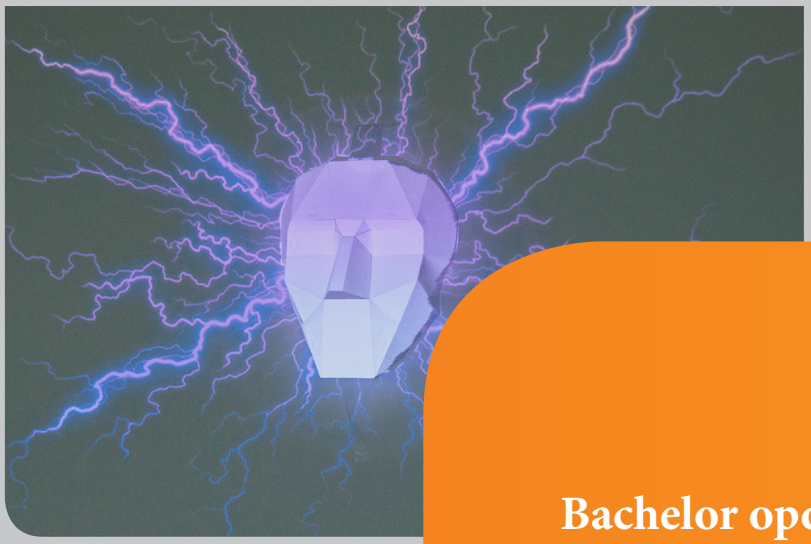
Het ontwerpen van een museuminstallatie over Nikola Tesla



Bachelor opdracht
Industrieel Ontwerpen
Kay Hoogsteder

Het ontwerpen van een museuminstallatie over Nikola Tesla

Kay Hoogsteder
S1197800

11 augustus 2014

Bedrijf: TwentseWelle
Bedrijfsbegeleider: Edwin Plokker
Begeleider Universiteit Twente: Jeroen Beeloo
Tweede examinator: Matthijn de Rooij

Oplage: 4
Aantal bladzijden: 102
Aantal bijlagen: 6

Dit verslag is geschreven in het kader van de Bachelor-opdracht voor Industrieel Ontwerpen aan de Universiteit Twente te Enschede.

Inhoudsopgave

6 Samenvatting
7 Summary

9 **Inleiding**
10 1.1 Plan van Aanpak

13 **Analyse**
14 2.1 Biografie
20 2.3 Ideeën & visies
23 2.4 War of Currents
24 2.5 TwentseWelle
28 2.6 Doelgroep
29 2.7 Concurrentieanalyse
33 2.8 Richtlijnen
33 2.9 Analyseconclusies

35 **Ontwerp**
36 3.1 Thema's
37 3.2 Gekozen thema
48 3.3 Concepten
50 3.4 Conceptkeuze

53 **Detaillering**
54 4.1 Herontwerp
61 4.2 Eindconcept
63 4.3 Verdere detaillering
80 4.4 Inhoud minivitrines
82 4.5 Realisatie

85 **Conclusies**
86 5.1 Conclusies

89 **Bijlagen**
90 A Bronnen
92 B Omschrijving museuminstallaties TwentseWelle
94 C Interactievormen museuminstallaties TwentseWelle
95 D Checklist museuminstallaties
96 E Masker Converse
97 F Maattekeningen minivitrines

Samenvatting

Het doel van mijn bacheloropdracht bij TwentseWelle is om een concept op te leveren voor een museuminstallatie over Nikola Tesla. Deze installatie zou onderdeel worden van een tijdelijke expositie over Tesla die tentoongesteld gaat worden begin 2015. De te ontwerpen museuminstallatie zal onderdeel zijn van deze expositie die te zien zal zijn in een kleine overkoepelde ruimte, het Ei.

Aangezien er vanuit TwentseWelle nog geen concrete ideeën over de tentoonstelling dan wel de museuminstallatie waren heb ik hier eerst onderzoek na gedaan. Literatuurstudie heeft een biografie van Nikola Tesla opgeleverd. Daarnaast zijn Tesla's belangrijkste uitvindingen zoals de AC motor, Tesla Coil en radio(besturing) en zijn belangrijkste visies zoals stroomopwekking met de Niagara Falls en draadloze elektriciteit opgesomd en toegelicht. Ook is er aandacht besteed aan de strijd die Tesla had met Edison in de War of Currents.

Om de museuminstallatie te laten aansluiten bij TwentseWelle is er een portfolio-onderzoek uitgevoerd. Hieruit kwamen terugkerende elementen van het museum naar voren zoals interactieniveau en kleurgebruik. Uit analyse naar vergelijkbare museuminstallaties bij Techniekmuseum HEIM en ScienceCenter NEMO bleek dat een hogere interactie over het algemeen voor een hogere aandacht oplevert voor het onderwerp. Dit resulteerde tot een lijst met richtlijnen waaraan de uiteindelijke Tesla installatie aan moet voldoen.

Na deze uitgebreide analyse is de conceptfase ingegaan. Diverse elementen uit Tesla's leven en zijn uitvindingen zijn vertaald naar concepten. De concepten die iets te maken hadden met de wereld zoals hij nu dankzij Tesla is spraken het meeste aan. Om dit thema te verduidelijken is een Tesla Matrix gecreëerd waarbij de tijd tegen de aan- of afwezigheid van Tesla is uitgezet. Dit vormde de basis voor de uiteindelijke opdrachtomschrijving: 'Ontwerp een museuminstallatie die laat zien welke grote uitvindingen Nikola Tesla gedaan heeft en welke visies hij had voor de toekomst'.

Vanuit deze opdracht zijn er nieuwe concepten ontwikkeld, onder te verdelen in 'Persoonlijk', 'Uitvindingen' en 'Wereldbeeld'. Elk concept sloot aan op de opdrachtomschrijving, maar had ieder een eigen insteek. Zo richtten ze zich respectievelijk op de persoonlijke kant van Tesla en zijn uitvinderproces, de specifieke uitvindingen die hij gedaan heeft en welke invloeden zijn uitvindingen op de samenleving hadden.

Om het beste uit het eindconcept te halen is ervoor gekozen de verschillende concepten te combineren en de interactie met de gebruiker te verhogen. Dit heeft uiteindelijk geleid tot het volgende eindconcept: aan de wand van het Ei is het hoofd van Nikola Tesla zichtbaar. Vanuit zijn hoofd lopen verschillende lichtsnoeren naar een stuk of zes minivitrines verspreidt door het Ei. Bij elke minivitrine wordt een probleem of een situatie gegeven. Door de bijbehorende plasmabol aan te raken wordt er verbinding gemaakt met het hoofd van Tesla. Op spectaculaire wijze waarbij bliksem ontstaat bedenkt Tesla een oplossing op het gegeven probleem of situatie in de vorm van een uitvinding. Deze uitvinding wordt vervolgens zichtbaar in de minivitrine en er wordt uitleg over gegeven.

Dit eindconcept is op verschillende vlakken verder gedetailleerd. Er zijn vier basis minivitrines ontstaan waarin verschillende elementen en objecten geplaatst kunnen worden. Een lijst met verschillende uitvindingen laat zien welke mogelijkheden en invullingen er gegeven kunnen worden aan elke minivitrine. De daadwerkelijke invulling is afhankelijk van wat TwentseWelle uiteindelijk wil exposeren en welk budget ze hiervoor hebben. Voor de hele museuminstallatie, waaronder de minivitrines en de combinatie met het hoofd van Tesla, is een voorstel gedaan voor de vormgeving. Deze is gevisualiseerd door enkele digitale renders en een zichtmodel. Tot slot is er een kort voorstel gedaan voor verdere technische uitwerking en realisatie van de museuminstallatie.

Summary

The purpose of my bachelor assignment at TwentseWelle was to develop a concept of a museum installation. The temporary exhibition was going to be about Nikola Tesla, a great inventor in worlds history. This installation would be a part of that exhibition, which is going to be open for visitors at early 2015. The exposition will be held in 'het Ei' (the Egg), with it's ovoid shape.

Since there weren't any concrete ideas yet from TwentseWelle about the exhibit or the installation I first had to do some research. Reading into literature resulted into a biography of Nikola Tesla. In addition are Tesla's most important inventions like the AC motor, Tesla coil and radio(control) and his most important visions like power generation with the Niagara Falls and wireless electricity summed up and explained. Also there is a description of the battle between Tesla and Edison in the War of Currents.

In order to let the museum installation blend in with TwentseWelle, research was performed into the portfolio of the museum. This came up with some returning elements of the museum such as interaction level and color. Analysis after similar museum installations at Techniekmuseum HEIM and ScienceCenter NEMO turned out that higher interaction stands for more attention paid to the subject. This resulted into a list of guidelines which the eventual Tesla installation has meet.

After this comprehensive analysis the concept phase started. Various elements from Tesla's life and inventions are translated into concepts. The most appealing concepts were those who had to do with what Tesla added to the world. To sort this out a Tesla matrix was created where the time was set against the presence or absence of Tesla. This created a base for the eventual assignment: 'Design a museum installation that shows Tesla's big inventions and visions for the future'.

From this direction there are new concepts developed, subdivided in 'Personal', 'Inventions', and 'World view'. Each concept corresponded with the description, but they all had their own approach. Respectively they pointed at the personal side of Tesla and his invention process, the specific inventions he did and the influences they had on the society.

To get the absolute best out of the final draft there is chosen to combine the different concepts and to higher the interaction with the user. This eventually led to the following final concept: On the wall of 'the Egg' is Tesla's head visible. Coming from his head there are several light strings leading to about 6 mini showcases spread out through 'the Egg'. At every mini showcase there's given a problem or situation. By touching the associated plasma globe there is a connection made to Tesla's head. In a spectacular way where lightning arises Tesla thinks of a solution for the given problem or situation in the form of an invention. This invention is made visible in the mini showcase with some corresponding explanation.

This final concept is further detailed at several levels. There are four different mini showcases in which there can be placed different elements and objects. A list with some inventions shows the options for filling in each mini showcase. The actual completion is dependent on the wishes of TwentseWelle and the budget they have got. For the complete museum installation, including the mini showcases and the combination with Tesla's head, there's been made a proposal for the styling. This is visualized by some digital renders and a scale model. To close it off there is made a proposal for further technical development and realization of the museum installation.

17
18
19
20

Inleiding

In dit hoofdstuk vind je de opdrachtomschrijving zoals ik die van TwentseWelle kreeg. Er wordt kort achtergrondinformatie gegeven over het museum. Verwachtingen over de uiteindelijke museuminstallatie worden afgesteld en er zijn hoofd- en deelvragen opgesteld. Dit bachelorverslag moet tenminste antwoord geven op deze vragen.

1.1 Plan van Aanpak

TwentseWelle is een museum in Roombeek, Enschede. Het vertelt 'Het Grote Verhaal' over de vindingrijkheid van de mens. Door middel van films, spelvormen en verhalen bij de verschillende objecten heeft het museum voor jong en oud iets te bieden. De collectie van TwentseWelle is een samenvoeging van de collectie van de Oudheidkamer Twente en die van voormalig Natuurmuseum Enschede en Museum Jannink. Deze combinatie maakt het mogelijk een compleet beeld te geven van het verleden van Twente in het museum.

In het 'ei', een ruimte voor tijdelijke mini-exposities (zie figuur 1.1), worden helden van de vindingrijkheid tentoongesteld. Momenteel is hierin een tentoonstelling te zien is over sterrenkundige Coenraad ter Kuile. Aan het eind van dit jaar (2014) wordt deze vervangen door een tentoonstelling over Nikola Tesla (1856-1943). Het museum ziet hem als een knotsgekke wetenschapper met een bijzonder karakteristiek leven. Daarnaast heeft hij ook enkele grote uitvindingen gedaan met betrekking tot wisselstroom die het huidige stroomnet maken zoals het is.

Het probleem is dat TwentseWelle nu nog niet echt concrete ideeën heeft over de realisatie van deze tentoonstelling. Het museum wil met de tentoonstelling informatie over Tesla overdragen aan de bezoekers. Deze tentoonstelling moet aansluiten bij het algemene thema: vindingrijkheid van de mens. Tesla wordt als een vindingrijk persoon gezien met enkele belangrijke uitvindingen. Echter weet bijna niemand iets af van Tesla noch zijn uitvindingen. TwentseWelle wil hier iets aan doen en is op zoek naar een mini-expositie met een of meerdere museumobjecten die iets vertellen over Tesla en zijn uitvinding(en). Het moet op een leuke leerzame wijze informatie aanbieden voor een brede doelgroep die zowel kinderen als volwassenen aanspreekt. Daarnaast moet het aansluiten bij de bestaande objecten en exposities die te zien zijn in het museum.

Hierbij is zowel het educatieve karakter als de goede aansluiting bij de 'beleving van Tesla' als vindingrijke wetenschapper van belang.

Vanuit TwentseWelle heb ik de opdracht gekregen om een eerste invulling te geven aan deze expositie. Hierbij is het doel van de opdracht het ontwerpen van een museumobject voor TwentseWelle over Nikola Tesla.

Figuur 1.1 Het Ei is een overkoepelde ruimte die aan het einde van 'Het Grote Verhaal' staat.

Het object kan gaan over een uitvinding of basisprincipe ontdekt door Tesla, maar ook over het persoonlijke leven of werkwijze van Tesla. Dit wordt gerealiseerd door een analyse uit te voeren over het leven van Tesla. Van de gevonden resultaten wordt er een element gekozen die het beste uitgewerkt en ervaarbaar gemaakt kan worden in de vorm van een museumobject. Het gekozen element wordt vertaald in enkele concepten voor museumobjecten die op creatieve wijze iets duidelijk maakt over Tesla. Daarnaast dienen ze aan te sluiten bij de doelgroep en andere expositie(objecten) van TwentseWelle. Het meest geschikte concept wordt verder ontwikkeld en gepresenteerd door middel van concepttekeningen en eventueel een model. Dit alles zal plaatsvinden binnen een tijdsbestek van 3 maanden.

Om tot een goede analyse te komen dienen in ieder geval de volgende (deel)vragen onderzocht en beantwoord te worden:

Hoe was het leven van Nikola Tesla?

- Welke (elektromechanische) uitvindingen of basisprincipes heeft Tesla gedaan?
- Wat zijn karakteristieke eigenschappen van Tesla?
- Hoe was de werkwijze van Tesla?
- Welke laboratoriumexperimenten deed Tesla?
- Wat is een kenmerkende 'stijl' die bij Tesla past?

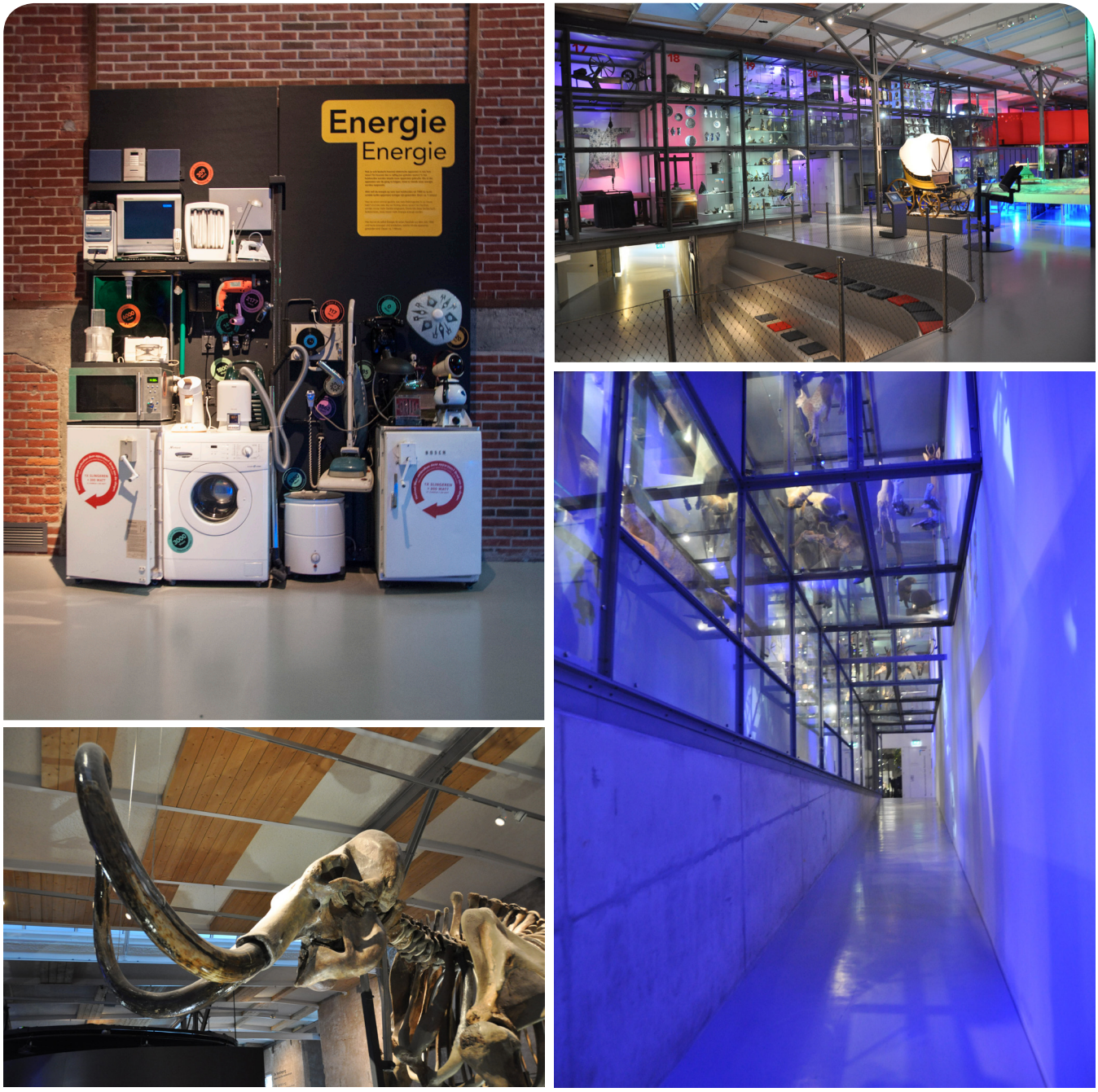
Hoe moet het museumobject informatie over Tesla geven?

- Wat is de doelgroep voor de expositie over Tesla?
- Hoe wordt momenteel bij andere museumobjec-

ten van TwentseWelle informatie overgedragen?
- Welke eigenschappen moet het museumobject hebben om op een geschikte manier informatie over te dragen aan de doelgroep?

Wat zijn de presentatiemogelijkheden voor het gekozen element over Tesla?

- Welke elementen lenen zich er het best voor om uitgelicht en ervaarbaar gemaakt te worden in een museumobject?
- Wat zijn interactiemogelijkheden die passen bij het gekozen element en de 'stijl' van Tesla?
- Hoe kan het element vertaald worden naar een begrijpbare 'taal' voor een brede doelgroep?



Figuur 1.2 Enkele foto's die een sfeerimpressie geven van TwentseWelle. Hier zie je bijvoorbeeld het diorama 'Energie', het skelet van een mammoet en de grote vitrine die zich over het hele museum uitstrekt.

2

Analyse

Om een goed beeld te krijgen van Nikola Tesla heb ik onderzoek gedaan naar hem en zijn uitvindingen. Door een analyse vanuit verschillende bronnen heb ik zijn levensverhaal in een (korte) biografie samengevat. Daarnaast zijn ook de belangrijkste uitvindingen, verdere ideeën van Tesla en de War of Currents toegelicht. Dit alles is te vinden in de paragrafen 2.1 tot en met 2.4.

Paragraaf 2.5 geeft een analyse over de TwentseWelle als museum. Hierin worden wat algemene kenmerken gegeven maar ook specifieke elementen uit de stijl van de museumobjecten besproken. De paragraaf hierna geeft aan wat de doelgroep voor de museuminstallatie over Tesla zal zijn. Er wordt kort onderzoek gedaan naar de verschillende eigenschappen van deze doelgroep.

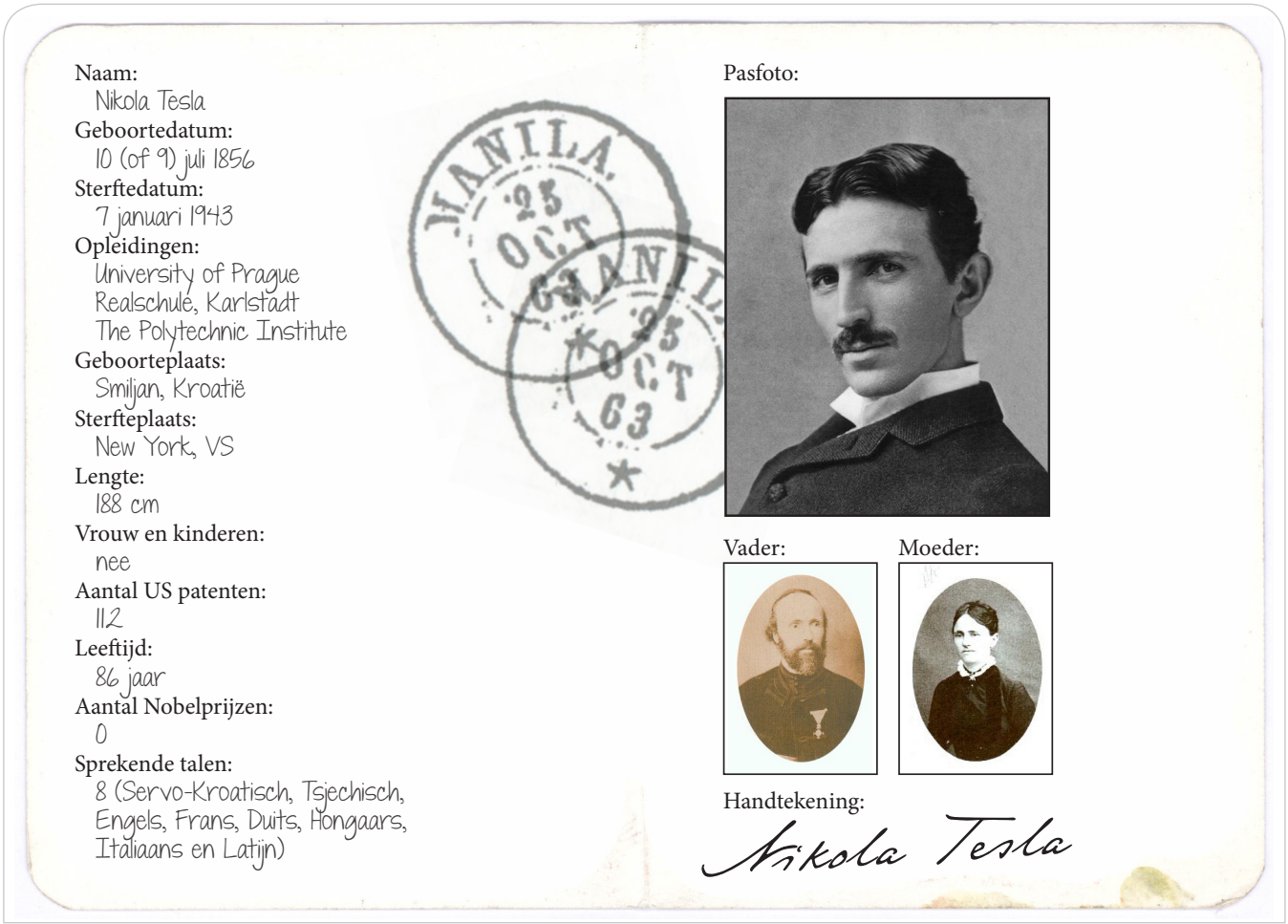
Om te kijken hoe andere musea informatie overdragen heb ik een concurrentieanalyse gedaan bij NEMO Science Center en Techniekmuseum HEIM. Hier zijn verschillende installaties geanalyseerd en conclusie getrokken. Dit resulteert in een lijst met verschillende richtlijnen waarmee rekening gehouden moet worden bij het ontwerpen van de Tesla-installatie.

