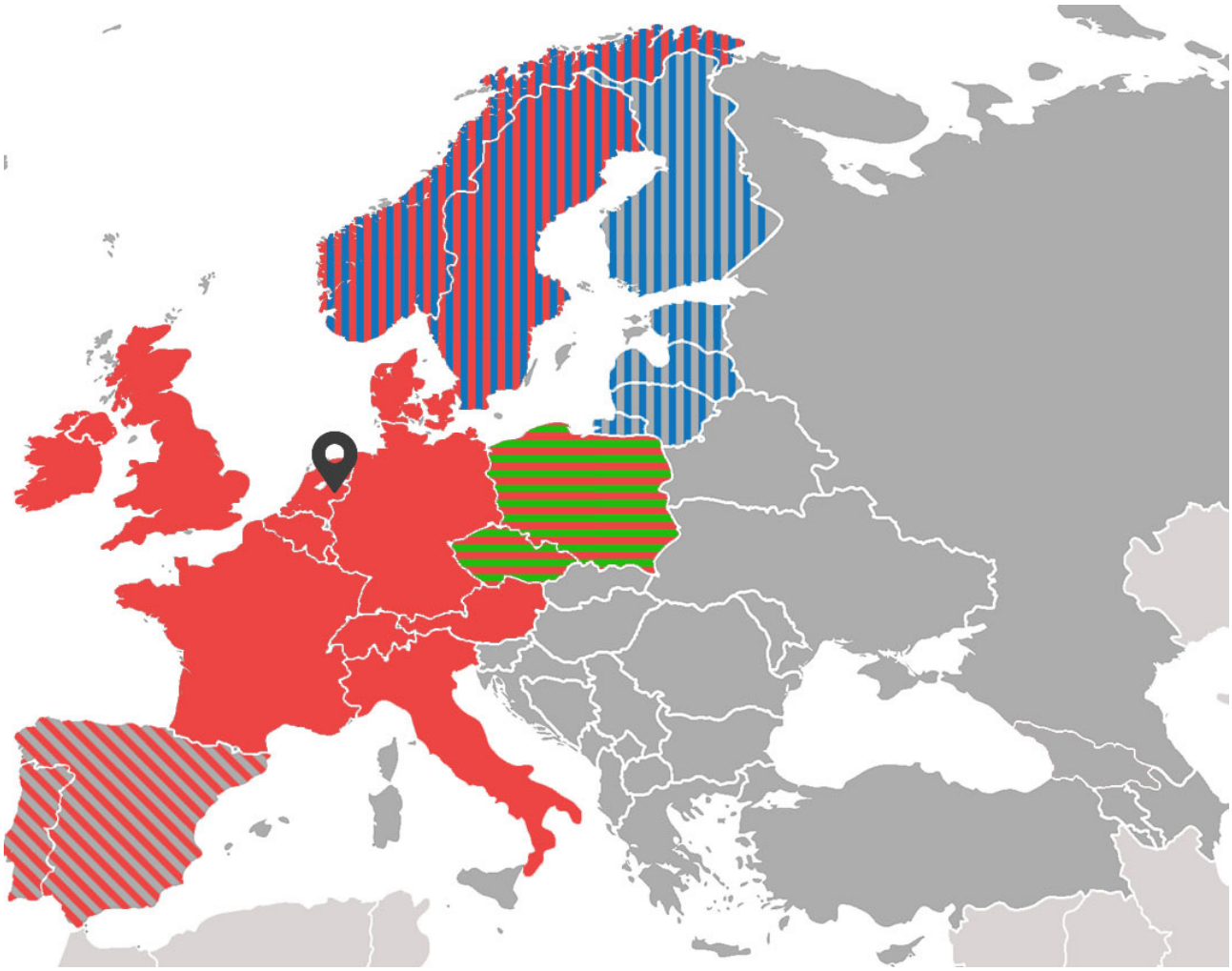

Cold semi-arid climate (BSk)
Warm mediterranean climate (Csa)
Temperate mediterranean climate (Csb)
Warm oceanic climate/
Humid subtropical climate (Cfa)
Temperate oceanic climate (Cfb)
Cool oceanic climate (Cfc)
Warm continental climate/
Humid continental climate (Dfa)
Temperate continental climate/
Humid continental climate (Dfb)
Cool continental climate/
Subarctic climate (Dfc)
Warm continental climate/
Mediterranean continental climate (Dsa)
Temperate continental climate/
Mediterranean continental climate (Dsb)
Cool continental climate (Dsc)
Tundra climate (ET)
Ice cap climate (EF)

Bebossing


Forest Map of Europe
Proportion of forest from land area
(% at 1km × 1km resolution)
0–10
11–25
26–50
51–75
76–100
Water
No data
Forest area by countries, in Million hectares
(and percentage of forest from land area)
AL 0.776 (28%)
AD* 0.016 (34%)
AT 1.857 (47%)
BA 2.472 (48%)
BE 0.628 (22%)
BG 3.927 (36%)
BY 8.600 (43%)
CH 1.240 (31%)
CY 0.177 (19%)
CZ 2.657 (34%)
DE 11.076 (32%)
DK 0.587 (14%)
EE 2.203 (52%)
ES 18.173 (35%)
FI 22.084 (73%)
FR 15.954 (29%)
GR 3.503 (30%)
HR 1.920 (34%)
HU 2.039 (23%)
IE 0.737 (11%)
IS* 0.020 (0.2%)
IT 9.149 (31%)
LI 0.007 (43%)
LT 2.165 (35%)
LU 0.087 (33%)
LV 3.354 (54%)
MD 0.386 (12%)
ME 0.467 (34%)
MK 0.998 (39%)
NL 0.365 (11%)
NO 10.250 (34%)
PL 9.312 (29%)
PT 3.456 (38%)
RO 6.573 (29%)
RS 2.713 (31%)
SE 28.605 (70%)
SI 1.253 (62%)
SK 1.938 (40%)
TR 13.134 (15%)
UA 9.765 (17%)
UK 2.881 (12%)
Russian Federation (European part): 171.188 M ha (46%)
* based on Forest Europe 2011; not included in map due to lacking satellite data coverage
Total forest area shown in the map: 379.280 M ha (37%)
Two different earth-observation products:
http://efdac.jrc.ec.europa.eu/data/forestmaps, www.efi.int/portal/virtual_library/publications/research_reports/14
have been combined with statistical data to produce a forest map that corresponds to the official forest inventory statistics at national and/or regional level.
Further details:
www.efi.int/portal/virtual_library/information_services/mapping_services/forest_map_of_europe
Contact:
efisec@efi.int
European Forest Institute, June 2012
EFI
FOUNDATION FOR EUROPEAN FOREST RESEARCH
www.fefr.org
0 250 500 750 Kilometers
ETRS89 Lambert Azimuthal Equal Area projection
60°0'0"N
50°0'0"N
40°0'0"N
30°0'0"W
20°0'0"W
10°0'0"W
0°0'0"
10°0'0"E
20°0'0"E
30°0'0"E
40°0'0"E
50°0'0"E
60°0'0"E
70°0'0"E

Distributieradius





Bijlage C - Regelgevingen

De rocket mass heater zal gericht worden op meerdere landen. Omdat de regelgeving per land verschilt is hier een overzicht van de regelgevingen in de omringende landen (Koppejan, 2010, p. 31-37).

België

Toestel type	Meet wijze	Min. rendement[%]			CO [% of mg/m3]			Stof [mg/Nm^3]		
		Fase I	Fase II	Fase III	Fase I	Fase II	Fase III	Fase I	Fase II	Fase III
Vrijstaande houtkachel (EN 13240)	continu	65%	65%	65%	0,8%	0,8%	0.8%	300	200	150
	cyclisch	70%	75%	75%	0,3%	0,12%	0.1%	100	75	40
Inzethaard (EN 13229)	continu	65%	65%	65%	0,8%	0,8%	0.8%	300	200	150
	cyclisch	70%	75%	75%	0,3%	0,12%	0.1%	100	75	40
Accumulerende toestellen (EN15250)		70%	75%	75%	0.3%	0,12%	0,1%	100	75	40
Pellet kachel (EN 14785)		75%	80%	85%	0,04%	0,03%	0,02%	90	50	30
Met vaste brandstof gestookte ketel + kachel (EN 12809)		75%	75%	75%	0,3%	0,12%	0,1%	300	300	300
Met vaste brandstof gestookte ketel (EN 303-5)		75%	75%	75%	5 g/m^3	5 g/m^3	5 g/m^3	180	180	180