2.1 Biografie

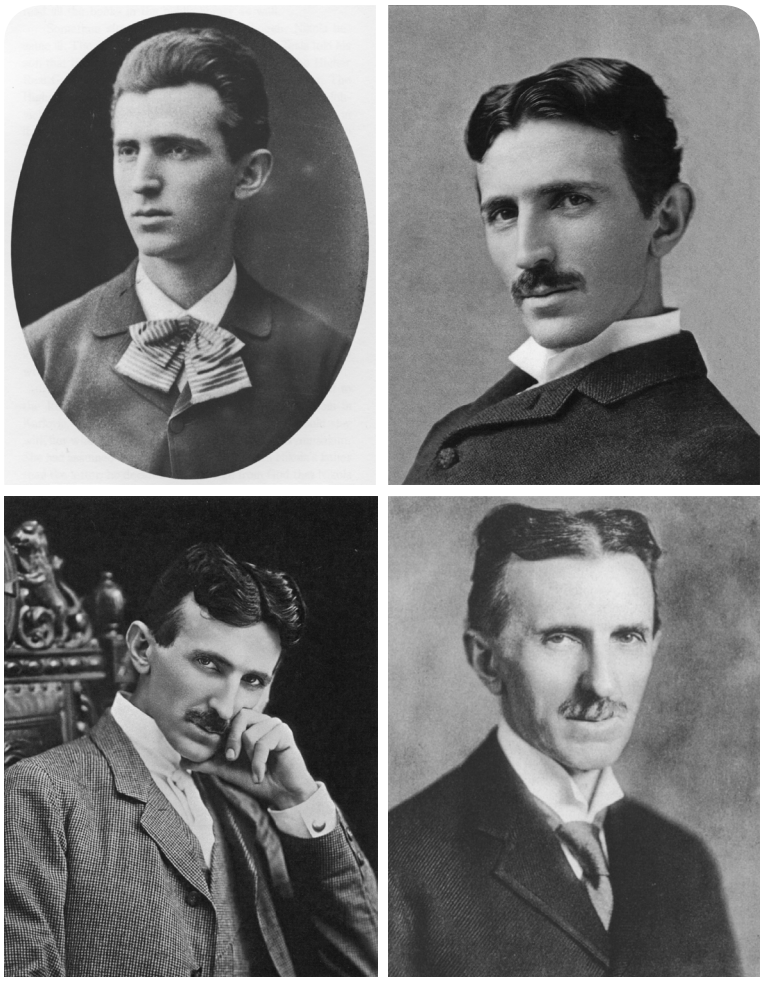
In de nacht van 9 op 10 juli 1856 werd Nikola Tesla geboren in Kroatië. Het was een stormachtige nacht met onweer waarop de kraamvrouw zei: “He’ll be a child of the storm,” waarop zijn moeder antwoordde: “No, of light.” Zijn vader was een orthodoxe priester en wilde dat Nikola de traditie in stand zou houden door ook priester te worden. Tesla’s moeder was zeer creatief in haar vrije tijd en bedacht allerlei handige keukenhulpjes. Toen Tesla 5 jaar was overleed zijn hoogbegaafde broer. Dit legde veel druk op de schouders van Tesla omdat nu alle verwachtingen op hem waren gericht.

Tijdens zijn jeugd had Tesla had last van hypergevoeligheid voor geluiden om hem heen. Hierdoor had hij concentratieproblemen en werkte hij graag alleen in stilte. Hij was al snel gefascineerd door de kracht van de Niagara Falls. Hij zag het wiel dat werd aangedreven door deze grote waterval al in zijn gedachten.

Op zijn 17e werd Tesla doodziek en had negen maanden last van cholera. Gelukkig overleefde hij dit en liet zijn vader hem natuurkunde en techniek studeren. Hij deed het goed op school en ontwikkelde al zeer snel interesse in natuurkundige vakken. Toch zagen docenten niet veel in hem noch zijn ideeën. Toen hij een docent een basis idee over een wisselspanningmotor (AC motor) liet zien werd hij voor de klas voor schut gezet en verteld dat hij een perpetuum mobile (een natuurkundig onmogelijke machine die voor eeuwig blijft lopen zonder toevoeging van energie) had ontworpen. Toch bleef Tesla vasthouden aan zijn idee en kreeg hij door middel van visioenen een steeds completer beeld van de AC motor. Tesla geloofde in de kracht van wisselspanning (Engels: alternating current, AC) omdat volgens hem alle energieën cyclisch zijn.



Figuur 2.1 Het ‘paspoort’ van Nikola Tesla.

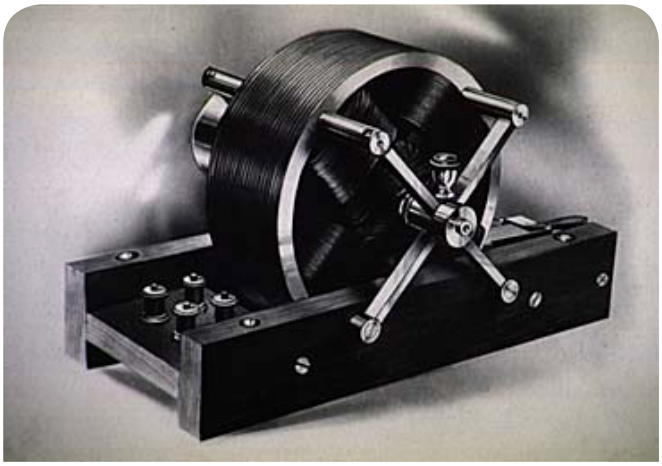


Figuur 2.2 Portretten van Tesla uit 1879, 1894, 1904 en 1920 toen hij respectievelijk 23, 38, 48 en 64 jaar oud was. (Tesla Universe)

Rond 1879 begon Tesla te werken als een assistent en had daarna ook nog een baan in Budapest en Parijs. Twee jaar later, in 1884, vertrok hij naar Amerika om daar voor Thomas Edison te gaan werken. Hij had een brief van aanbeveling en stond te popelen zijn ideeën over AC aan Edison te vertellen. Edison was toen echter bezig met de zijn DC systeem (gelijkspanning) en wilde niets over de ideeën van Tesla horen. Tesla kon wel voor Edisons bedrijf gaan werken en werd gevraagd het DC systeem te verbeteren. Als dit hem zou lukken werd hij beloond met $50.000. Toen Tesla hard had gewerkt en met 24 verbetervoorstellen kwam kreeg hij echter nooit de beloning die hem was beloofd. Edison: “You just don’t understand our American sense of humor, Mr Tesla.” Vol woede nam Tesla ontslag.

Gelukkig vond Tesla een paar kleine investeerders die hem in staat stelde een laboratorium op te zetten. Hier kon hij gaan werken aan de verbetering van de lamp en bood hem dit daarnaast de gelegenheid prototypes te maken van de AC motor en deze te testen. Binnen vijf jaar had hij 22 patenten aangevraagd over verschillende typen AC generatoren. Na een lezing bij de American Institute of Electrical Engineers over zijn ideeën van AC kreeg hij een deal van Westinghouse. Die kochten toen grotendeels van zijn patenten en gingen met Tesla samenwerken. Hij zou $2,50 krijgen voor elke pk die opgewekt zou worden door de uitvinding van Tesla. (Dit contract verbrak Tesla later zelf omdat hij zag dat Westinghouse het financieel moeilijk had. Hij was allang blij dat ze hem gesteund hadden bij zijn ideeën en ontwikkeling.)

Edison was niet blij met de opkomende ideeën van Tesla. Het gelijkspanningssysteem (DC) dat Edison met zijn bedrijf had bedacht was op dat moment de standaard. Hij zag AC als een ware bedreiging en begon met een negatieve campagne over AC om de ‘gevaren’ ervan te demonstreren en verspreidde hierbij valse informatie. Hiermee begon de War of Currents die vooral bekend staat om de strijd tussen Edison, voorstander van gelijkspanning, en Tesla, voorstander van wisselspanning. Deze ‘oorlog’ ging zelfs zo ver dat Edison publiekelijk huisdieren elektrocuteerde en zelfs een



Figuur 2.3 Een model van een twee-fasige inductiemotor die Tesla presenteerde tijdens de AIEE-lezing in 1888. (PBS)

Figuur 2.4 Gebouwen worden verlicht door het AC-systeem op de World Columbian Exposition. (PBS)

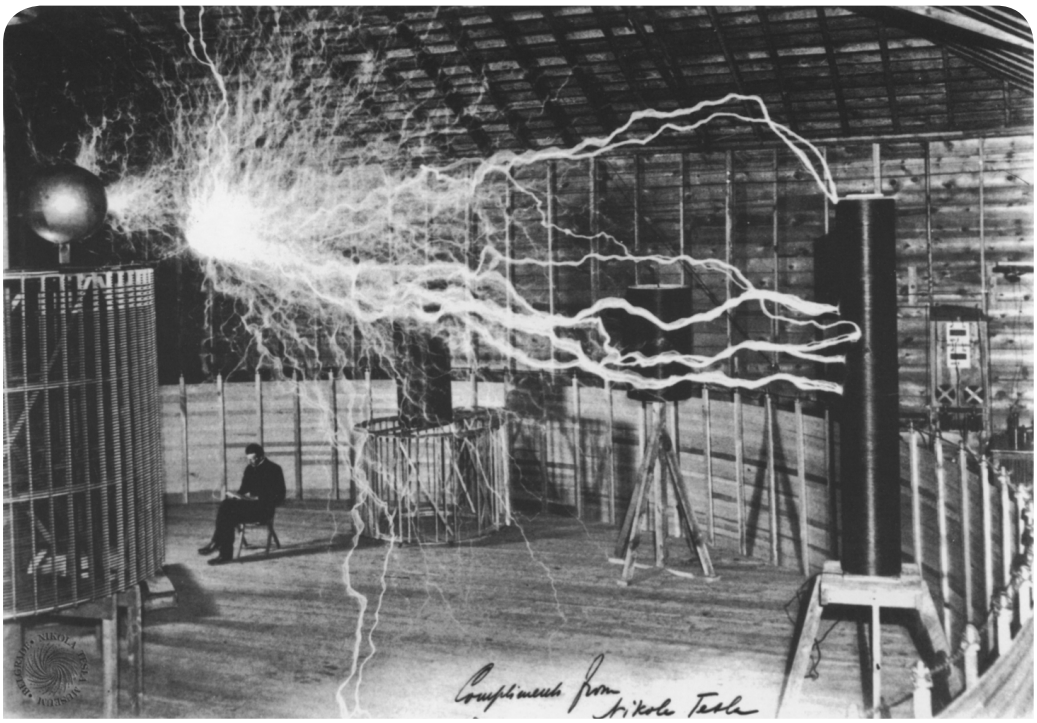
olifant om te laten zien dat AC niet veilig zou zijn voor in huis gebruik.

Op de World Columbian Exposition in Chicago (1893) liet Tesla een grootschalige demonstratie van zijn AC-systeem zien. Met de druk op een knop werd het systeem met AC-motoren ingeschakeld en liet het tientallen duizenden lampen oplichten zoals te zien is in figuur 2.4. Hiermee liet hij zien dat zijn systeem goed en veilig werkte, ook op grote schaal.

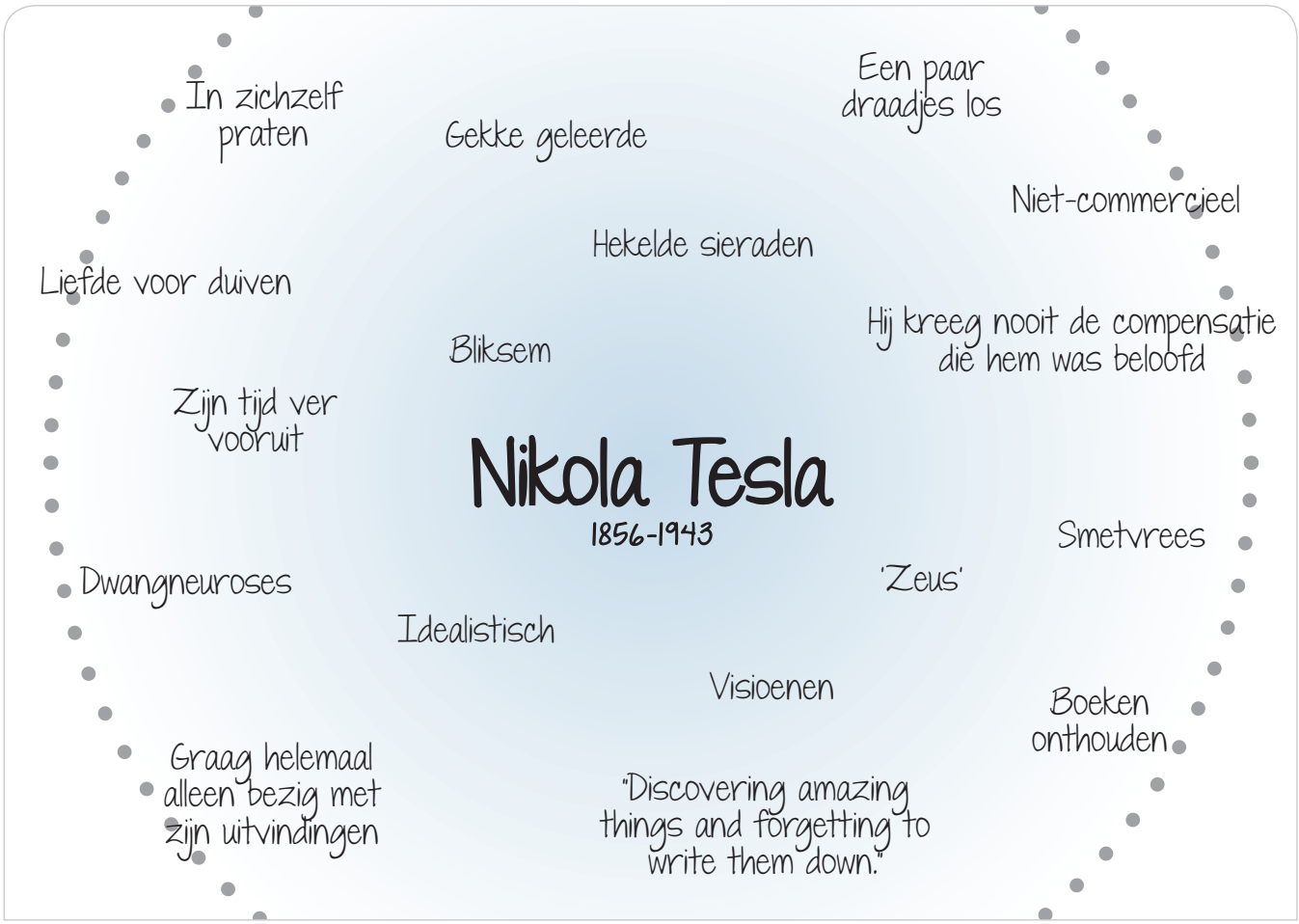
In 1895 realiseerde Tesla zijn droom over de Niagara Falls. Hij kreeg een contract om een waterkrachtcentrale te bouwen in deze waterval. Nadat de bouw was voltooid werd er stroom gegenereerd en getransporteerd naar Buffalo, en uiteindelijk ook naar New York. Dit was een groot succes en snel waren de voordelen van AC duidelijk. Uiteindelijk moest ook Edison zich overgeven aan deze betere stroomvariant.

In de fase hierna begon Tesla met het experimenteren van elektriciteit op hoge frequenties. Hij bedacht de Tesla Coil, een meertrapstransformator die lage voltages omzet in hoge voltages, te zien in figuur 2.5. Deze stroom komt vervolgens vrij in de vorm van vonken door de geïoniseerde lucht. Met deze hoge frequentie gebieden kreeg Tesla het voor elkaar om neon-lampen draadloos te laten oplichten. Hiermee begon zijn levenlange obsessie over het draadloos verzenden van elektriciteit.

Ondertussen won Marconi een Nobelprijs voor de radio. Deze uitvinding gebaseerd op 17 patenten van Tesla, waaronder de Tesla Coil. Tesla had echter niet genoeg financiële steun om dit aan te kunnen spannen. Eerder liep Tesla (net als Edison) ook al een Nobelprijs mis voor de bijdrage aan de ontwikkeling van elektriciteit.



Figuur 2.5 Hier zie je Tesla bij een grote Tesla Coil in Colorado Springs zitten. De foto is gemaakt met een dubbele belichting waardoor het net lijkt of Tesla zich daadwerkelijk onder de 7 meter lange bliksem bevindt. De foto is geadresseerd aan William Crookes en op de achterkant staat: 'To my illustrious friend Sir William Crookes of whom I always think and whose letters I never answer. June 17, 1901 Nikola Tesla.'
(Tesla Universe)



Figuur 2.6 Overzicht van verschillende kenmerken die bij Nikola Tesla passen.

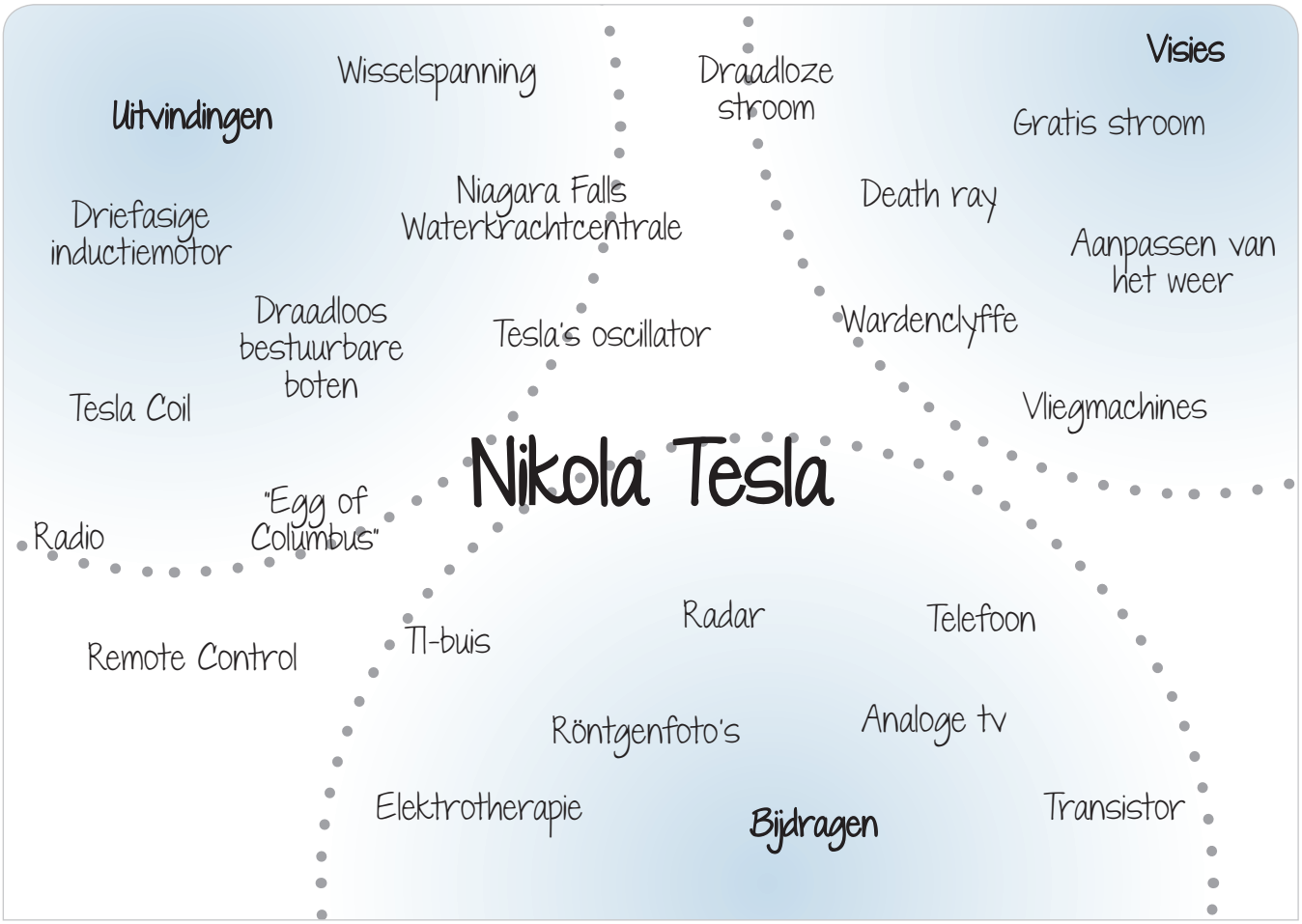
Om de mogelijkheden van de Tesla Coil en radio te laten zien ontwikkelde Tesla een op afstand bestuurbare boot. Men was zeer onder de indruk van deze demonstratie. Tesla zag deze boot als een van de eerste 'robots' die de mens zou dienen.

Rond 1901 begon Tesla met het bouwen van de Wardenclyffe toren. Deze toren zou wereldwijde draadloze communicatie mogelijk maken. Toen de geldschieter er echter achter kwam dat het daadwerkelijke doel het draadloos versturen van elektriciteit was, stopte hij met financieren. De toren werd in 1917 dan ook weer afgebroken en werd nooit volledig operationeel.

Tesla had een grote hekel aan oorlog. Hij was opzoek naar een manier om oorlog om te zetten in 'enkel een spektakel van machines'. In 1931 kwam hij met een nieuwe soort energie in de vorm van een death beam. Dit zou, hoe tegenstrijdig de naam ook klinkt, oorlog onmogelijk maken. Op 7 januari 1943 overleed Nikola Tesla in New York. Door Tesla's dood zijn de ideeën en papieren over de death beam nooit volledig ontdekt.

Tesla was eigenlijk zijn hele leven een arme man. Hij kon niets commercialiseren, hij had nauwelijks genoeg geld voor zijn eigen onderzoek en kreeg nooit de beloningen die hem beloofd werden. Uiteindelijk hebben anderen met zijn uitvindingen, die van groot belang zijn geweest voor de industrie, bakken met geld weten te verdienen.

Tesla had een aparte persoonlijkheid en was een excentrieke zonderling. Zo had hij een hekel aan sieraden, liefde voor duiven en een obsessie met het getal drie. Hij had last van smetvrees waardoor hij een hekel had aan handen schudden. Hij was echter enorm slim. Hij sprak 8 verschillende talen, kon gehele boeken onthouden en uitvindingen in zijn hoofd voor zich zien zonder



Figuur 2.7 Overzicht van de uitvindingen, visies en bijdragen van Tesla.

ze eerst op papier uit te werken. Hij was een echte uitvinder en graag dag en nacht bezig met experimenteren. Hierdoor heeft hij de liefde voor een vrouw nooit kunnen vinden. Figuur 2.6 laat een woordweb zien over Tesla's persoonlijkheid.

2.2 Uitvindingen

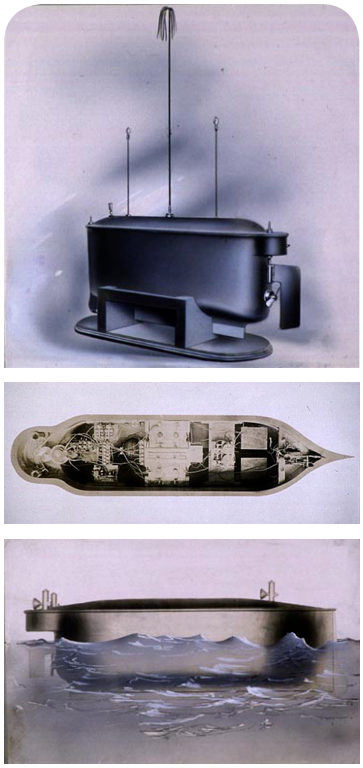
Een van de eerste grote uitvindingen die Tesla gedaan heeft is de AC motor en zorgde voor de grote inzetbaarheid van elektrische stroom. Daarnaast heeft hij nog vele anderen uitvindingen gedaan zoals te zien is in figuur 2.7. Hierin is daarnaast ook zichtbaar aan welke uitvindingen hij heeft bijgedragen en wat zijn visies waren. De meeste uitvindingen bedacht Tesla eerst in zijn hoofd, zette ze daarna op papier en ging er vervolgens verder mee experimenteren in zijn laboratorium. Zijn (belangrijkste) uitvindingen zullen hieronder toegelicht worden.

Wisselspanningsmotor (1883)

In de tijd van Tesla hadden bestaande motoren bewegende en contactmakende elektrische onderdelen nodig. Tesla ontwikkelde een wisselspanningsmotor (AC motor) die gebruik maakt van een draaiend magneetveld. Dit kon gerealiseerd worden door 3 wisselstromen met elk een faseverschuiving van 120°. Daarom wordt deze motor ook wel een meerfasige inductiemotor genoemd. Elke wisselspanning gaat door een bijbehorende spoel. Deze genereert dan een wisselend magneetveld wat de draaiende rotor op precies de goede momenten aantrekt en weer afstoot. De motor was een echte doorbraak omdat het maken ervan niet veel kostte terwijl ze wel zeer veel efficiëntie opleveren. Omdat er geen mechanische onderdelen zoals koolstofborstels benodigd waren blijft slijtage beperkt. Daarnaast was dit de eerste praktische toepassing van wisselspanning. Wisselspanning was al eerder ontdekt, maar Tesla was de eerste die er in slaagde deze stroom

om te zetten in beweging. Tesla had 20 patenten op verschillende AC motoren na de ontwikkeling van zijn eerste motor. Vandaag de dag zijn alle motoren op Tesla's principe gebaseerd en kunnen ze 3000 rotaties per minuut halen.

Tesla-transformator (1890)
De Tesla-transformator (Engels: Tesla Coil) is een uitvinding die veel spektakel met zich mee bracht door het zichtbaar maken van elektrische ladingen. Alle componenten benodigd voor de transformator bestonden al, maar de typische verbinding maakt het zo bijzonder. Het bestaat uit een stroomtoevoer, een grote condensator, een spoel en een verstelbare vonktransmitter. De Tesla Coil 'spaart' het lage input voltage op en laat het in korte impulsen van extreem hoge voltages weer vrijkomen. Hierbij ontstaat er een zeer sterk impuls waarbij alle opslagen energie in 1 keer vrijkomt. Dit proces van op- en ontladen herhaalt zich honderden keren per seconde. Dit resulteert in bliksemschichten die vanaf de coil door de geïoniseerde lucht gaan. Er ontstond ook een elektromagnetisch veld rondom de transformator waarmee met gas gevulde lampen draadloos opgelicht konden worden. Tesla maakte zijn grootste coil in Colorado in 1899. Deze had een diameter van bijna 16 meter en kon pulsen van 12Mv creëren. Vandaag de dag wordt de Tesla Coil nog steeds gebruikt in televisies en radio(signalen). Tesla liet zich graag fotograferen met de Tesla Coil zoals te zien is in figuur 2.5. Foto's als deze leverde een grote bijdrage aan de mythe die er ontstond rondom Tesla.



Figuur 2.8 Enkele afbeeldingen van de radiografisch bestuurbare boot. (PBS)

Radio (1895)
Radiosignalen zijn elektromagnetische golven die liggen tussen de 1 hertz en paar gigahertz. De Coils van Tesla creëren radiogolven en Tesla pikte op experimentele wijze deze radio signalen op. Marconi won echter de Nobelprijs voor de uitvinding van de radio, maar eigenlijk was al zijn werk gebaseerd op voorafgaand werk van Tesla. Tesla reageerde op Marconi die net het eerste radiosignaal had verstuurd: *"Marconi is a good fellow. Let him continue. He is using seventeen of my patents."* Tesla was de eerste die radiosignalen uit de ruimte opving. Hij dacht aanvankelijk dat het buitenaardse wezens waren die de boodschap: '1, 2, 3' over wilde brengen. Nu is bekend dat die opgevangen straling ontstaat door planeten, de zon en andere sterren.

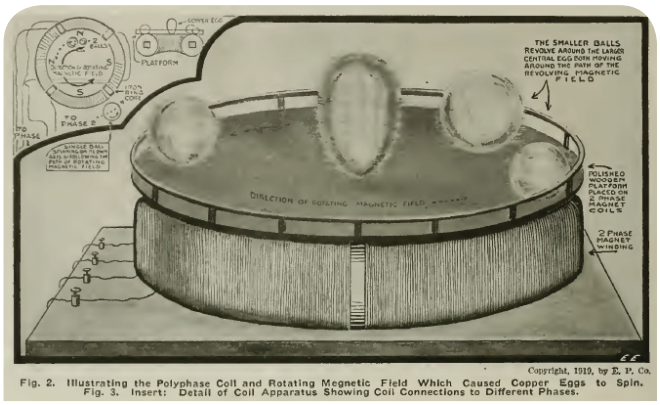


Fig. 2. Illustrating the Polyphase Coil and Rotating Megnetic Field Which Caused Copper Eggs to Spin.
Fig. 3. Insert: Detail of Coil Apparatus Showing Coil Connections to Different Phases.

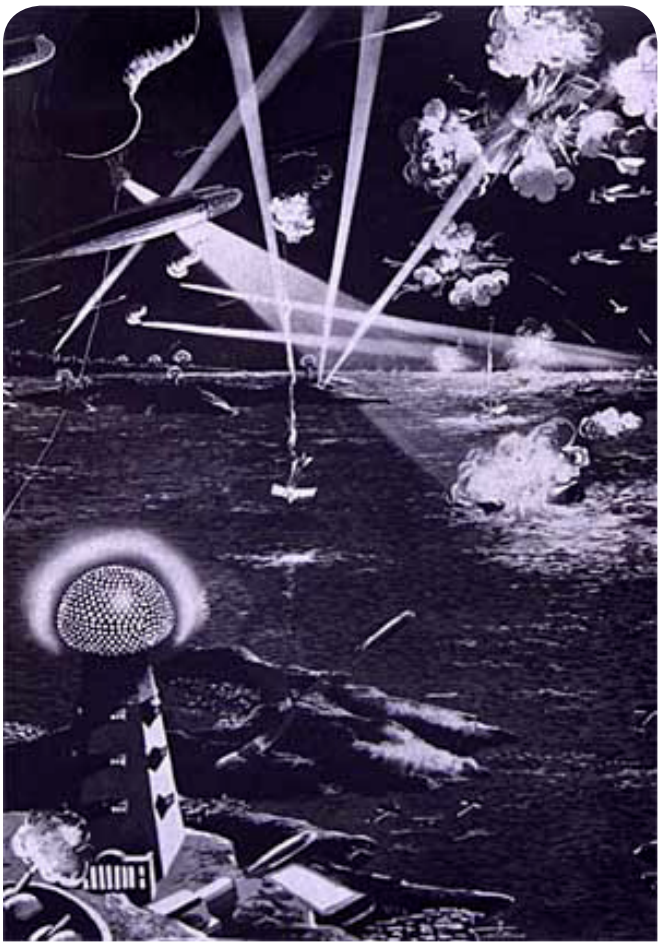
Figuur 2.9 Tesla's versie van 'het ei van Columbus'.

Radiografische besturing (1898)
Tesla ontwikkelde een draadloos radiografisch bestuurbare boot zoals te zien is in figuur 2.8. Er zaten batterijen in die motoren en lampjes aanstuurde als ze daarvoor een radiosignaal ontvingen. Tijdens de eerste demonstratie van de boot moest hij hem openmaken om te laten zien dat er echt geen mensen het bootje bestuurde. Tesla zag een wereld voor zich waarbij de mens ontlast werd en robot de mens diende. De bestuurbare boot was een van deze eerste 'robots' en er zouden er nog velen volgen.

Fosforescerende lampen
Tesla experimenteerde met opstellingen om verlichting beter te maken. Hij had een hoge frequentie en een hoge voltage lamp ontwikkeld die op een veel efficiëntere manier licht creëerde met minder warmteverlies. In 1893 liet Tesla op de Chicago World's Fair als eerste persoon zijn fosforescerende lampen zien die draadloos energie kregen uit de opgewekte hoge frequentie velden. Deze lampen zijn aan de binnenkant bedekt met een fluorescerende stof en gevuld met een edel-

gas en kwikdamp. Door spanning te zetten op de twee elektroden ontstaat er ultraviolet licht dat door de fosforescerende laag omgezet wordt in zichtbaar licht. Ze kunnen echter ook licht uitzenden door ze bij een elektrisch veld te houden dat bijvoorbeeld door een Tesla Coil opgewekt wordt.

'Egg of Columbus' (1893)
Als demonstratie van de wisselspanning en de veiligheid hiervan had Tesla een opstelling gemaakt zoals in figuur 2.9. Hij liet het principe van draaiende magnetische velden zien door een stalen ei op een platform te leggen. Op het moment dat de installatie werd ingeschakeld ging door vier spoelen een elektrische wisselspanning. Dit veroorzaakte een magnetisch veld dat het ei deed ronddraaien tot het uiteindelijke op zijn stompe kant bleef balanceren.



Figuur 2.10 Tesla zag oorlog voor zich als 'een spektakel van enkel machines' waaronder de Death Beam. In 1922 maakte Paul Frank bovenstaande illustratie naar aanleiding van Tesla's ideeën. (PBS)

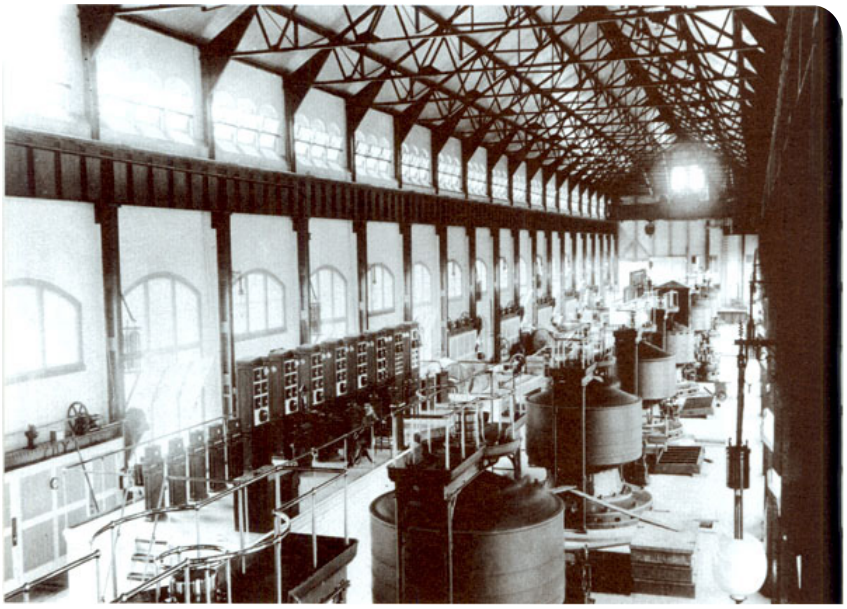
Tesla's oscillator (1898)
Ook wel bekend als Tesla's aardbevingsmachine. Het apparaat was maar 18 centimeter lang en woog twee pond. Hierdoor kon je het gemakkelijk meenemen. Het is een apparaat dat op allerlei verschillende frequenties kon trillen. Toen hij met dit apparaat aan het experimenteren was wist hij de eigen frequentie van het gebouw te halen. Het veroorzaakte een kleine 'aardbeving' in New York in 1898, met Tesla als oorzaak in het epicentrum. Naar verluid moest hij het apparaat kapot maken met een hamer om de ravage te stoppen. Of dit verhaal waar is weet niemand zeker.

2.3 Ideeën & visies

Tesla was een man met grootse ideeën. Hij had een duidelijk beeld over de wereld en wilde het leven voor de mensen beter maken. Hij geloofde als geen ander in zijn eigen uitvindingen. Zo is door zijn doorzettingsvermogen AC de standaard geworden. Ook zijn jeugddroom over de Niagara Falls heeft hij weten te realiseren. *"There are few people in this world who can pride themselves on having realized in their lifetime ideas from their childhood. Nikola Tesla is one of them."* Tesla had nog veel meer ideeën die hij graag wilde realiseren, maar dit lukte hem vaak niet omdat het aan financiële steun ontbrak.

Waterkrachtcentrale in de Niagara Falls
Zijn eerste ideeën hiervoor ontwikkelde hij al in de tijd dat hij nog op de basisschool zat. Hier maakte hij voor het eerst kennis met mechanica en was zeer geïnteresseerd in hydrauliek en waterturbines. *"I was fascinated by the description of Niagara Falls, which I carefully read – and in my imagination I pictured a large wheel moved by these cascades. I told my uncle I would go to America and realize my project over there. Thirty years later, I saw my ideas carried out at Niagara, and I admired the unfathomable mystery of mind."* In 1896 werd in de waterval de eerste 5.000 pk generator geïnstalleerd die door Tesla was ontworpen en gerealiseerd. Het genereerde 22.000 volt en werd via transformatoren en kabels naar de stad geleidt. Binnen enkele jaren werden het aantal generatoren uitgebreid naar 10 en werd de stroom naar New York geleid. Hij was zeer tevreden met deze duurzame energiebron en zag dit als de toekomst voor de wereld.

Death ray
Tesla had plannen voor de ontwikkeling van een death



Figuur 2.11 Inrichting van de energiecentrale naast de Niagara Falls. (PBS)

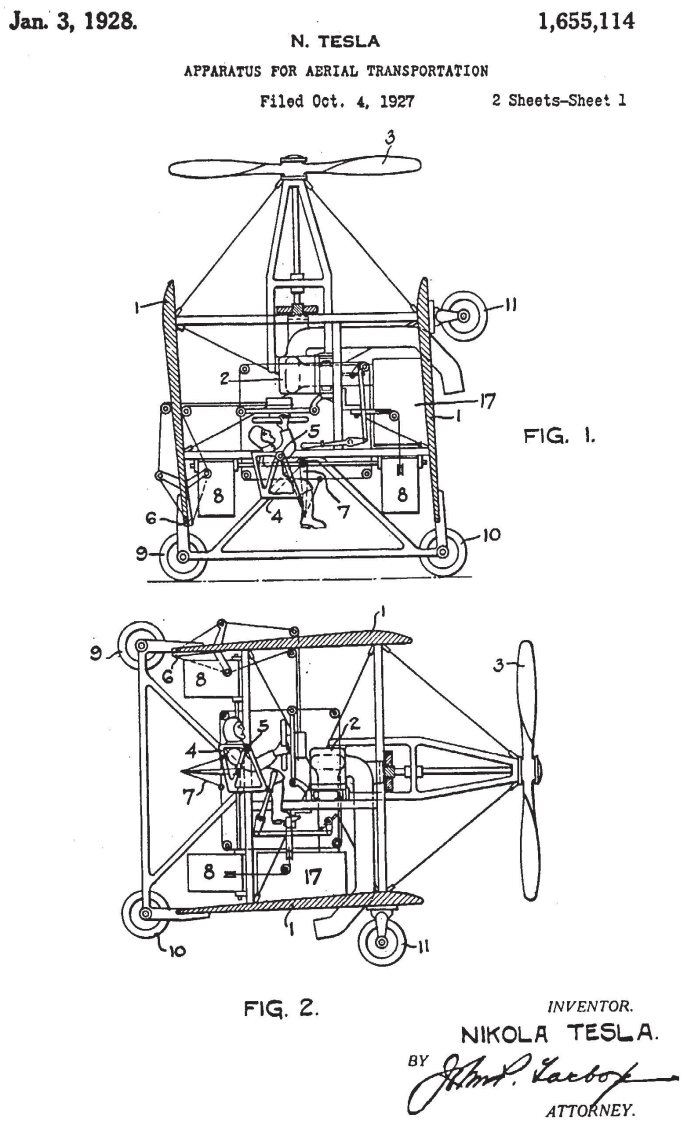
ter grote van een haar. Hij liet dit concept zien aan de VS, maar die hadden echter geen interesse. Door zijn overlijden is het idee over de Death ray nooit verder uitgevoerd. Echter gaan er ook stemmen op dat de overheid de documenten van Tesla over dit apparaat geheim houdt omdat ze bang zijn dat het in verkeerde handen terecht komt. De enige vorm van de 'death ray' die we tegenwoordig kennen is een 'charged particle beam', alhoewel het resultaat dat Tesla voor ogen had nooit behaald is.

Draadloze stroom voor iedereen

In 1901 startte Tesla het Wardenclyffe project op Long Island (NY). Het bestond uit een toren van 57 meter hoog en had op zijn top een grote bol die diende als antenne zoals te zien is in figuur 2.12. Het was een toren die voor draadloze energieverzending moest dienen. Tesla wilde elektriciteit versturen over de Atlantische oceaan naar de kust van Engeland. "… the realization of my greatest dream; namely, transport of power from station to station without the use of any kind of wire." Met meerdere torens op verschillende locaties wilde hij de gehele wereld voorzien van draadloze stroom. Uiteindelijk zouden stroomkabels en accu's niet meer nodig zijn omdat alle elektriciteit direct uit de lucht gehaald kon worden. De toren werd in 1901 opgebouwd, maar helaas enkele jaren later alweer afgebroken omdat de geldschieter van Tesla zijn project niet meer ondersteunde. Andere investeerders waren ook niet geïnteresseerd omdat door de draadloze verzending van elektriciteit ze niet konden meten hoeveel stroom iedereen verbruikte. Ze

ray (1936). Dit apparaat zal een straal veroorzaken die vliegtuigen uit de lucht kon schieten. Het zou een bereik moeten hebben van 200 miles. Duizenden pk's zouden getransporteerd kunnen worden via een straal

Figuur 2.12 Illustraties van de Wardenclyffe toren waarmee Tesla de hele wereld van draadloze stroom wilde voorzien. (Tesla Universe)


Jan. 3, 1928. 1,655,114

N. TESLA

APPARATUS FOR AERIAL TRANSPORTATION

Filed Oct. 4, 1927 2 Sheets-Sheet 1

FIG. 1.

FIG. 2.

INVENTOR.
NIKOLA TESLA.
BY
ATTORNEY.

Figuur 2.13 Afbeelding uit het patent '1,655,114 - Apparatus for Aerial Transportation' aangevraagd door Tesla in 1927. Dit is een van de weinige patenten die Tesla bezit die niet over elektriciteit gaan. (Tesla Universe)

hadden geen draad om het meetkastje tussen te stoppen en had daarom geen commercieel doel.

Mede door het afbreken van de toren is het draadloos versturen van elektriciteit over grote afstanden nooit gelukt. Het lukte Tesla wel om enkele lampen over een maximale afstand van 100 meter te doen oplichten. Het versturen van grotere hoeveelheden energie is ook tot op de dag van vandaag niet haalbaar omdat er te veel energieverlies optreedt. Dit omdat via een draad de energiebeweging alleen langs 1 dimensie is. In de lucht kan energie langs 3 dimensies bewegen waardoor het snel verminderd. Echter maken we tegenwoordig wel gebruik van het draadloos versturen van kleine hoeveelheden energie, bijvoorbeeld met onze mobiele telefoon.

Alternatieve energiebronnen

Tesla maakte zich grote zorgen over het feit dat we fossiele brandstoffen van de natuur zo hard nodig hadden voor stroomopwekking. Deze raken te snel op en Tesla was grote voorstander van het zoeken en gebruiken van non-fossiele, hernieuwbare energiebronnen. De waterkrachtcentrale in de Niagara Falls is een mooi voorbeeld hiervan. Ook zocht hij naar manieren om energie uit de grond en de lucht te halen. Hierbij deed hij onderzoek naar natuurlijke spanningsverschillen in de aarde die optreden over grote afstanden. Hij hoopte deze te kunnen opvangen en gebruiken als natuurlijke spanningsbron. Tevens wilde hij met de Wardenclyffetoren en andere grote antennes energie van de zon aftappen om vervolgens te kunnen gebruiken op aarde.