Duitsland

Toestel type	CO [mg/m3]		Stof [mg/Nm^3]		Rendement [%]
	Stufe I (nu)	Stufe II (vanaf 2015)	Stufe I (nu)	Stufe II (vanaf 2015)	
Vrijstaande houtkachel (EN 13240)	2.000	1.250	75	40	73%
Inzethaard (EN 13229)	2.000	1.250	75	40	75%
Inbouwhaard (EN 13229)	2.000	1.250	75	40	80%
Accumulerende toestellen (EN15250)	2.000	1.250	75	40	75%
Pellet kachel (EN 14785)	400	250	50	30	85%
Pellet kachel met ketel (EN 14785)	400	250	30	20	90%
Open haarden (EN12815)	3.000	1.500	75	40	70%

Frankrijk

Toestel type	Rendement [%]	CO [% bij 13%O_2]	Aantal sterren
Vrijstaande houtkachel (EN 13240)	70%	0.3%	3
Inzethaard (EN 13229)	70%	0.3%	3
Accumulerende toestellen (EN15250)	75%	0.3%	3
Pelletkachel (EN 14785)	85%	0.04%	3
Met vaste brandstof gestookte ketel + kachel (EN 12809)	70%	0.3%	3
Kooktoestel (EN12815)	70%	0.3%	3

Oostenrijk

	CO	NOx	OGC	stof
Handgestookte kachels (EN3240, EN13229)	700	120	50	30
Pelletgestookte kachels (EN14785)	120 (265)	100	6 (10)	20
Handgestookte boilers	250 (750)	120	30	30
Pelletgestookte ketels	60 (135)	100	3 (3)	15
Snippergestookte ketels	150 (300)	120	5 (10)	30

Gasnetwerk

Toestel	OGC	CO	NOx	Stof [mg/m3]	Rende-ment
Accumulerende toestellen (EN15250)	120	1.500	200	50 (nominale belasting)	80%
Kachel, handgestookt (EN13240) en Inbouwhaard, handgestookt (EN13229)	120	1.500	200	4 g/kg (3 beperkte vullingen; nominaal) 8 g/kg (iedere afzonderlijke test)	78%
Pelletkachel (automatisch gestookt) (EN14785)	40	800	200	3,5 g/kg (2 beperkte vullingen; nominaal) 7 g/kg (iedere afzonderlijke test)	85%
Sauna stoves (prEN 15821)	150	2.000	200	8 g/kg (3 beperkte vullingen; nominaal) 15 g/kg (iedere afz. test) 120 mg/m3	60%

Zwitserland

Toestel type	**CO [mg/m3 bij 13%O_2]**	**Stof [mg/m3 bij 13% O_2]**
Vrijstaande houtkachel (EN 13240)	1.500	100 → 75
Inzethaard (EN 13229)	1.500	100 → 75
Pellet kachel (EN 14785)	500	50 → 40
Handgestookte stukhoutketel (EN 12809 of EN 303-5)	800	60 → 50
Automatische houtsnippergestookte ketel + kachel (EN 12809 of EN 303-5)	400	90 → 60
Automatische houtpelletgestookte ketel + kachel (EN 12809 of EN 303-5)	300	60 → 40
Centrale open haarden (EN12815)	3.000	150 → 120

Apparaat	**CO [mg/m3]**	**CxHy [mg/m3]**	**Stof [mg/m3]**	**rendement [%]**
Ketels (indirect)				
Stukhoutketel (EN303-5)	600	20	50	83
Snippergestookte ketel (EN303-5)	300	15	60	85
Pelletgestookte ketel (EN303-5)	250	10	40	85
Kachels (direct)				
Haarden zonder/met naverwarmer (EN12815)	2.000		90	60/75
Houtgestookte kooktoestellen	3.000		100	75
Vrijstaande kachels (13240)	1.500		75	78
Inzethaarden (EN13229)	1.500		75	78
Inbouwhaarden (EN13229)	1.500		75	83
Pelletkachels (EN14785)	500		40	83
Accumulerende kachels (EN15250)	1.500		75	83

Europese regelgeving

De opkomende europese regelgeving is zeer belangrijk. Het complete document staat in de referentielijst (European Union, 2015). Omdat de eisen en de checklist belangrijk zijn voor de rocket mass heater staan deze hier vermeld.