Het aanpassen van het weer

Tesla dacht dat de invloed van radiogolven zo groot was dat je er zelfs het weer mee zou kunnen veranderen. Door extreem lage frequentie golven de lucht in te sturen worden delen van de atmosfeer verhit en neemt het vochtigheid met zich mee. Hiermee zouden verschillende weerpatronen opgewekt kunnen worden.

Vliegmachines

Zoals te zien is in figuur 2.13 patenteerde Tesla in zijn laatste jaren ook nog enkele ideeën over vliegmachines. Met wiskundige formules legt hij uit eerst hoe een helikopter vliegt en zichzelf positioneert. Dan spreekt hij over een 'helikopter-vliegtuig' dat, zoals de naam al doet vermoeden, een combinatie is van beiden vervoersmiddelen. Door middel van een propeller stijgt het eerst recht omhoog op. Eenmaal in de lucht kantelt het apparaat 90 graden waardoor de propeller gepositioneerd is zoals bij een normaal vliegtuig.

Vervolgens kan de machine horizontaal door de lucht vliegen. Hierdoor zijn er geen startbanen nodig en kan het ook gebruikt worden in volgebouwde omgevingen.

2.4 War of Currents

In New York werden stroomvoorzieningen aangelegd vanaf 1870. Edison had op dat moment met zijn DC-systeem een monopoliepositie in de markt. Het AC-systeem van Tesla vormde hier een bedreiging voor. De strijd tussen de twee elektriciteitssoorten, de War of Currents, werd uiteindelijk gewonnen door AC. Dit systeem had zich door de Chicago World Fair en de energiecentrale in Niagara Falls als beste bewezen. Vanaf toen werd zo'n 80% van het elektriciteitnetwerk gerealiseerd met het AC-systeem.

Figuur 2.14 Cartoon weergave van de strijd tussen Tesla en Edison. (ThinkGeek)

Wat is nou precies het verschil tussen AC en DC?
Bij gelijkspanning of direct current (DC) is de energiestroom bij gelijkspanning is uitsluitend in 1 richting. Het systeem werkt op een constant voltage. Het grote nadeel is dat een eenmaal opgewekt voltage in gelijkspanning niet meer kan worden omgezet naar een hoger of lager voltage. Dit houdt in dat het te hoog opwekken van elektriciteit lampen aan de andere kant van de draad laat knappen. Daarnaast vereisen verschillende toepassing in fabrieken verschillende voltages. Dit zou impliceren dat voor elk voltage een andere stroomdraad getrokken moet worden. Een ander nadeel was dat DC niet ver getransporteerd kon worden. Door het hoge energieverlies zouden elke twee mijl een nieuwe energiecentrale nodig zijn. Daarnaast zijn er dikke koperen draden nodig voor de geleiding ervan omdat de stroom zich vooral omzette in warmte. Gelijkspanning wordt nog wel toegepast in batterijen, brandstof- en zonnecellen en LEDs. De meeste kleine huishoudelijk apparaten werken op gelijkstroom.

Wisselspanning of alternating current (AC) is een vorm van elektriciteit waarbij de stroomrichting periodiek van richting wisselt, vaak in de vorm van een sinus. De elektriciteit die een energiecentrale genereert wisselt ongeveer 50 keer per seconde in Europa en respectievelijk 60 keer in Amerika. AC heeft als grote voordeel dat het eenvoudig omgezet kan worden door transformators naar andere voltages. Hierdoor kan hoge voltages gebruikt worden voor het verzenden over grote afstanden, en lage voltages voor het veilig in huis gebruik maken van elektriciteit. Dit stelt het gebruik dunne elektriciteitkabels mogelijk. Het kan elektriciteit over lange afstanden transporteren, in de tijd van Tesla maar liefst 40 km.

Een transformator kan het voltage van een wisselspanning omzetten. Het heeft een 'input kant' en een 'output kant'. Het elektrische vermogen is aan beiden kanten gelijk (U*I). Dit houdt in dat als de spanning met factor c omhoog getransformeerd wordt, de stroom met dezelfde factor omlaag getransformeerd wordt. Bij het laag houden van de stroom wordt spanningsverlies geminimaliseerd. Edison systeem was gebaseerd op hoge stroom, waardoor er dus veel stroomverlies optreedt.

Edison VS Tesla persoonlijk
Edison was meer een CEO dan een uitvinder. Hij richtte zich sterk op marketing en financieel succes. Hij deed vele patentaanvragen en kocht er ook veel over om op zijn eigen naam te zetten. Tesla was veel meer een uitvinder. Hij had momenten van inspiratie waarin hij uitvindingen in zijn hoofd voor zich zag en vervolgens op papier uit werkte. Edison had een tactiek van trial-and-error en gaf aan dat uitvinden slechts voor 5% uit inspiratie bestond. Edison had zichzelf het beroep geleerd, terwijl Tesla formele erkende Europese educatie had begaan.

2.5 TwentseWelle

Algemeen

TwentseWelle is in 2008 geopend en ontstaan uit de samenvoeging van de collecties van Oudheidkamer Twente en die van voormalig Natuurmuseum Enschede en Museum Jannink. Steeds meer probeert de TwentseWelle de nadruk te leggen op de vindingrijkheid van de mens met voorbeelden uit Twente. Op jaar basis heeft het museum zo'n 150.000 bezoekers die 'Het Grote Verhaal' bezoeken. Dit vertelt het verhaal over de mens door de jaren heen. Door het gehele museum is er een begeleidende audiotour beschikbaar, ingesproken in het Nederlands en Twents. Alle teksten in het museum zijn zowel in het Nederlands als in het Duits beschikbaar. Door het meer nationale karakter dat de TwentseWelle nastreeft zullen alle tijdelijke exposities ook teksten in het Engels aanbieden.

Figuur 2.15 Negen museuminstallaties van TwentseWelle. Op volgorde: 1) Energie 2) Arm en rijk 3) Twentse sagen 4) Geloof en rampspoed 5) Klimaat 6) Standenmaatschappij 7) Bodem en water 8) Thuis 9) Jagen en verzamelen.

Analyse museuminstallaties
Om een goed beeld te krijgen van wat TwentseWelle momenteel te bieden heeft voor bezoekers heb ik een analyse gedaan. Je zou dit kunnen beschouwen als een soort portfolio-analyse. Hierbij heb ik vooral gekeken naar installaties die ongeveer vergelijkbaar zullen zijn met de uiteindelijke Tesla-installatie. Dit houdt in: installaties die iets duidelijk willen maken over een bepaald onderwerp of begrip en hierbij enige interactie met de bezoeker begaat. Het gaat hierbij om 14 museuminstallaties. Deze zijn allemaal ontworpen zijn door externe partijen. Per installatie heb ik een omschrijving opgesteld die verschillende karakteristieke elementen toelicht. Deze lijst met omschrijvingen is te vinden in bijlage B. Een omschrijving van een aantal algemene kenmerken wordt hieronder gegeven. Figuur 2.15 laat enkele foto's zien van deze museuminstallaties.

Alle partijen die een museuminstallatie hebben ontworpen kregen een opdracht die te omschrijven is in een zin. Voorbeeld hiervan is: 'Laat voor een doelgroep van ongeveer 8 jaar zien dat Twente door de jaren heen alle klimaten gehad heeft.' Dit is zo gedaan om ervoor te zorgen dat er een duidelijke afbakening van het onderwerp is. Juist door het onderwerp specifiek te houden kun je hierover een veel duidelijkere uitleg geven. De meeste installaties zijn daarnaast ook afgestemd op een specifieke doelgroep. Hiermee is bij de presentatiewijze en informatievoorziening rekening gehouden. Zo maken installaties bedoeld voor jonge kinderen veel meer gebruik van visueel aansprekende elementen. Installaties bedoeld voor volwassenen kunnen uiteraard dieper ingaan op de stof. Het visuele aspect wordt minder belangrijk en het woordgebruik kan moeilijker. Echter is er altijd rekening gehouden met een brede(re) doelgroep om het voor iedereen zo interessant mogelijk te maken.

Het interactieniveau verschilt per museuminstallatie, maar staat bijna altijd centraal. Vaak wordt deze interactie op een eenvoudige en intuïtieve manier bewerkstelligd. Er zijn installaties die alleen geactiveerd hoeven te worden zoals 'Klimaat', 'Geloof en rampspoed' en 'Thuis'. Dit gebeurt door een rode knop of een taalkeuzeknop waarna de installatie begint te lopen. Installaties die een quiz aanbieden hebben meerdere knoppen en zijn vaak geschikt voor maximaal 4 personen. Deze knoppen geven de installatie input op de momenten dat er om gevraagd wordt. Sommige installatie vereisen wat meer fysieke inspanning zoals 'Standenmaatschappij' en 'Energie' waarbij respectievelijk met ballen geschoten moet worden en aan hendels gedraaid moet worden om de installatie te bedienen. 'Twentse sagen' en de 'Wereldkaart' worden geactiveerd door beweging. Verschillende posities van de bezoeker zijn gekoppeld aan verschillende afbeeldingen en handelingen van de installatie. In bijlage C is per installatie aangegeven welke soort interactie ze aanbieden en door middel van welke elementen.

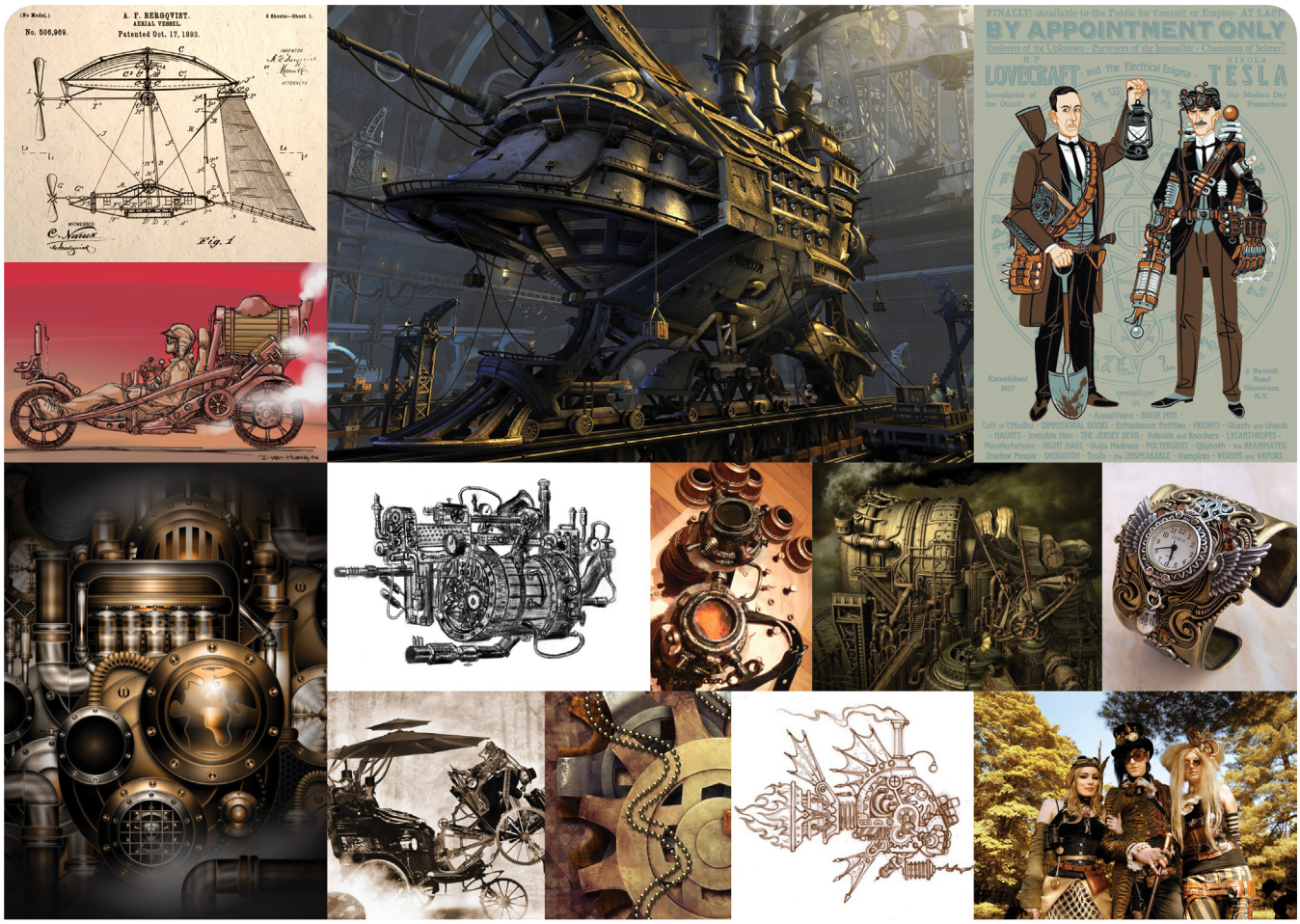
Installaties waarbij er geen uitleg wordt gegeven in de vorm van tekst (zowel beeld als spraak) kunnen door een enkele knop geactiveerd worden. Dit omdat er hierbij geen onderscheid gemaakt te hoeven worden tussen verschillende talen. Installaties waarbij dit wel het geval is hebben vaak een taalkeuzeknop. Hierbij kan de bezoeker kiezen tussen NE (Nederlands) of DE (Duits). Vaak zijn dit de installaties die (op een of andere manier) gebruik maken van film. Bij de overige installaties is de tekst zowel in het Nederlands als in het Duits zichtbaar. Er zijn hier geen aparte interfaces beschikbaar per taal, maar alleen de gecombineerde.

Veel terugkomend materiaal bij de installaties is grijs gekleurd metaal. Hierop bevindt zich vaak een fel gekleurd vak waarop de titel van de installatie te zien is, evenals een korte uitleg of introductie. Deze tekst staat zowel in het Nederlands als het Duits afgebeeld. Knoppen om de installatie te starten zijn vaak rood gekleurd. Knoppen die gebruikt worden in een quiz zijn geel en blauw.

Het Ei
De locatie waar de museuminstallatie over Tesla moet komen te staan is in het Ei, afbeeldingen hiervan zijn te vinden in figuur 2.16. Het ontleent zijn naam aan de ovalen ei-vorminge constructie. Deze constructie bestaat uit verschillende lichtgewicht driehoeken van gewoven koolstofvezel en kunsthars. Samen vormen ze een overkoepelende constructie met een grondvlak van ongeveer 4 bij 5 meter. Het Ei bevindt zich bijna op het einde van 'het Grote Verhaal'. Bezoekers kunnen het Ei betreden via een opening aan de kant die bij de muur staat. Binnen in het Ei is het vrij donker, het enige daglicht komt binnen via de ingang. Aan het plafond zijn kleurenspot bevestigd die aangestuurd kunnen worden. In de vloer zitten stroompunten verwerkt voor items die elektriciteit vereisen.

De museuminstallatie moet in het Ei komen te staan. Deze installatie zal onderdeel worden van een de gehele expositie. Deze gehele expositie zal het Ei vullen. Mogelijk worden er ook objecten rondom het Ei tentoongesteld zoals informatieborden zijn die een inleiding of informatie geven. Deze kunnen bevestigd worden aan de muur of op zichzelf rondom het Ei staan. Ook kunnen objecten die te groot zijn voor het Ei er buiten geplaatst worden.

Figuur 2.16 Foto's van zowel de buiten- als binnenkant van het Ei.



Figuur 2.17 Steampunk collage.

Momenteel staat er in het Ei een tentoonstelling over astronoom Coenraad ter Kuile. In deze expositie staan zes informatiezuilen, een grote vitrine en twee kleinere vitrines. De informatiezuilen bestaan uit volledig vlak gepositioneerde touchscreens. Hierop is informatie te krijgen over allerlei astronomische onderwerpen. De kleine vitrine links laat gevonden meteorieten zien en de vitrine links bevat een model gemaakt door ter Kuile. De grote vitrine in het midden exposeert een tellurium.

Toekomst Tesla-installatie

De expositie over Tesla betreft een tijdelijke expositie die geopend zal worden aan het begin van 2015. Na een expositietijd van een jaar zal de installatie weer vrijkomen. Na deze periode zijn er verschillende mogelijkheden over wat er met de installatie zou kunnen gebeuren.

Omdat er na de expositie over Tesla andere helden van de vindingrijkheid getoond worden zou de installatie hiervoor opnieuw gebruikt kunnen worden. De installatie wordt dat een soort basis-concept die bij alle uitvinders en helden van de vindingrijkheid gebruikt kan worden. Er zullen echter wel elementen vervangen moeten worden die informatie geven over de nieuwe personen.

De installatie kan ook opnieuw gebruikt kunnen worden in 'De Uitvinderswerkplaats'. Dit is een idee voor een nieuw onderdeel dat een vaste plaats zal krijgen binnen 'Het grote verhaal'. Het vertelt over de ideeën van uitvinders in het verleden en zal in de stijl van steampunk uitgevoerd worden. De uitvinderswerkplaats is nog niet gerealiseerd, de plannen ervoor zijn in ontwikkeling. De kans dat de installatie over Nikola Tesla opnieuw gebruikt kan worden zal groter zijn als deze in de steampunk-stijl is vormgegeven. Dit is echter geen harde eis die de TwentseWelle aan de installatie

stelt. Figuur 2.17 laat een collage zien in de stijl van steampunk.

Hergebruik van de installatie kan ook plaatsvinden buiten TwentseWelle om. Je zou hierbij kunnen denken aan het doorverkopen, schenken of voor bruikleen beschikbaar stellen van de installatie aan een ander museum. Dit kan een museum zijn dat bijvoorbeeld informatie geeft over Tesla of over elektromagnetische uitvindingen.

De laatste optie is dat er na de Tesla-expositie niets meer wordt gedaan met de installatie. Deze diende alleen voor de huidige expositie en wordt hierna afgebroken.

2.6 Doelgroep

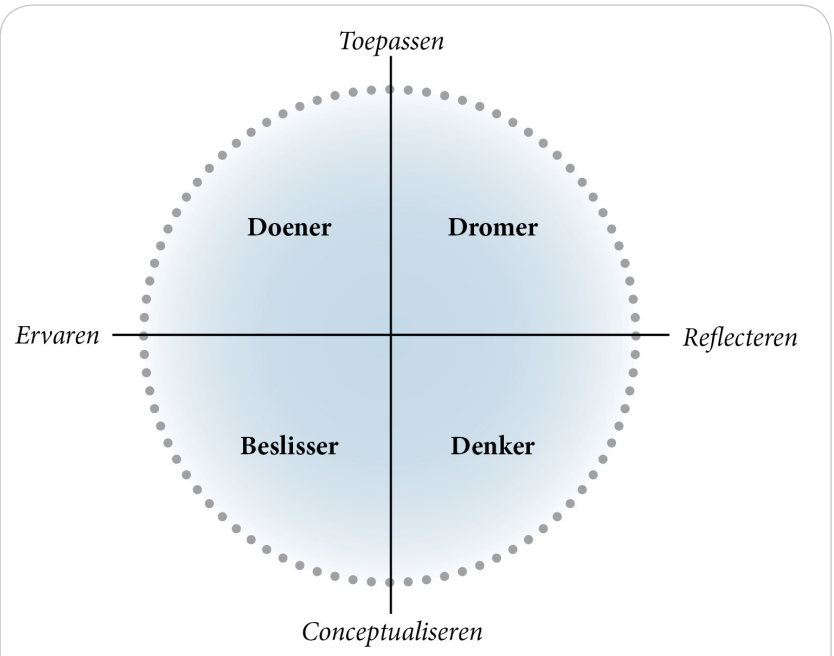
TwentseWelle heeft een brede groep bezoekers over allerlei leeftijden verspreid. Het is van belang dat de museuminstallatie zoveel mogelijk bezoekers aanspreekt. Waarschijnlijk zal de installatie over Tesla begrippen en uitvindingen behandelen die te maken hebben met elektriciteit. Om te voorkomen dat begrippen als elektriciteit zelf nog uitgelegd moeten worden is er een ondergrens in niveau gesteld van ongeveer 12 jaar. Kinderen zitten op die leeftijd in groep 8 of in de brugklas van de middelbare school. Door onderzoek te doen is er gekeken wat de kennis is die kinderen op die leeftijd hebben over elektromagnetisme. Daarnaast is er ook aandacht besteed aan de manier waarop ze (het beste) informatie opnemen. Dit onderzoek is grotendeels gebaseerd op de ondergrens van de doelgroep, kinderen van 12 jaar. Echter moet de installatie ook voor volwassenen leerzaam en interessant zijn.

Kinderen zijn nieuwsgierig en willen graag leren, weten en kunnen. Vaak voelen ze zich trots als ze iets geleerd hebben en dit kunnen laten zien (Kolb, 1984). Zelf doen en zelf ervaren is een belangrijk onderdeel in het leerproces. Je leert het meest als je zelf onderzoek doet en niet alles kant-en-klaar aangereikt krijgt. Dit wordt op scholen steeds meer toegepast in de vorm van 'onderzoekend en ontwerpend leren'. Dit houdt in dat er veel vragen vanuit nieuwsgierigheid gesteld worden en een antwoord wordt gezocht door middel van onderzoeken van hypothesen. Dit stimuleert de creativiteit en het out-of-the-box denken waardoor het leervermogen wordt vergroot.

Vanaf een jaar of 8 worden verschillende leerstijlen bij kinderen zichtbaar. Kolb (1984) onderscheidt hierin vier verschillende fasen: ervaren, reflecteren, conceptualiseren en toepassen zoals te zien is in figuur 2.18. Bij het leren wordt elke fase doorlopen. Ieder persoon heeft hierbij een voorkeur voor een bepaalde fase die je leerstijl bepaald:

- Mensen leren door te doen of te ervaren (doeners)
- Mensen leren door waar te nemen en te overdenken (dromers)
- Mensen leren door analyse en denken (denkers)
- Mensen leren door actief te experimenteren (beslissers)

Vanaf een jaar of 12 kunnen kinderen abstracter denken. Ze hoeven niet meer alles uit te vinden door te doen en visueel materiaal is niet meer een vereiste. Het groeiend denkvermogen stelt ze in staat logisch na te denken en verbanden te ontdekken. Daarnaast bereiden interesses zich uit waardoor de wereld groter wordt. Kinderen leren niet alleen dat wat ze op school moeten, maar tonen ook interesse in onderwerpen die ze aanspreken.



Figuur 2.18 De vier verschillende leerstijlen van Kolb.