ANNEX II

Ecodesign requirements

1. **Specific ecodesign requirements for seasonal space heating energy efficiency**

(a) Solid fuel local space heaters shall comply with the following requirements from 1 January 2022:

(i) seasonal space heating energy efficiency of open fronted solid fuel local space heaters shall not be less than 30 %;

(ii) seasonal space heating energy efficiency of closed fronted solid fuel local space heaters using solid fuel other than compressed wood in the form of pellets shall not be less than 65 %;

(iii) seasonal space heating energy efficiency of closed fronted solid fuel local space heaters using compressed wood in the form of pellets shall not be less than 79 %;

(iv) seasonal space heating energy efficiency of cookers shall not be less than 65 %.

2. **Specific ecodesign requirements for emissions.**

(a) From 1 January 2022 emissions of particulate matter (PM) from solid fuel local space heaters shall not exceed the following values:

(i) emissions of PM by open fronted solid fuel local space heaters shall not exceed 50 mg/m^3 at 13 % O_2 when measured according to the method described in Annex III, point 4(a)(i)(1) or 6 g/kg (dry matter) when measured according to the method described in Annex III, point 4(a)(i)(2);

(ii) emissions of PM by closed fronted solid fuel local space heaters using solid fuel other than compressed wood in the form of pellets and cookers shall not exceed 40 mg/m^3 at 13 % O_2 when measured according to the method described in Annex III, point 4(a)(i)(1) or 5 g/kg (dry matter) when measured according to the method described in Annex III, point 4(a)(i)(2) or 2,4 g/kg (dry matter) for biomass or 5,0 g/kg (dry matter) for solid fossil fuel when measured according to the method described in Annex III, point 4(a)(i)(3);

(iii) emissions of PM by closed fronted solid fuel local space heaters using compressed wood in form of pellets shall not exceed 20 mg/m^3 at 13 % O_2 when measured according to the method described in Annex III, point 4(a)(i)(1) or 2,5 g/kg (dry matter) when measured according to the method described in Annex III, point 4(a)(i)(2) or 1,2 g/kg (dry matter) when measured according to the method described in Annex III, point 4(a)(i)(3).

(b) From 1 January 2022 emissions of organic gaseous compounds (OGCs) from solid fuel local space heaters shall not exceed the following values:

(i) emissions of OGCs by open fronted solid fuel local space heaters, closed fronted solid fuel local space heaters using solid fuel other than compressed wood in the form of pellets and cookers shall not exceed 120 mgC/m^3 at 13 % O_2;

(ii) emissions of OGCs by closed fronted solid fuel local space heaters using compressed wood in form of pellets shall not exceed 60 mgC/m^3 at 13 % O_2.

(c) From 1 January 2022 emissions of carbon monoxide (CO) from solid fuel local space heaters shall not exceed the following values:

(i) emissions of CO by open fronted solid fuel local space heaters shall not exceed 2 000 mg/m^3 at 13 % O_2;

(ii) emissions of CO by closed fronted solid fuel local space heaters using solid fuel other than compressed wood in the form of pellets and cookers shall not exceed 1 500 mg/m^3 at 13 % O_2;

(iii) emissions of CO by closed fronted solid fuel local space heaters using compressed wood in form of pellets shall not exceed 300 mg/m^3 at 13 % O_2.

(d) From 1 January 2022 emissions of nitrogen oxides (NO_x) from solid fuel local space heaters shall not exceed the following values:

(i) emissions of NOx by open fronted solid fuel local space heaters, closed fronted solid fuel local space heaters and cookers using biomass shall not exceed 200 mg/m^3 expressed as NO_2 at 13 % O_2;

(ii) emissions of NO_x by open fronted solid fuel local space heaters, closed fronted solid fuel local space heaters and cookers using fossil solid fuel shall not exceed 300 mg/m^3 expressed as NO_2 at 13 % O_2.

3. **Requirements for product information**

(a) From 1 January 2022 the following product information on solid fuel local space heaters shall be provided:

(i) the instruction manuals for installers and end-users, and free access websites of manufacturers, their authorised representatives and importers shall contain the following elements:

(1) the technical information included in Table 1, with its technical parameters measured and calculated in accordance with Annex III and showing the number of significant figures indicated in the table;

(2) any specific precautions that must be taken when the solid fuel local space heater is assembled, installed or maintained;

(3) information relevant to disassembly, recycling and/or disposal at end-of-life.