Jongens zijn over het algemeen visueler ingesteld dan meisjes en leren dus vooral als ze dingen voor zich zien. Meisje zijn verbaal ingesteld en leren door middel van mondelinge uitleg. (van de Grift, 2010)

Om nieuwe informatie op te nemen moet men eerst gemotiveerd raken. Iets moet bij de mensen getriggerd worden waardoor het aandacht krijgt. Een interessante vraag of pakkende afbeelding kan het leren zeer positief beïnvloeden. Voor motivatie zijn de volgende drie concepten belangrijk: herkenbaarheid, belang en effect.

Bij verschillende werkvormen is de hoeveel informatie die opgeslagen word ook sterk verschillend. Zo onthouden mensen grofweg 10% van wat ze lezen, 20% van wat we horen en 50% bij de combinatie van zien en horen. (Bales, 1996)

Voorkennis
Voorkennis is van groot belang voor het leren. Het is alle aanwezige informatie die benodigd is om nieuwe informatie te kunnen opnemen. Hierbij gaat het niet alleen om wat er al geleerd is, maar ook vaardigheden en ervaringen spelen hierbij een belangrijke rol.

In groep 7 en 8 van de basisschool krijgen kinderen te maken met natuur en techniek. Hierin worden verschillende onderwerpen behandeld waaronder: krachten, licht en kleur, elektriciteit, lucht, geluid en magnetisme. Tesla heeft het meeste te maken met elektriciteit en energie. Hierover leren de kinderen waar elektriciteit vandaan komt en wat het precies is. Ze leren dat elektriciteit een stroom van elektronen is en dat dit alleen kan binnen een gesloten stroomkring. Hierbij geleiden sommige materialen stroom beter dan anderen en heten daarom geleiders. Tot slot leren ze dat je elektriciteit kunt winnen uit bijvoorbeeld kolencentrales of door gebruik te maken van duurzame energiebronnen.

In de brugklas wordt er meer aandacht besteed aan de verschillende manieren van elektriciteit opwekken. Zo heb je bijvoorbeeld een dynamo die met behulp van een magneet en een spoel energie opwekt. Dit gebeurt in de elektriciteitscentrale eigenlijk ook maar dan op een veel grotere schaal. Daarnaast wordt de gloeilamp en de LED uitgelegd. Het elektrisch inzicht wordt verder vergroot door stroomschakelingen te maken met spanningsbronnen, weerstanden en lampjes.

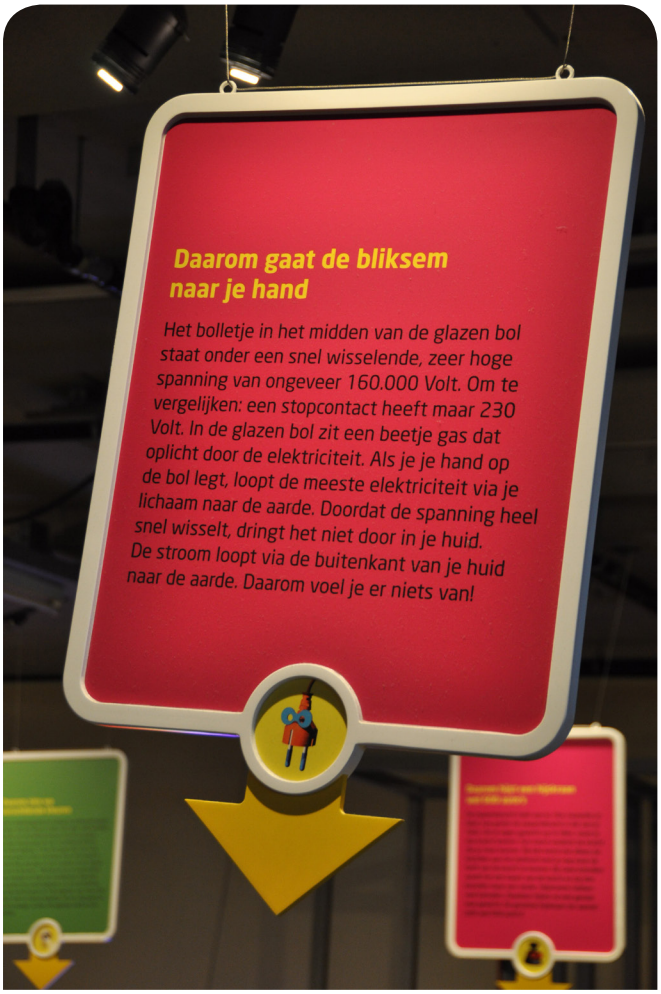
2.7 Concurrentieanalyse

Om ook een beeld te krijgen hoe museuminstallatie er in andere musea uitzien heb ik een bezoek gebracht aan NEMO Science Center (Amsterdam) en Techniekmuseum HEIM (Hengelo, OV). Hier heb ik diverse installaties geanalyseerd. Hierbij heb ik gebruik gemaakt van een checklist om verschillende eigenschappen van deze installaties te noteren zoals te zien is in bijlage D. Hierbij heb ik erop gelet welke specifieke elementen de installatie zo (goed of slecht) maken zoals hij is. Hierover zal ik een samenvatting geven met de belangrijkste aandachtspunten voor museuminstallaties. Deze zullen toegelicht worden door middel van voorbeelden uit de musea.

Ik heb vooral gekeken naar installaties die dezelfde doelgroep hebben als de installatie over Tesla, bezoekers met een minimale leeftijd van 12 jaar. Om het analyseren ter vergemakkelijken heb ik naar de randgebruikers gekeken. Dit houdt in dat je niet naar de gemiddelde bezoeker kijkt, maar naar de extreme gebruikers. Hierdoor krijg je duidelijkere aandachtspunten en eisen te zien die deze gebruikers aan de installatie stellen. In dit geval zijn deze gebruikers kinderen rond de 12 jaar.

Deze doelgroep voelt zich aangetrokken tot objecten die er interessant uit zien. Over het algemeen zijn dit installaties die groot zijn, waar beweging in zit, die gebruik maken van fel en vrolijk kleurgebruik en waarbij de interactie direct duidelijk is.

Interactie speelt een belangrijke rol in de geïnteresseerdheid van de doelgroep. Over het algemeen kan gesteld worden dat hoe hoger de interactie is hoe hoger de aandacht voor de installatie is. Voorbeeld van een installatie met een hoog interactieniveau is de Ballenfabriek in NEMO. Door middel van een compleet logistiek parcours reizen ballen van verschillen de formaten en kleuren rond. De bezoekers moeten ballen selecteren, pakketjes samenstellen en met barcodes zorgen dat het goed wordt afgeleverd. Door middel van een scherm worden de instructies hiervoor getoond. Vervolgens zijn de bezoekers fysiek bezig met het uitvoeren van de taak. Mede doordat het interactieniveau zo hoog is blijven kinderen lang geboeid door deze installatie. Ze dragen daadwerkelijk iets bij aan het bedienen van de installatie.



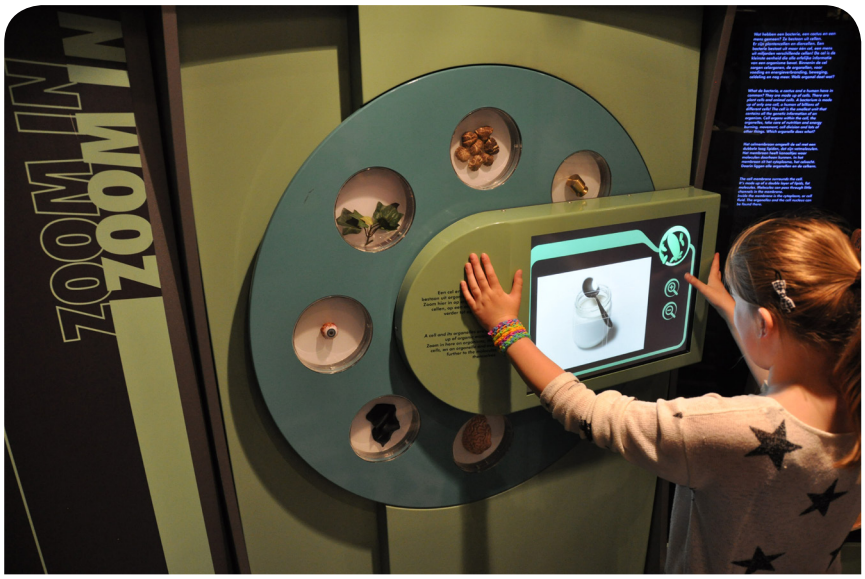
Figuur 2.19 Voorbeeld van een bordje met uitleg over een installatie in NEMO. Opvallend weinig mensen lezen deze teksten.

Aan installaties waarbij enige vorm van interactie ontbreekt wordt door de doelgroep vaak geen aandacht geschonken. Zij vinden het dan vaak (te) saai. Voorbeeld hiervan is een begeleidende of uitleg gevende tekst bij een object zoals te zien in figuur 2.19. Vaak wordt deze informatie echter wel (kort) gelezen door ouders die met het kind mee zijn. Zij hebben meer discipline om informatie te verwerken ook op het moment dat er geen interactie aanwezig is. Zij wenden zicht tot deze tekst als ze meer willen weten over het onderwerp of als ze staan te wachten terwijl hun kind bezig is met de daadwerkelijke installatie.
Voor een museuminstallatie is het belangrijk dat er duidelijk wordt gemaakt wat de interactie met de gebruiker is en welke input hij moet geven. Dit zorgt niet alleen voor een hogere aantrekkelijkheid maar ook voor het correct bedienen van de installatie. Alleen op dat moment komt de installatie volledig tot zijn recht. 'Zoom in' van NEMO is een voorbeeld van een installatie met een onduidelijke interactie te zien in figuur 2.20. Hier heb je een touchscreen waarop je een geselecteerd element kan inspecteren door steeds verder in te zoomen middels de 'plus'-knop. Het is echter onduidelijk dat je andere voorwerpen kunt bekijken en hoe je deze vervolgens moet selecteren. Dit zou moeten gebeuren door aan de grote schijf te draaien waarop verschillende voorwerpen zitten. Door een element achter het beeldscherm te draaien wordt het geselecteerd. Door het ontbreken van pijlen of tekst die deze uitleg geeft wordt de installatie maar deels gebruikt. Slechts een enkeling vindt (toevallig) uit dat je de schijf kunt draaien.

Naast de interactie tussen de installatie en de bezoeker speelt ook de interactie die gebruikers onderling hebben een grote rol. Zo kunnen gebruikers gestimuleerd worden om samen te werken of om juist tegen elkaar te strijden. Wat vaak terugkomt in diverse installaties is een game-element zoals een highscore. Door een taak zo goed mogelijk of zo snel mogelijk uit te voeren krijg je een hogere score. Als deze score hoog genoeg is zul je verschijnen in de dag top 10. Dit motiveert kinderen goed hun best te doen, ze willen immers graag goed of zelfs de beste zijn. Een goed voorbeeld hiervan is de Rader- en detectiezaal in HEIM waar ieder kind een geheim agent wordt. Door middel van een RFID-pasje creëer je een eigen profiel met foto en naam. Vervolgens kun je op verschillende stations games spelen die je iets leren over radar of detectie zoals te zien is in figuur 2.21. Hoe beter of sneller je een bepaald spel doet hoe meer punten je krijgt. Kinderen zijn hier heel fanatiek in: "Ik heb nu al 175 punten!" "Ja, ik ook bijna". Als je klaar bent kun je je score bekijken en zien hoe goed je het gedaan hebt in vergelijking met andere bezoekers.

Lang niet bij alle installaties is er sprake van interactie tussen de mensen onderling. Vaak zie je ook dat een installatie door een persoon alleen wordt bediend zonder tussenkomst van andere personen. De bezoeker is dan helemaal zelf bezig met de installatie.

Uiteindelijk is het doel van elke museuminstallatie om (enige vorm van) informatie over te dragen. Vaak probeert men dit zoveel mogelijk te doen via het object zelf door een bepaald lerend gedrag uit te lokken. Dit leereffect dient zo groot mogelijk te zijn op het moment

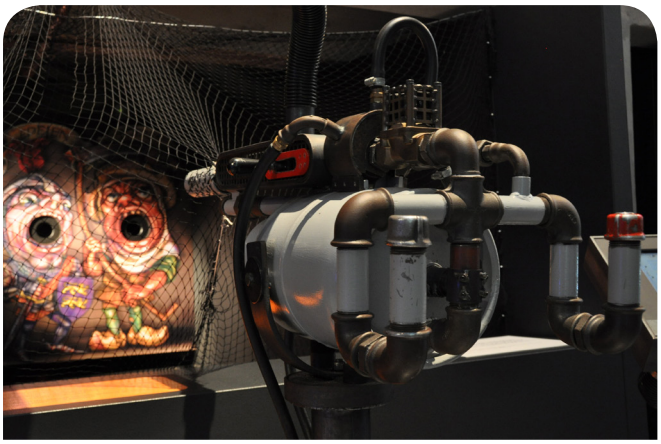


Figuur 2.20 Museuminstallatie in NEMO waarbij er op acht verschillende preparaten ingezoomd kan worden. Het is echter onduidelijk dat de blauwe schijf gedraaid kan worden om een ander voorwerp te inspecteren.

dat bezoekers bezig zijn met de installatie. In het meest optimale geval is uitleg naast de museuminstallatie dan niet meer nodig. Over het algemeen blijkt dit vrij moeilijk te zijn en worden er vaak aanvullende teksten gegeven. Om een interessante installatie te maken voor de doelgroep moet het zich niet alleen richten op informatie geven, het moet ook aanspreken. Beiden factoren moeten hoog scoren, maar in de praktijk komt het vaak op een compromis neer. Neem bijvoorbeeld het diorama 'Standenmaatschappij' van de TwenteWelle, figuur 2.22. Hier krijg je op een scherm een stelling te zien die bij een bepaalde stand in de samenleving hoort. Je kunt je antwoord geven door een bal te schieten in de mond van de persoon in de juiste stand. Dit is een zeer leuke manier van bezig zijn en is dan ook erg geliefd bij kinderen door de actie. Het probleem is echter dat de focus te veel op het schieten komt te liggen in plaats van het correct antwoorden op de stelling. Hierdoor verdwijnt het beoogde leereffect naar de achtergrond.

Grote installaties trekken vaker de aandacht dan kleinere. Mede doordat deze vanaf een grote afstand en als er mensen voor staan toch zichtbaar zijn. Tevens maakt het feit dat er al mensen omheen staan ook nieuwsgierig. Het moet interessant zijn anders zouden ze er niet staan. Opvallend is dat de installaties die de bezoekers echt iets wil leren vaak voor individueel gebruik gemaakt zijn. Ze gaan 1-op-1 een band aan met de gebruiker. Bij installatie die bedoeld zijn voor groepen lukt het vaak minder om inhoudelijk

Figuur 2.21 Elementen uit de 'Radar en detectiezaal' van Techniekmuseum HEIM.

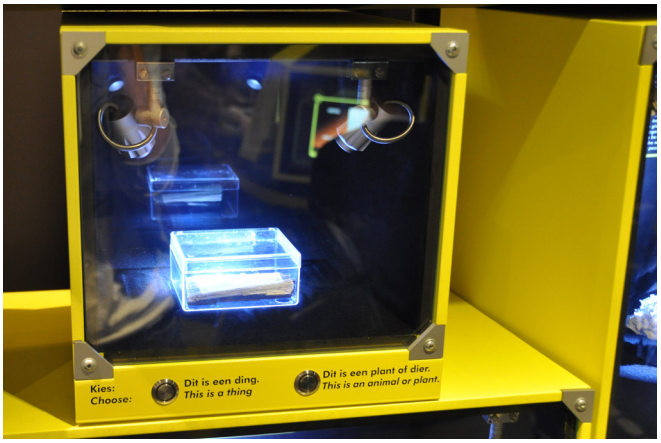


Figuur 2.22 Het kanon uit het diorama 'Standenmaatschappij' waarmee ballen afgevuurd kunnen worden.

diep te gaan. Het gaat er bij de bezoekers meer om dat ze samen, of tegen elkaar, spelen en hebben daardoor minder oog voor het werkelijke leereffect.

Kinderen zijn nieuwsgierig en willen alles goed kunnen zien. Op ergonomisch gebied moet de installatie hierop goed afgestemd zijn. Hierbij moet breder gekeken worden dan de doelgroep, zijn zullen namelijk niet de enige zijn die in aanraking komt met de museuminstallatie. Wat opviel bij de museumbezoeken is dat vooral kleine kinderen er alles aan doen om toch datgene te zien te krijgen wat ze willen. Hiervoor gaan ze op dingen staan om groter te zijn of hangen ze aan uitstekende elementen om dit voor elkaar te krijgen. Een voorbeeld hiervan is 'Is dit leven?' in NEMO. Zoals figuur 2.23 illustreert zijn er kastje te zien waarin objecten beschouwd kunnen worden. Daarna moet men kiezen of het een ding is of een dier of plant. Omdat sommige kastjes vrij hoog zijn geplaatst kunnen niet alle kinderen het goed zien en vragen ze aan hun ouders of die kunnen helpen. Soms klimmen ze ook op eigen houtje de onderste plank op trekken ze zich op aan het kastje om de inhoud goed te kunnen bekijken. Doordat de ergonomie niet goed is afgestemd komt de veiligheid in gevaar. Een andere aspect waar bijvoorbeeld rekening mee gehouden moet worden is de kracht die benodigd is om een installatie te bedienen. Knoppen of hendels moeten niet te veel kracht vereisen waardoor de doelgroep ze niet meer kan bedienen. Tevens moeten elementen die vastgepakt worden een goede grootte hebben zodat het fijn in de hand ligt.

Veiligheid is een aspect dat alle museuminstallaties mee dienen te nemen. Vooral voor de doelgroep kinderen dient er rekening gehouden te worden met oneigenlijk gebruik. Kinderen reageren anders op bepaalde stimulansen dan volwassenen. Over het algemeen zijn bewegende onderdelen afschermt zodat kinderen er niet (per ongeluk) tegen aan kunnen komen. Vaak wordt dit gedaan door plexiglas zodat de werking nog wel zichtbaar is. Tussen museuminstallaties zit genoeg ruimte zodat er goed tussen door gelopen kan worden. Tevens dient de installatie stabiel te zijn en geen scherpe onderdelen te bevatten.



Figuur 2.23 Foto's uit de expositie 'Is dit leven?' waarbij bezoekers moeten beslissen of het object in het kastje leeft of een ding is.

2.8 Richtlijnen

Vanuit de analyse naar de doelgroep, TwentseWelle en andere musea met hun installaties is een lijst met verschillende richtlijnen ontstaan. Het is de bedoeling dat de museuminstallatie over Tesla tenminste aan deze richtlijnen voldoet:

De museuminstallatie moet…

Algemeen
- …Een impressie geven over de persoon Nikola Tesla
- …Een impressie geven over de belangrijkste uitvindingen van Tesla

Doelgroep
- …Geschikt zijn voor een doelgroep vanaf 12 jaar
- …De doelgroep aanspreken
-

Constructie
- …In het Ei passen
- …'Hufterproof' zijn

Veiligheid
- …Bewegende onderdelen afschermen
- …Geen scherpe hoeken bevatten
- …Stabiel staan

Stijl
- …Aansluiten bij de stijl van TwentseWelle
- …Aansluiten bij Nikola Tesla
- …Eventueel aansluiten bij de stijl van steampunk

Prestatie en onderhoud
- …Minstens een jaar mee gaan
- …Goed bereikbaar zijn voor onderhoud

Interactie
- …Interactief zijn
- …Duidelijk laten zien wat de gewenste interactie is

Overige
- …Tussen de 3.000 en 8.000 euro kosten
- …Nederlandse en Engelse taal aanbieden

2.9 Analyseconclusies

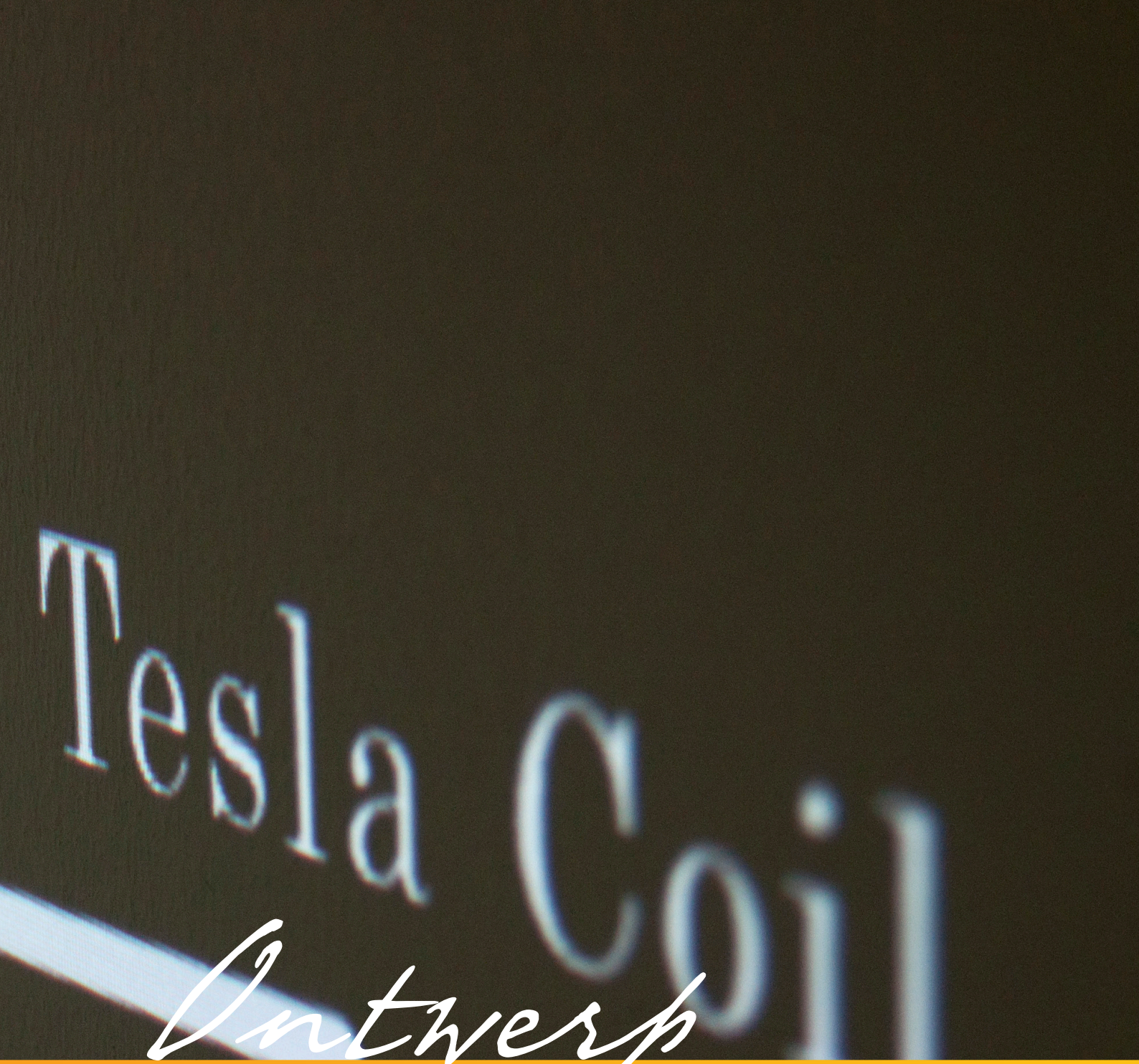
Uit de analyse naar Nikola Tesla bleek dat hij een visionaire man was met grootse ideeën en een goed doorzettingsvermogen. Hij geloofde ten alle tijden in zijn uitvindingen maar had alleen niet altijd de financiële mogelijkheden ze uit te werken. Zijn bekendste uitvinding is natuurlijk de wisselspanningmotor, die ook vandaag de dag niet weg te denken is uit het leven. Niet zo gek dus dat het gelijkspanningsysteem van Edison geen kans had door te komen naast dit systeem. Maar ook andere uitvindingen van Tesla zoals de Tesla Coil, radio, fluoricerende lamp en de waterkracht centrale in de Niagara Falls hebben grote invloed gehad op de wereld zoals hij nu is. Ze waren goed ontworpen en er wordt dan ook vaak gezegd dat Tesla zijn tijd ver vooruit was. Dit is ook terug te zien in zijn vooruitstrevende visies.