(ii) the technical documentation for the purposes of conformity assessment pursuant to Article 4 shall contain the following elements:

(1) the elements specified in point (a);

(2) a list of equivalent models, if applicable;

(3) where the preferred fuel or any other suitable fuel is other woody biomass, non-woody biomass, other fossil fuel or other blend of biomass and fossil fuel as referred to in Table 1, a description of the fuel sufficient for its unambiguous identification and the technical standard or specification of the fuel, including the measured moisture content and the measured ash content, and for other fossil fuel also the measured volatile content of the fuel.

(b) From 1 January 2022 the following product information on solid fuel local space heaters shall be provided:

(i) for flueless solid fuel local space heaters and open to chimney solid fuel local space heaters only: the instruction manual for end-users, free access websites of manufacturers and the product packaging shall incorporate the following sentence in such a way to ensure clear visibility and legibility and in a language easily understood by the end-users of the Member State where the product is marketed: 'This product is not suitable for primary heating purposes':

(1) for the instruction manual for end-users this sentence shall be on the cover page of the manual;

(2) for free-access websites of manufacturers this sentence shall be displayed together with the other characteristics of the product;

(3) for the product packaging the sentence shall be placed in a prominent position in the packaging when displayed to the end-user prior to purchase.

Table 1

Information requirements for solid fuel local space heaters

Model identifier(s):
Indirect heating functionality:[yes/no]
Direct heat output: …(kW)

Indirect heat output: …(kW)

Fuel	Preferred fuel (only one):	Other suitable fuel(s):	η_s [x%]:	Space heating emissions at nominal heat output (*)				Space heating emissions at minimum heat output (*) (**)			
				PM	OGC	CO	NO_x	PM	OGC	CO	NO_x
				[x] mg/Nm³ (13 % O_2)				[x] mg/Nm³ (13 % O_2)			
Wood logs with moisture content ≤ 25 %	[yes/no]	[yes/no]									
Compressed wood with moisture content < 12 %	[yes/no]	[yes/no]									
Other woody biomass	[yes/no]	[yes/no]									
Non-woody biomass	[yes/no]	[yes/no]									
Anthracite and dry steam coal	[yes/no]	[yes/no]									
Hard coke	[yes/no]	[yes/no]									
Low temperature coke	[yes/no]	[yes/no]									
Bituminous coal	[yes/no]	[yes/no]									
Lignite briquettes	[yes/no]	[yes/no]									
Peat briquettes	[yes/no]	[yes/no]									
Blended fossil fuel briquettes	[yes/no]	[yes/no]									
Other fossil fuel	[yes/no]	[yes/no]									
Blended biomass and fossil fuel briquettes	[yes/no]	[yes/no]									
Other blend of biomass and solid fuel	[yes/no]	[yes/no]									

Characteristics when operating with the preferred fuel only

Item	Symbol	Value	Unit
Heat output			
Nominal heat output	P_{nom}	x	kW
Minimum heat output (indicative)	P_{min}	[x,x/N.A.]	kW

Item	Symbol	Value	Unit
Useful efficiency (NCV as received)			
Useful efficiency at nominal heat output	$\eta_{th,nom}$	x,x	%
Useful efficiency at minimum heat output (indicative)	$\eta_{th,min}$	[x,x/N.A.]	%

Auxiliary electricity consumption			
At nominal heat output	el_{max}	x,xxx	kW
At minimum heat output	el_{min}	x,xxx	kW
In standby mode	el_{SB}	x,xxx	kW
Permanent pilot flame power requirement			
Pilot flame power requirement (if applicable)	P_{pilot}	[x,xxx/ N.A.]	kW

Type of heat output/room temperature control (select one)	
single stage heat output, no room temperature control	[yes/no]
two or more manual stages, no room temperature control	[yes/no]
with mechanic thermostat room temperature control	[yes/no]
with electronic room temperature control	[yes/no]
with electronic room temperature control plus day timer	[yes/no]
with electronic room temperature control plus week timer	[yes/no]
Other control options (multiple selections possible)	
room temperature control, with presence detection	[yes/no]
room temperature control, with open window detection	[yes/no]
with distance control option	[yes/no]

Contact details	Name and address of the manufacturer or its authorised representative.

(*) PM = particulate matter, OGCs = organic gaseous compounds, CO = carbon monoxide, NO_x = nitrogen oxides
(**) Only required if correction factors F(2) or F(3) are applied.