De doelgroep voor de Tesla-installatie zullen bezoekers zijn vanaf 12 jaar. Rond die leeftijd groeit het vermogen om abstract te denken en is het 'zelf doen' om te leren niet meer per se een vereiste. Op deze leeftijd is er tevens basiskennis over elektriciteit aanwezig.

Analyse naar TwentseWelle en andere musea heeft laten zien dat interactie tussen museuminstallatie en bezoeker erg belangrijk is. Over het algemeen geldt voor een hoger interactieniveau een hogere aandacht van de bezoeker voor het onderwerp. De bezoeker moet echter wel weten hoe de gewenste interactie met de installatie is. Dit kan op een intuïtieve manier of wel door uitleg in de vorm van instructies bewerkstelligd worden.

Dit alles heeft geleid tot een lijst met verschillende richtlijnen waaraan de museuminstallatie over Tesla zich aan moet voldoen. Met deze lijst kan aan de volgende fase begonnen worden, het genereren van ideeën.

ز



Ontwerp

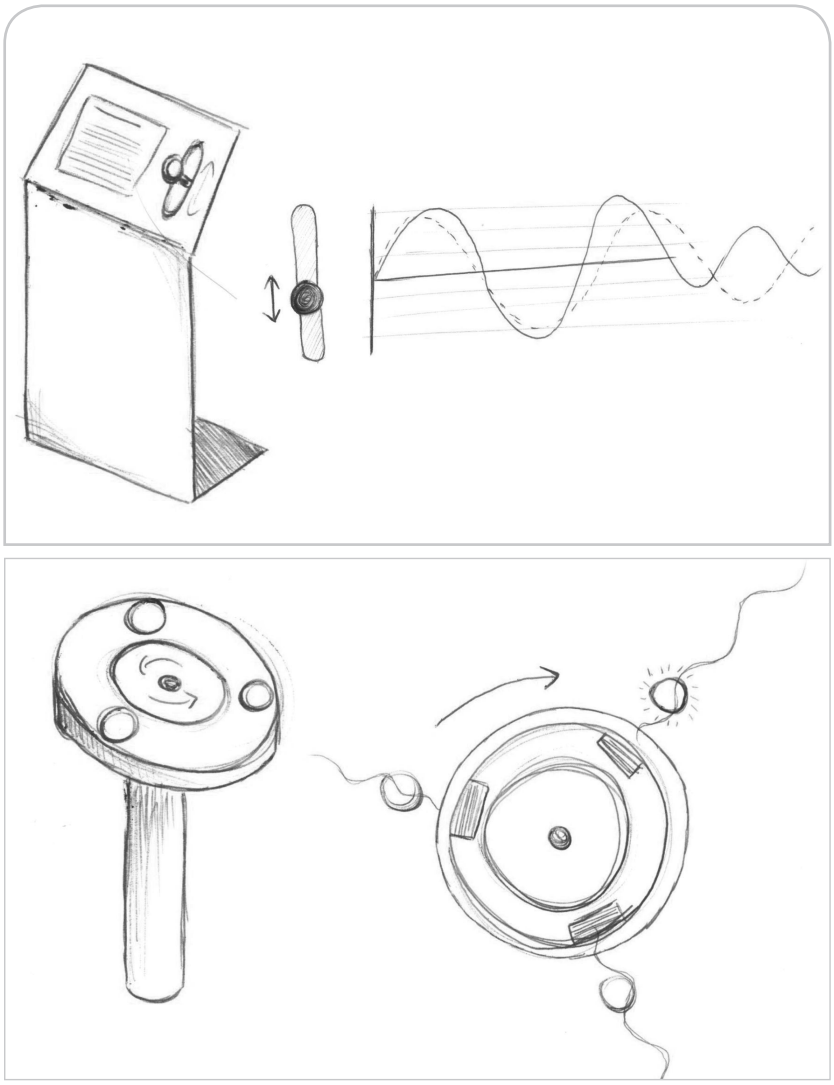
Vanuit de analyse zijn een aantal fundamentele elementen van Tesla naar voren gekomen. Per element is een voorstel gedaan voor mogelijke verdere uitwerking in paragraaf 3.1. Na het kiezen van een bepaald element is het 'Tesla-matrix' gemaakt als hulpmiddel bij het genereren van conceptrichtingen. Hiermee is geprobeerd een vertaalslag te maken naar verschillende ideeën voor de museuminstallatie.

Uiteindelijk zijn er 3 conceptrichtingen ontstaan die worden toegelicht in paragraaf 3.3. Deze richtingen zijn 'Persoonlijk', 'Uitvindingen' en 'Wereldbeeld'. Elk concept is gepresenteerd door middel van een concepttekening.

Paragraaf 3.4 laat de voor- en nadelen van elk concept zien en bespreekt wat de uiteindelijk keuze is geworden voor de installatie.

3.1 Thema's

Uit het onderzoek zijn een aantal belangrijke en kenmerkende elementen naar voren gekomen over Tesla. Deze zijn: het begrip wisselspanning, de inductiemotor, toepassing van wisselspanning, de wereld zoals hij is dankzij Tesla, Tesla VS Edison en Tesla als visionair. Bij elk van deze thema's is een korte uitleg gegeven en een voorstel gedaan voor een mogelijke conceptrichting.



Figuur 3.1 Eerste ideeschetsen bij het concept 'Wisselspanning opwekken' en 'een inductiemotor aansturen'.

Zelf wisselspanning maken en een AC-motor aansturen

Wisselspanning 'opwekken'.

Wisselspanning is een elektrische spanning waarbij de stroom periodiek van richting veranderd, vaak in de vorm van een sinus. Door middel van een hendel kan men zelf een sinusvorm maken. De hendel sneller op en neer bewegen geeft een hogere frequentie. De afstand die de hendel aflegt vergroten geeft een hogere amplitude. Hierdoor krijgt de bezoeker een gevoel voor de karakteristieke eigenschappen van een sinus. Er kan een spelelement worden toegevoegd door een voorbeeld sinus te geven, deze moet de bezoeker zo goed mogelijk volgen of namaken. Hoe beter deze benadering, hoe beter je score.

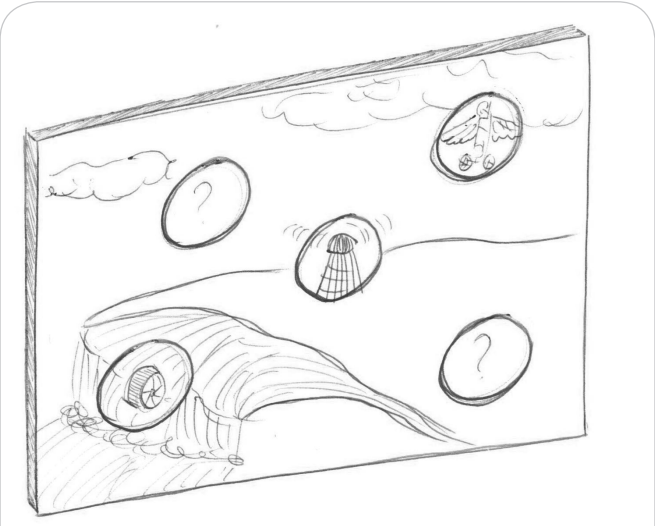
Inductiemotor aansturen.

Een inductiemotor heeft (meestal) 3 wisselspanningen nodig die in fase van elkaar verschillen. Elke stroom gaat naar een bijbehorende spoel, waardoor ze telkens vlak na elkaar magnetiseren. Hierdoor krijgt de rotor op steeds het juiste moment een zetje en gaat hij steeds harder draaien. Om dit principe uit te leggen zijn er 3 knoppen die elk een spoel voorstelt. Op de juiste momenten moet er opeenvolgend op de knoppen gedrukt worden waardoor de motor op gang gebracht wordt. Hoe sneller of beter het patroon van drukken is, hoe beter je score.

Het leereffect van deze thema's is inzicht creëren in wisselspanning. Er wordt duidelijk gemaakt wat wisselspanning is, hoe het is opgebouwd met karakteristieke eigenschappen als frequentie en amplitude Daarnaast wordt duidelijk gemaakt hoe het AC gebruikt wordt in een inductiemotor en dat je hiervoor 3 verschillende fasen nodig hebt.

Wereld laten zien door Tesla

Er is een soort foto te zien waarop de huidige wereld is afgebeeld. Er zullen draaibare of verwisselbare elementen in zitten die uitvindingen of ideeën van Tesla representeren. Door het plaatsen van deze verschillende elementen kun je zien hoe de wereld was zonder Tesla en hoe de wereld er nu uit ziet dankzij Tesla. Denk hierbij bijvoorbeeld aan uitvindingen als de wisselspanningmotor, elektriciteitscentrales in de Niagara Falls, radio en draadloze stroom.



Figuur 3.2 De wereld dankzij Tesla.

Door dit thema zie je duidelijk wat de invloed van Tesla is (geweest) op de samenleving.

Verschillende apparaten vereisen verschillende stromen
Verschillende toepassingen hebben verschillende elektrische stromen nodig. Om dat duidelijk te maken kan men een voorwerp selecteren dat stroom nodig heeft, bijvoorbeeld een gloeilamp, een mobieltje, een fabrieksmachine, een elektrische fiets of een hoogspanningsmast. Door middel van een serie schakelaars en hendels kan men een bijbehorende stroom creëren. Hierbij kan gevarieerd worden tussen wisselspanning (frequentie, amplitude, stroomsterkte, spanning, enkel- of meerfase) en gelijkspanning (stroomsterkte, spanning). Met een oscilloscoop wordt de stroom zichtbaar gemaakt. Alleen door middel van de juiste instellingen kan het voorwerp daadwerkelijk werken.

Dit thema laat je begrijpen dat je eigenschappen van elektriciteit kan veranderen en dat dit nodig is voor verschillende apparaten.

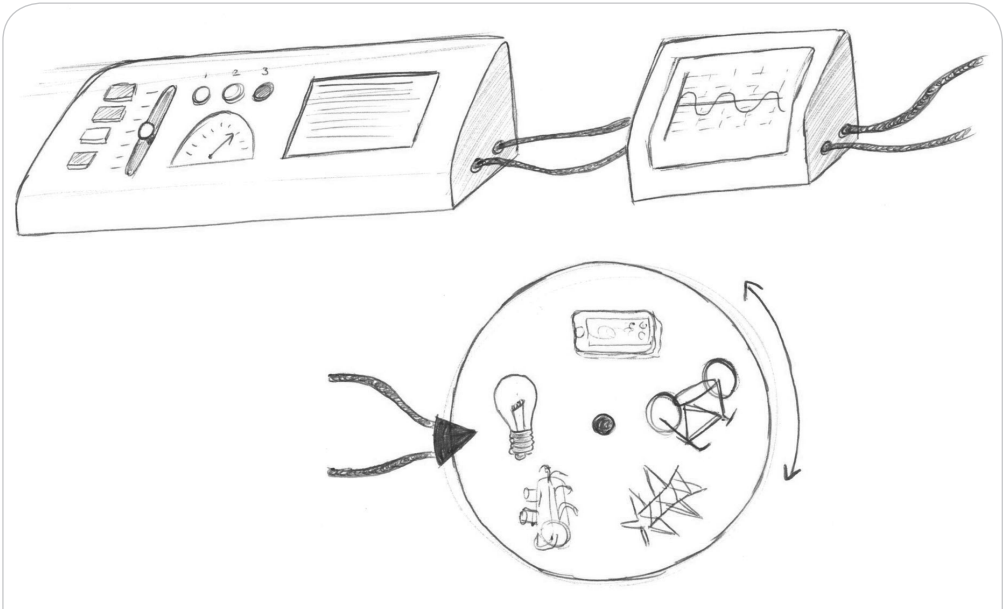
Overige ideeën
Tesla VS Edison (War of Currents)
Stellingen, uitvindingen of ideeën worden gepresenteerd. De bezoeker moet kiezen bij wie dit item hoort: Tesla of iemand anders (zoals bijvoorbeeld Edison of Marconi).

Tesla's kijk
Door de ogen van Tesla als visionair naar een onderwerp kijken. Je ziet bijvoorbeeld een waterval. Op het moment dat je door de kijker naar de waterval kijkt zie je Tesla's visie over de waterkrachtcentrale.

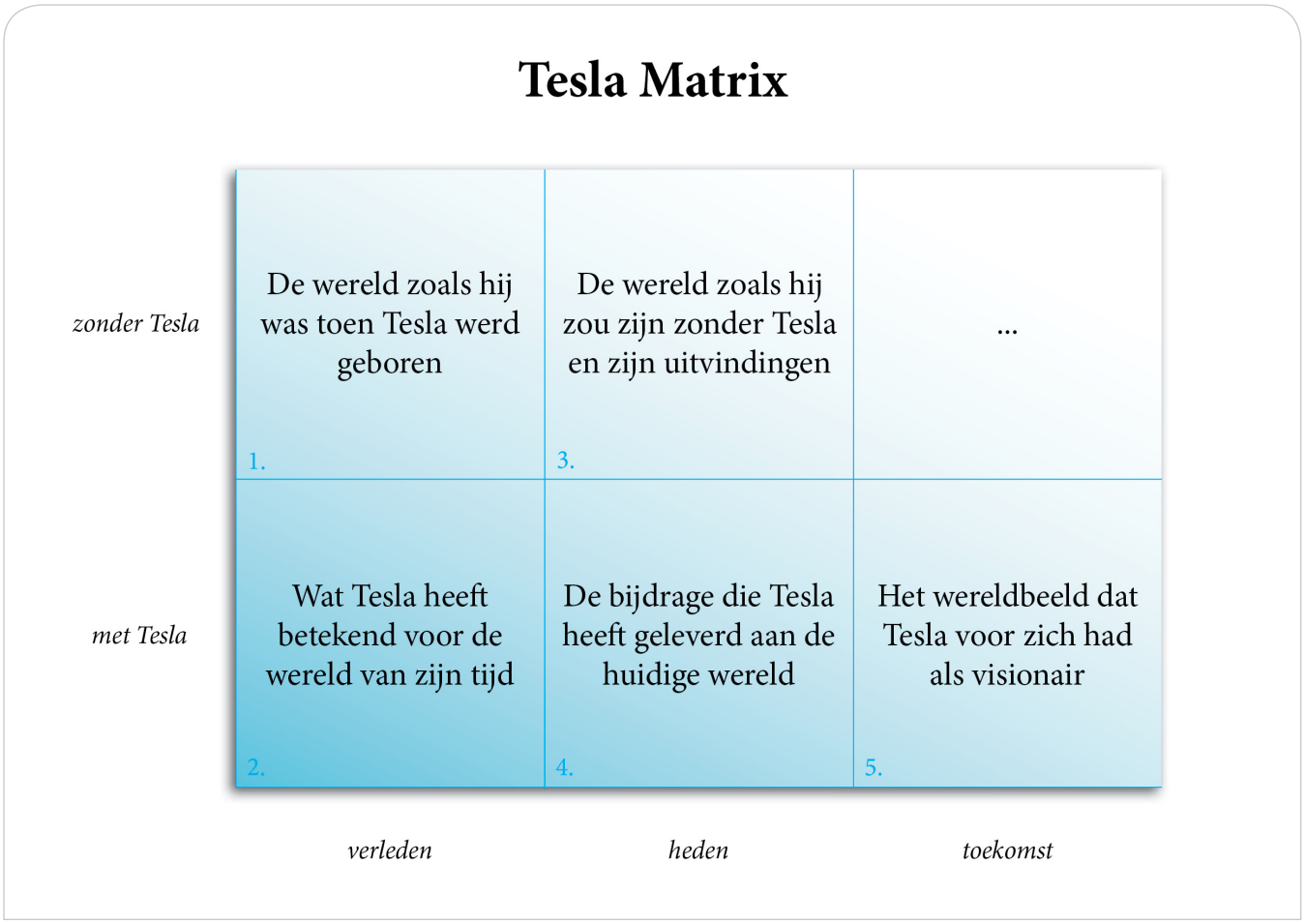
Visoenen
Je krijgt kort een afbeelding te zien over hoe een uitvinding van Tesla (bijvoorbeeld een AC-motor of de Tesla-coil) is opgebouwd. Daarna moet je dit na maken met het beeld dat je nog in je hoofd hebt.

3.2 Gekozen thema

De verschillende thema's zijn voorgelegd aan Edwin Plokker en Erik van der Velde van TwentseWelle. Samen met hen is gekozen voor een bepaald thema dat verder uitgewerkt gaat worden. Er is gekozen voor het thema 'Wereld door Tesla' in combinatie met 'Tesla's



Figuur 3.3 Verschillende apparaten vereisen verschillende stromen.



Figuur 3.4 Het 'Tesla Matrix' waarbij de tijd tegen de aan- of afwezigheid van Tesla is uitgezet.

kijk'. Hiervoor is gekozen omdat dit concept wordt gezien als het basisidee van de tentoonstelling waaraan de rest kan worden opgehangen. Zo zouden de andere thema's of concepten alsnog gebruikt kunnen worden binnen de gehele tentoonstelling om bepaalde begrippen of uitvindingen beter begrijpbaar te maken. Eerst wordt een algemener beeld van Tesla gegeven, waarnaar de andere objecten meer diepgaande informatie geven over een bepaald basisbegrip of uitvinding. Echter is er voor gekozen deze niet verder uit te werken binnen deze bacheloropdracht. De ideeën hebben al een duidelijker eindbeeld en zit minder uitdaging in. Daarnaast kunnen we ons voorstellen dat er al wel installaties bestaan die begrippen als wisselspanning of de inductiemotor uitleggen. Juist het gekozen thema dat Tesla meer als belangrijk persoon met grote invloed beschouwd past meer bij de eigenheid van Twentse-Welle. In de expositie moet er namelijk een duidelijke link worden gelegd met de persoon Tesla.

Om een beter beeld te krijgen van de verschillende mogelijkheden die dit thema biedt heb ik een 'Tesla Matrix' gemaakt. Deze matrix laat zien welke verschillende 'fasen' er zijn waarnaar gekeken kan worden. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen twee verschillende eigenschappen. Op de horizontale as bevindt zich de tijd opgesplitst in 3 delen: het verleden, het heden en de toekomst. Op de verticale as bevindt zich de 'aan- of afwezigheid van Tesla'. Door deze combinatie creëer je een zestal fasen die gemakkelijk met elkaar vergeleken kunnen worden. Elke matrixfase is kort toegelicht in figuur 3.4. Het vakje dat bij 'toekomst zonder Tesla' hoort is leeg gelaten omdat hier niet naar gekeken het wordt. Het is te moeilijk om te voorspellen hoe de wereld er op dat moment uit zal zien en bovendien is dit niet relevant voor de tentoonstelling over Tesla. De vakjes 1, 2 en 5 komen duidelijk naar voren uit de analyse naar Tesla. De uitvindingen van Tesla hadden een

1.	2.	3.	4.	5.	Voordelen
■	■				Wat Tesla bereikt heeft in zijn eigen tijd.
■	■			■	Wat Tesla heeft bereikt in zijn eigen tijd maar ook wat zijn verdere plannen waren.
	■		■	■	Geeft een compleet overzicht van alle invloeden van Tesla op het verleden, heden en toekomst.
■				■	Wat Tesla zag in zijn eigen wereld en welke ideeën hij had over de verbetering hiervan.
	■		■		Geeft aan hoe Tesla's uitvindingen invloed hebben gehad op de het verleden en doorontwikkeld zijn in het heden.
	■		■	■	De visies die Tesla nog steeds had om de wereld te willen verbeteren.
		■	■		Laat zien welke uitvindingen van belang zijn in de huidige wereld.
			■	■	Hoe de huidige wereld nog verbeterd kan worden met ideeën van Tesla.
	■				Beeld geven over de uitvindingen die Tesla gedaan heeft.
		■			De gevolgen laten zien in de huidige wereld als er geen invloeden van Tesla waren.
			■		Uitleggen welke invloeden Tesla gehad heeft op de huidige wereld.
				■	Tesla's toekomstplannen weergeven
■	■	■	■	■	Geeft een volledig beeld, maar zorgt ook voor onoverzichtelijk geheel.

Figuur 3.5 Mogelijke conceptrichtingen bij de combinatie van een of meerdere elementen uit de 'Tesla Matrix'.

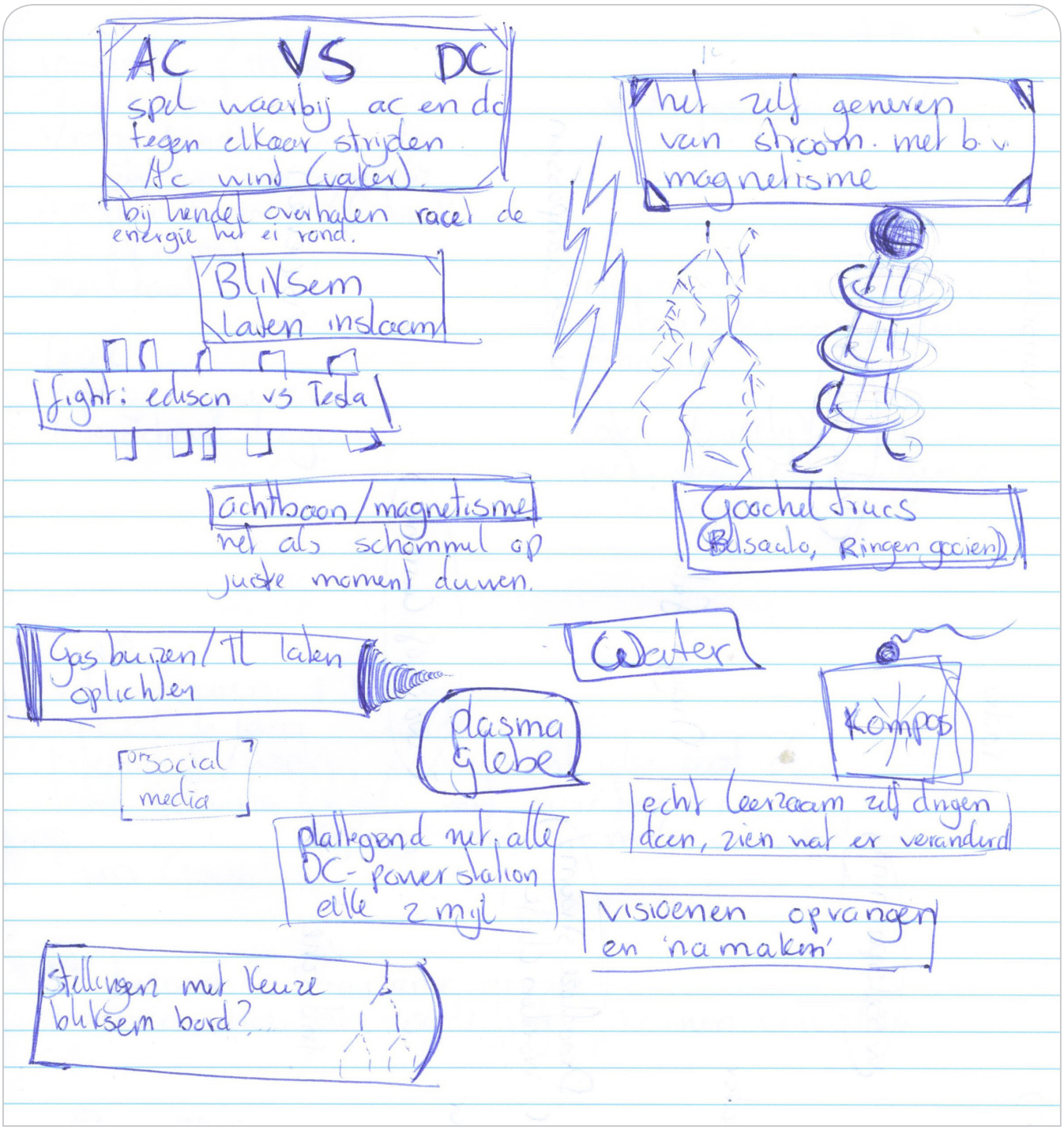
duidelijke impact op de samenleving en ook over zijn verder ideeën en visies is genoeg bewaard gebleven. De twee vakjes horend bij 'heden' zijn lastiger te definiëren. Zo is het moeilijk te zeggen welke uitvindingen van Tesla precies hebben bijgedragen aan de wereld zoals hij nu is. Ook is het moeilijk te zeggen hoe de wereld er uit zal zien zonder de uitvindingen of invloed van Tesla. Wie weet zag de wereld er heel anders uit of waren de uitvinden wel later gedaan maar dan door iemand anders waardoor uiteindelijk het resultaat hetzelfde is. Het is in ieder geval zeker dat het anders gelopen was. Om toch een zo goed mogelijk beeld te krijgen moet er inhoudelijk onderzoek en wellicht enkele aannames gedaan worden.

Door fasen uit de Tesla Matrix te combineren kun je op verschillende conceptideeën komen. In figuur 3.5 staat een tabel met de belangrijkste combinaties toegelicht.

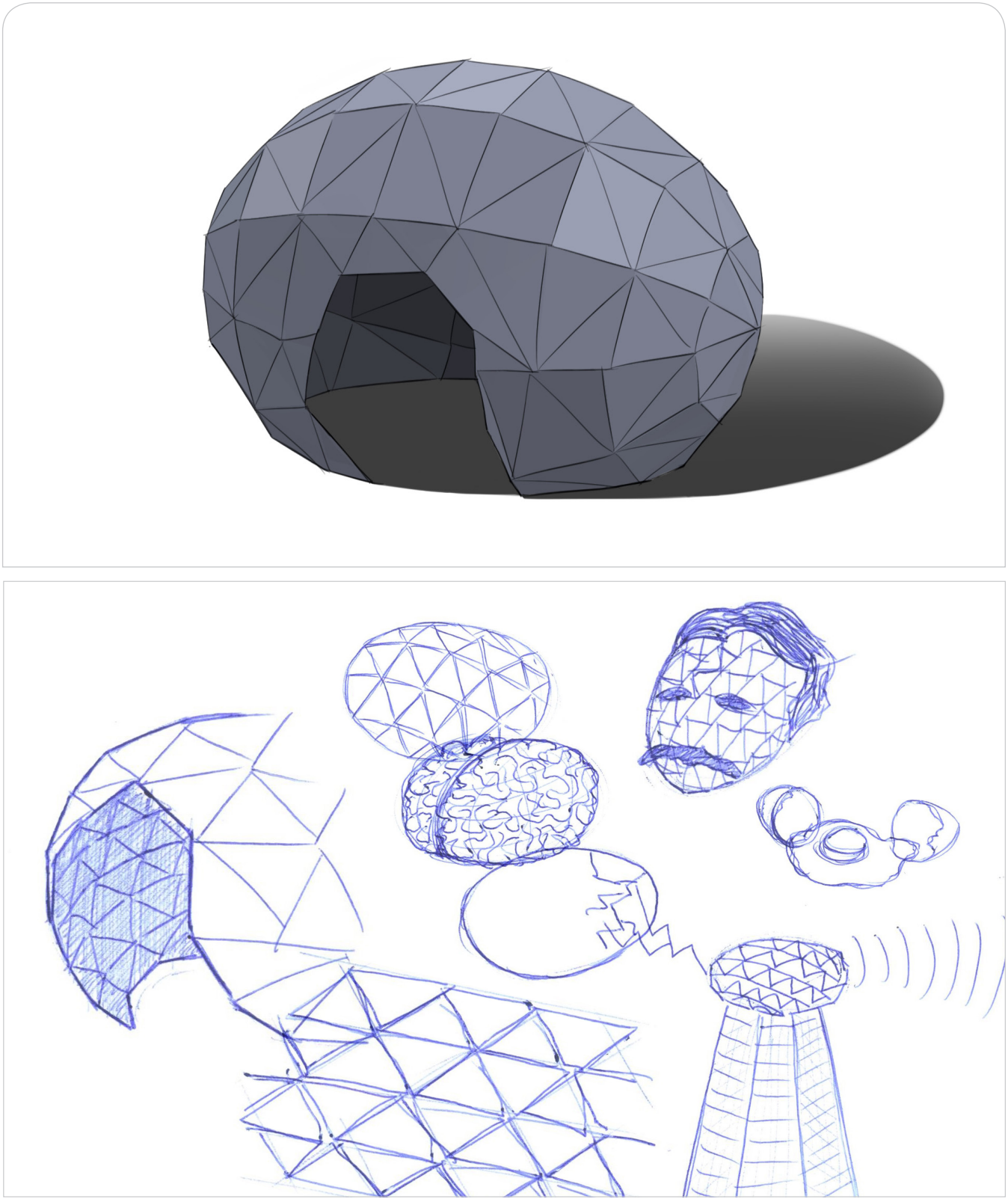
Uit de verschillende combinatiemogelijkheden is er voor gekozen om de combinatie van 1,2 en 5 uit te werken. Het geeft een duidelijk beeld van de uitvindingen die Tesla heeft gedaan en welke verdere visies hij had. Dit is het meest interessant om uit te werken en te laten zien in de museuminstallatie. Nummer 4 ligt meer voor de hand om door het museum te laten doen. Zij kunnen objecten zoeken waarvan Tesla de grondlegger is of invloed op heeft gehad. Dit kan dan aan de hand van het onderzoek en de museuminstallatie die ik maak.

De precieze opdrachtomschrijving luidt: *'Ontwerp een museuminstallatie die bezoekers vanaf 12 jaar laat zien welke grote uitvindingen Tesla gedaan heeft en welke visies hij had voor de toekomst.'* Vanuit hier zullen ideeën en concepten gegenereerd worden die vervolgens verder worden uitgewerkt. Hierbij wordt er rekening gehouden dat het vanuit de TwentseWelle gaat om een impressie van Tesla. Niet per se al zijn uitvindingen of visies hoeven uitgelicht te worden, enkel de meeste belangrijke zullen al voldoende zijn.

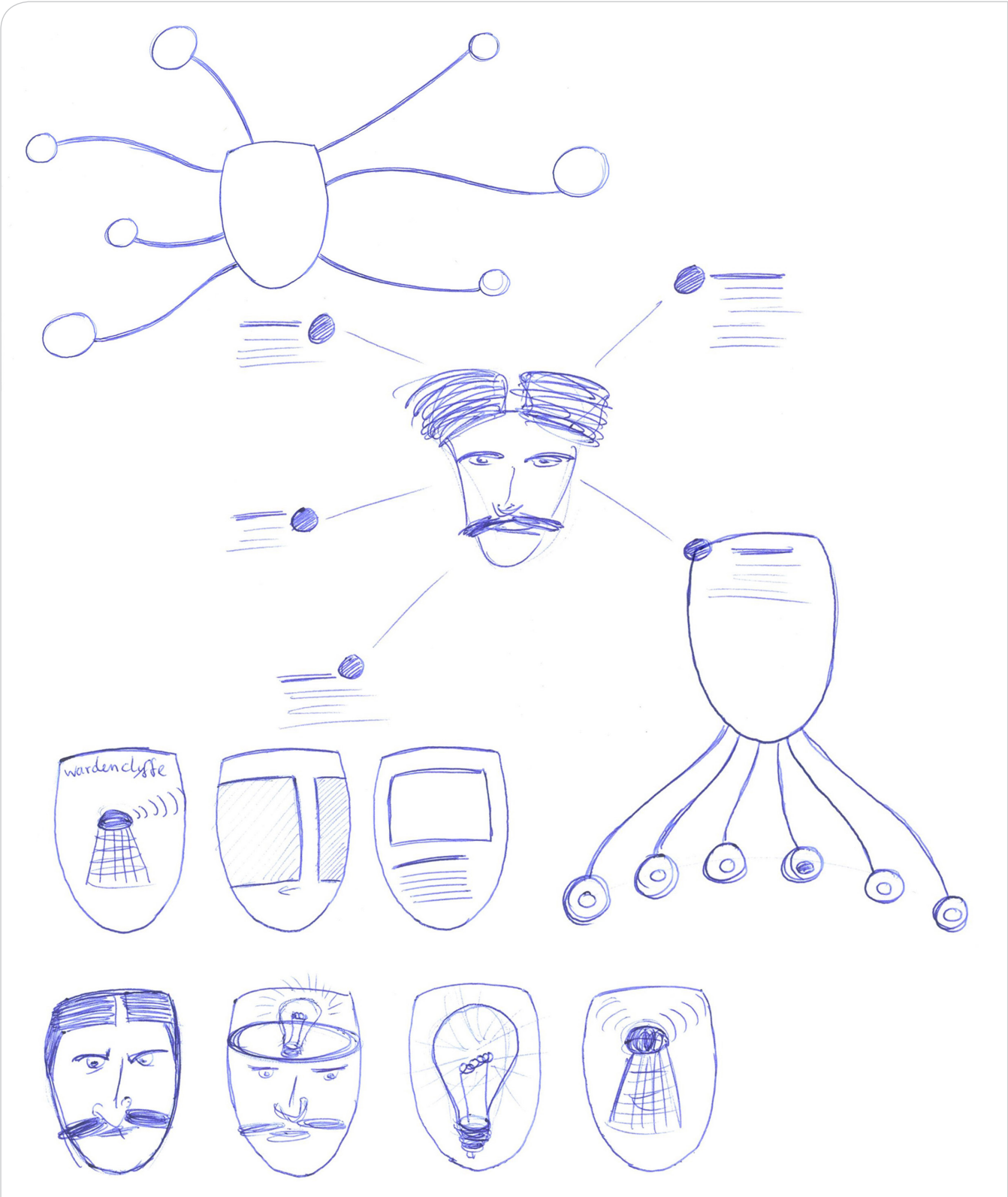
Vanuit de opdrachtomschrijving ben ik begonnen met het genereren van ideeën en tekeningen zoals te zien is in figuur 3.6en 3.7. Uiteindelijk zijn er 3 conceptrichtingen ontstaan. Elke richting past binnen de opdrachtomschrijving maar legt de nadruk op een ander deel. De eerste richting legt de nadruk op de persoon Tesla, de tweede meer op de uitvindingen van Tesla en de derde op de wereld door Tesla. In figuur 3.8 tot en met 3.10 zie je de schetsen die horen bij de conceptrichtingen 'Persoonlijk', 'Uitvindingen' en 'Wereldbeeld'.



Figuur 3.6 Een paar eerste algemene ideeën ontstaan bij een brainstorm over de Teslainstallatie



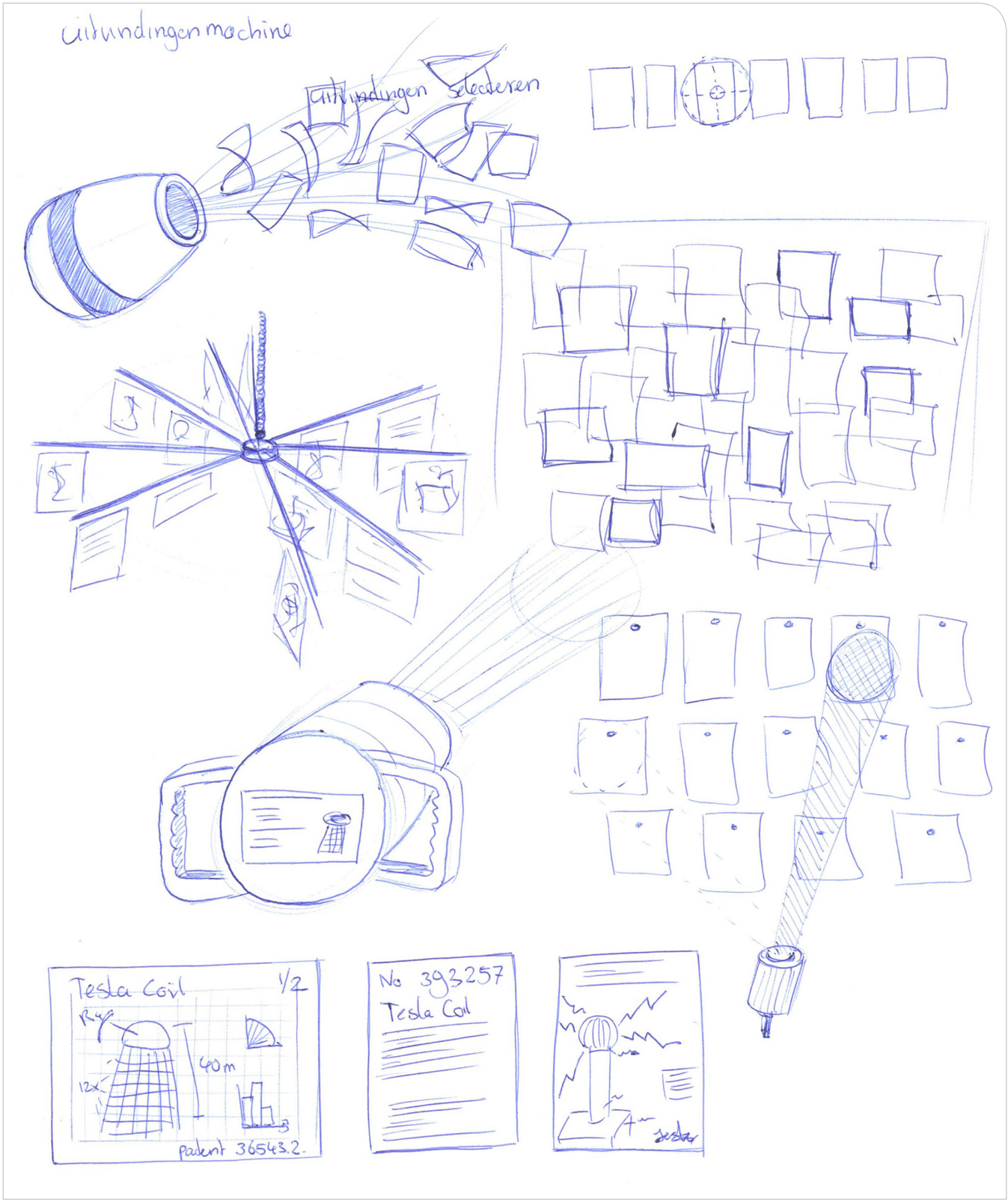
Figuur 3.7 Schetsen direct gekoppeld aan het Ei.



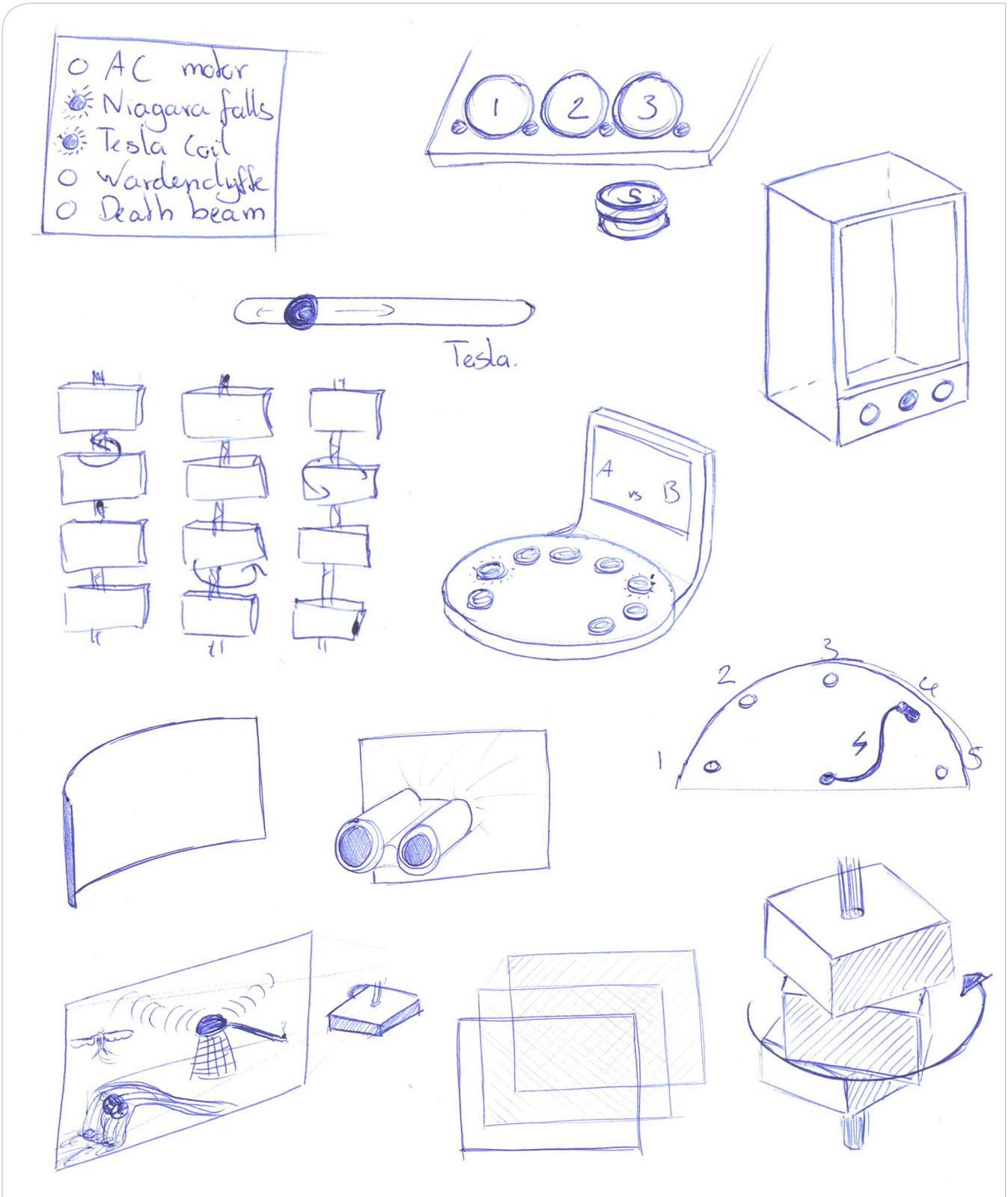
Figuur 3.8 Deze conceptrichting richt zich meer op de persoon Tesla. Hij was een bijzondere man met geniale inzichten en kennis. Zo zal zijn hoofd (en brein) centraal staan, dat is immers de plek waar alle uitvindingen >>

>> bedacht werden. Door op een creatieve wijze te laten zien welke ideeën er allemaal verstopt zaten in het brein van Tesla laat je zien wat voor een vindingrijk persoon hij is geweest.

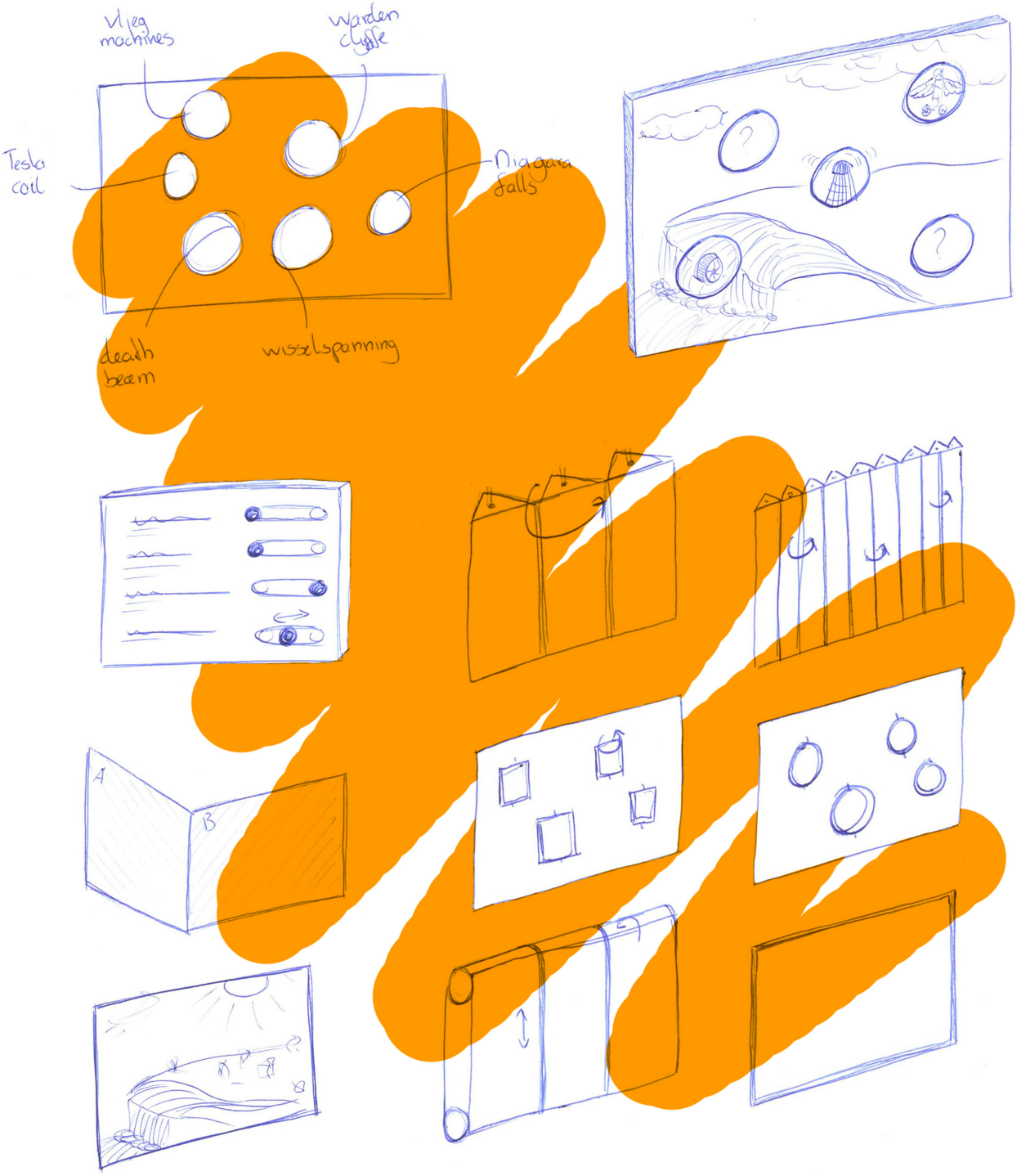
Figuur 3.9 In deze richting wordt de aandacht gelegd op de individuele uitvindingen. Hierbij kan gefocust worden op de vele verschillende ideeën die Tesla had en de ontwikkeling ervan. Dit kan in de vorm van patenten, >>



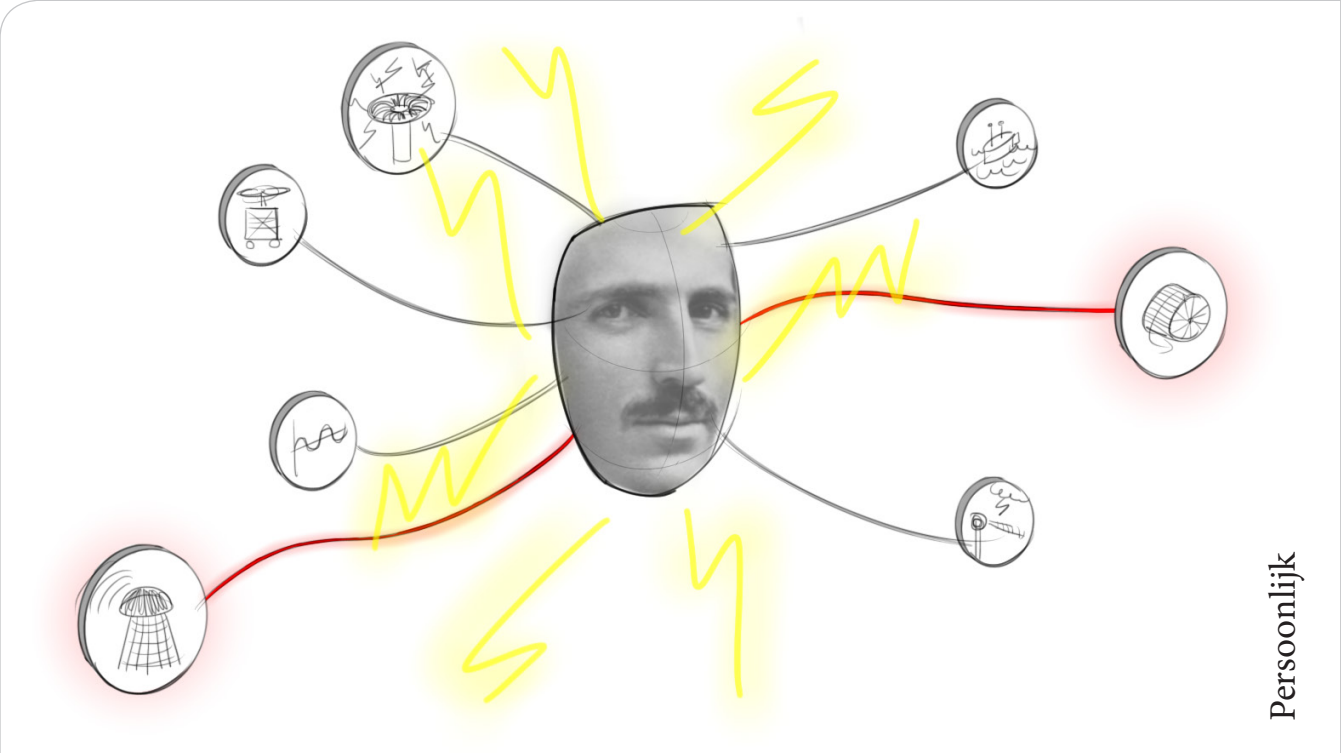
>> blauwdrukken of krijtbord aantekening die Tesla maakte. Hierbij kan er onderscheid gemaakt worden tussen uitvindingen die gerealiseerd zijn door Tesla of die hij voor zich zag als toekomstbeeld.



Figuur 3.10 De uitvindingen van Tesla hadden grote invloed op de wereld. Om deze invloed te illustreren worden verschillende werelden afgebeeld en vergeleken. De invloed van Tesla en zijn uitvindingen worden zichtbaar >>



>> gemaakt. Er is geprobeerd te zoeken naar manieren waarop verschillende afbeeldingen gepresenteerd en met elkaar vergeleken kunnen worden.



Figuur 3.11 Concept tekeningen. Links: Persoonlijk. Rechts boven: Uitvindingen. Rechts onder: Wereldbeeld.

3.3 Concepten

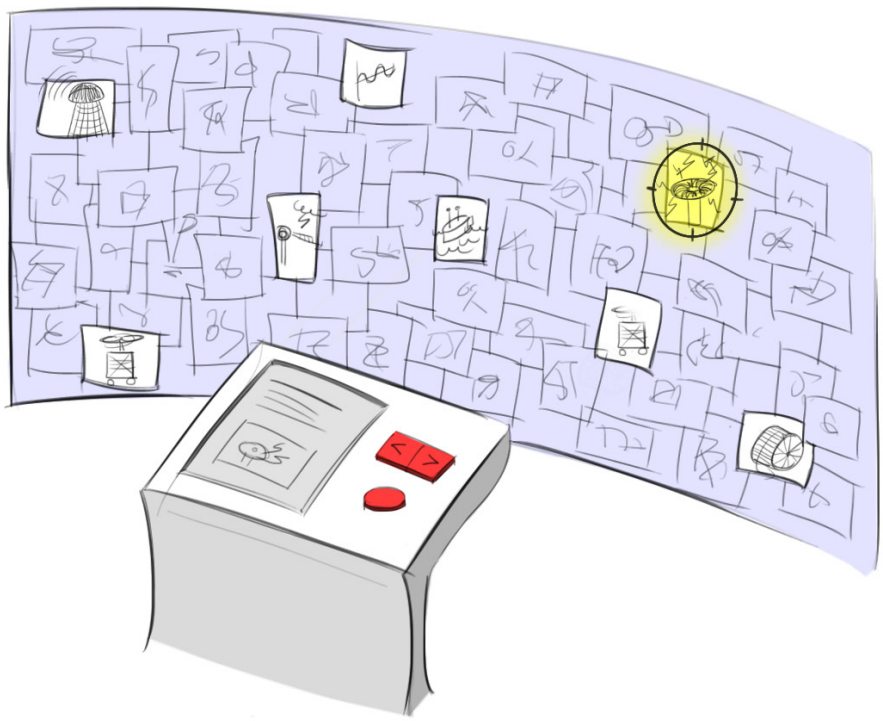
Uiteindelijk is er van elke richting een concept gekozen en verder uitgewerkt. Deze 3 concepten worden verder uitgelegd aan de hand van de afbeeldingen in figuur 3.11.

'Persoonlijk'

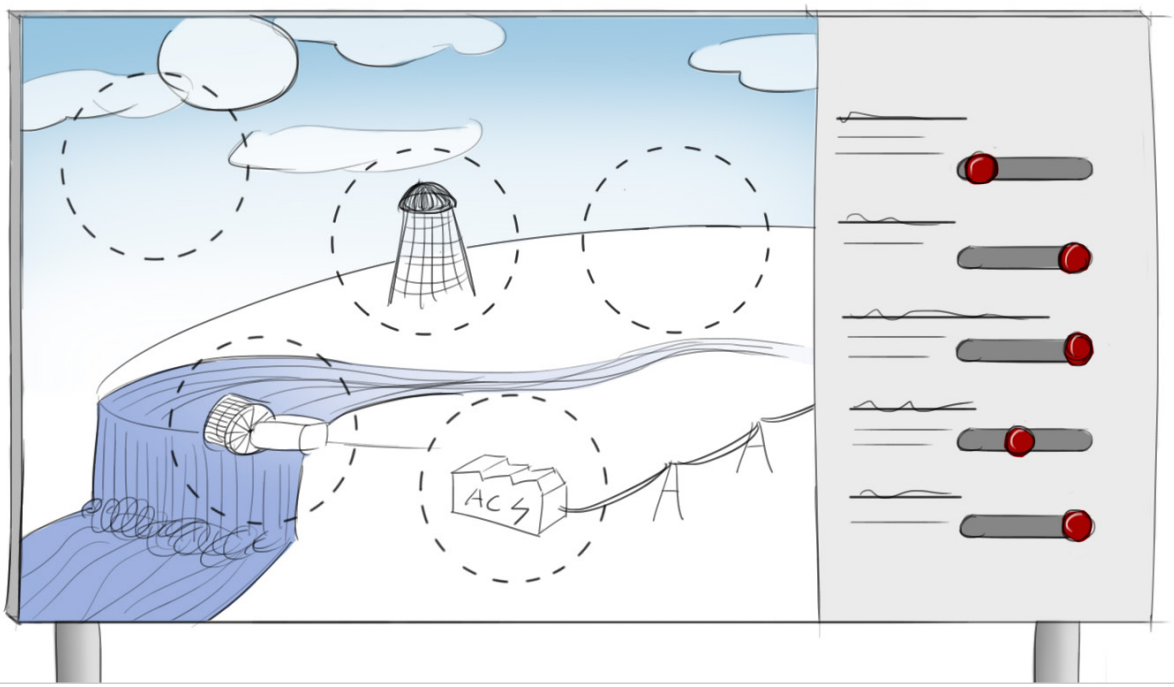
Aan de wand van 'het Ei' is een groot 'hoofd' opgehangen. Dit hoofd bestaat uit een dubbelgekromd oppervlak en is ongeveer 1 meter hoog. Een beamer projecteert hierop een foto van het hoofd van Nikola Tesla. Hierdoor lijkt het net alsof Tesla neerkijkt op jou en de rest van de expositie. Vanuit dit hoofd lopen verschillende draden of lichtsnoeren door het ei. Aan het einde van elke draad is een afbeelding van een van zijn uitvindingen of ideeën zichtbaar. Dit zullen er een stuk of 8 zijn. Voor het hoofd staat een soort paaltje met een rode knop erop, hiermee kan de installatie bediend worden. Op het moment dat een bezoeker deze knop indruk ontstaat er bliksem rondom het hoofd van Tesla. Dit wordt gerealiseerd door een beamerprojectie en verschillende geluidseffecten. Het hoofd van Tesla verandert alsof hij net een visioen kreeg over een bepaalde uitvinding. Vervolgens gaat er een lichtsnoer branden vanuit het hoofd naar een bepaalde uitvinding. Deze uitvinding licht op en verschijnt vervolgens ook op de plek waar eerst Tesla's hoofd zichtbaar was. De uitvinding wordt door middel van een kort filmpje uitgelegd en begeleid met een stem. Je kijkt nu als het ware in het hoofd van Tesla alsof je te zien en horen krijgt hoe hij een bepaald idee voor zich zag. Als de uitvinding uitgelegd is verschijnt het hoofd van Tesla weer. Je kunt nu wederom op de knop drukken. Het proces herhaalt zich, alleen krijg je nu de uitleg te zien over een andere uitvinding.

'Uitvindingen'

Het Ei is (voor een deel) bekleed met papieren. Deze papieren stellen uitvindingen, ideeschetsen en patenten van Tesla voor. Door het grote oppervlak dat deze papieren beslaat krijg je meteen een indruk van de hoeveelheid ideeën die Tesla had. Je zou Tesla kunnen zien als een soort uitvindingenmachine. De informatie die zichtbaar is op de papieren is er echter niet op geprint, de meeste blaadjes zullen leeg zijn. Door middel van een beamer worden deze lege papieren van informatie voorzien. Verschillende items zoals uitvindingen, ideeën en patenten kunnen op een bijzondere manier weergeven worden omdat ze geprojecteerd worden. Hierdoor hoeven afbeeldingen en tekst niet statisch te zijn en kun je 'op papier' de uitvindingen in werking



Uitvindingen



Wereldbeeld

laten zien. Voor de wand met de papieren staat een interface bestaande uit een scherm en drie knoppen. Op het scherm is een vraag zichtbaar zoals 'Welk apparaat bedacht Tesla om draadloos energie te verzenden?'. Je kunt antwoord geven op deze vraag door een item van de muur te selecteren. Door middel van de beamer wordt aangegeven uit welke items je kunt kiezen. Naast het scherm zitten pijltjesknoppen waarmee je een item kunt selecteren. Het geselecteerde item is zichtbaar alsof er een spotlight op schijnt. Denk je dat je het goede item geselecteerd hebt dan druk je op de ronde knop om je antwoord te geven. Op het scherm verschijnt of je

het juiste item geselecteerd hebt. Zo niet, dan kun je het opnieuw proberen. Had je het wel juist, dan krijg je een korte uitleg over het item en kun je door gaan naar een volgende vraag.

'Wereldbeeld'
Op een grote afbeelding zie je enkele van Tesla's uitvindingen in de samenleving. Tevens zie je ook een paar nog in te vullen gaten. Door middel van een aantal hendels naast de afbeelding kun je elementen wijzigen. Hier kun je onder verschillende onderwerpen zoals stroomopwekking, stroomtransport of vervoersmiddelen de ideeën van Tesla selecteren. Hierbij wordt er onderscheid gemaakt tussen de gerealiseerde ideeën en de visies die Tesla had. Wil je zien welke uitvindingen gerealiseerd zijn dan zet je de hendel onder dat onderwerp naar links. Wil je juist zijn visie zie dan zet je de hendel naar rechts. Vervolgens zie je op de grote afbeeldingen het element dat je zojuist geselecteerd hebt veranderen. Je ziet hoe het werkt en wat de invloed ervan is op de wereld. Tevens krijg je een korte uitleg bij deze uitvinding of visie.

3.4 Conceptkeuze

De verschillende concepten zijn voorgelegd aan Edwin. Elk concept is besproken met als doel een uiteindelijke keuze te maken voor verdere uitwerking. De voorkeur ging hierbij uit naar het concept 'Persoonlijk'. Dit omdat dit een mooi beeld geeft van zijn persoonlijke kenmerken maar ook juist de verschillende uitvindingen uitlicht. Daarnaast speelt de bijzondere presentatiewijze van Tesla en zijn ideevorming een grote rol. Het gebruik van 'bliksem' past goed bij Tesla en in het Ei omdat het zowel de ruimte en hoogte van het Ei als de beperkte aanwezigheid van licht goed gebruikt. Hierbij kwam ook aan bod dat het implementeren van 'echte bliksem' een duidelijke meerwaarde heeft dan alleen de bliksemeffecten. Echter moet hierbij rekening gehouden worden met veiligheid en de beperkte beschikbare ruimte. Wellicht kan er een Tesla Coil op kleine schaal gebruikt worden of een plasmabol. De originele presentatiewijze brengt ook wat moeilijkheden met zich mee. Het moet goed uitgevoerd worden zodat het resultaat er gelikt uit komt te zien. Het moet niet te geknutseld en knullig overkomen. De wijze waarop het hoofd van Tesla gepresenteerd wordt heeft ook grote invloed op het resultaat. Zo moet voorkomen worden dat het er eng uit komt te zien en het kinderen of bezoekers afschrikt. Mede door dit soort factoren is afbraak van het idee bij dit concept wat groter en risicovoller.

In een vervolggesprek heeft Erik ook meegepraat over de verschillende concepten. Hieruit werd duidelijk dat alle drie de concepten goede potentie hebben om uiteindelijk in het Ei geplaatst te worden. Elk concept heeft zeker zo zijn voordelen en sterke punten. Zo geven 'persoonlijk' en 'uitvindingen' beiden een goed beeld over de hoeveelheid en verschillende uitvindingen. 'Wereldbeeld' geeft een mooi beeld over de impact op de samenleving. Hieruit kwam het voorstel om de verschillende concepten op de een of andere manier nog te combineren. Op die manier kun je de sterke punten combineren en een beter en completer beeld geven. Concept 'persoonlijk' heeft namelijk een leuke manier van presenteren die ook goed bij Tesla zelf past. De beeldvorming van zijn ideeën in het hoofd van Tesla is een leuke metafoor. Het gevaar hierbij is echter dat het trucje toch te saai wordt. Na het drukken van de eerste keer op de knop ben je verrast door de leuke presentatiewijze. Dit effect is ook nog leuk voor de tweede en derde keer, alleen als je alle acht de uitvindingen langs wilt gaan is het niet meer vernieuwend. Je kijkt telkens naar het zelfde trucje maar dan met een ander filmpje. De interactie hiervan zal verbeterd moeten worden. 'Uitvindingen' heeft een standaard manier van informatie geven in de vorm van een quiz. Het is niet zo zeer vernieuwend en om het op een leuke manier te doen zonder dat het flauw wordt is best moeilijk. 'Wereldbeeld' laat goed de invloed van bepaalde uitvindingen en visies op de maatschappij zien. Echter is de manier van interactie niet aansprekend genoeg.

Wat in de overleggen naar voren kwam is dat bij alle drie de concepten de interactie over het algemeen nog wat verbeterd kan worden. Hierdoor moet het beter aansluiten bij het niveau van de presentatiewijze. Hierbij moet ook goed rekening gehouden worden met andere mensen die zich in het Ei bevinden. Hoe is de interactie met hen? Krijgen zij al veel mee van de installatie als er anderen eerst mee bezig zijn?

Door de wens voor het combineren van de concepten zal de interactie verhoogd worden. Tevens is het de bedoeling dat er meer toegewerkt wordt naar het volgende format: starten met een probleem, dan de persoonlijkheid van Tesla erbij halen en eindigen met de visies of uitvindingen die hij voor zich zag als bijbehorende oplossing. Dit zorgt voor meer duidelijkheid over (het doel van) de installatie bij de bezoeker.

Detaillering

Door de keuze om de concepten te combineren moet er opnieuw onderzoek gedaan worden naar bepaalde elementen. In paragraaf 4.1 worden de afwegingen besproken over de interface, interactie, presentatietechnieken en vormgeving. De paragraaf daarop volgend geeft een beschrijving en illustratie van het eindconcept.

De uiteindelijke verdere detaillering van het eindconcept wordt in paragraaf 4.3 besproken. Hierin komt de vormgeving van de vier basis minivitrines aan bod en wordt er per uitvinding een mogelijke invulling gegeven van de minivitrines. Door middel van digitale renders en een model wordt een indruk gegeven over de vormgeving en sfeer van de gehele museuminstallatie. Tevens wordt er een basis gegeven voor verdere (technische) uitwerking.

4.1 Herontwerp

Door de keuze van het combineren van twee of zelfs alle drie de concepten zal er een nieuw conceptvoorstel gedaan moeten worden. Hiervoor zijn er opnieuw ideeën bedacht en schetsen gemaakt die te zien zijn in figuur 4.2. Het goed combineren van de concepten bleek echter lastiger dan gedacht. Al snel kwam het tot een letterlijke samenvoeging van de verschillende concepten waarmee er niet het beste uit beiden gehaald werd. Daarom het ik ervoor gekozen om duidelijker vanuit een bepaald concept te starten. Dit concept was 'persoonlijk' omdat hier de voorkeur vanuit Twentse-Welle en mijzelf het meeste naar uitging. Hierbij ga ik uit van het basisconcept met een centraal 'hoofd' en daar omheen verschillende uitvindingen van Tesla. Hiervan heb ik geprobeerd de interactie duidelijk te verberen. Tevens dient de installatie een duidelijkere probleem-oplossing benadering te hebben. Het toevoegen van een interface zoals uit het concept 'uitvindingen' is eventueel ook mogelijk. Om dit te realiseren en tot een beter eindconcept te komen heb ik de interactie en interface onderzocht. Daarnaast zijn er verschillende presentatietechnieken voor de uitvindingen, Tesla's hoofd en het plasma bekeken. Deze verschillende mogelijkheden zullen hieronder besproken worden. Paragraaf 4.2 licht vervolgens toe welke overwegingen gemaakt zijn en welke elementen in het daadwerkelijke ontwerp geïmplementeerd worden.

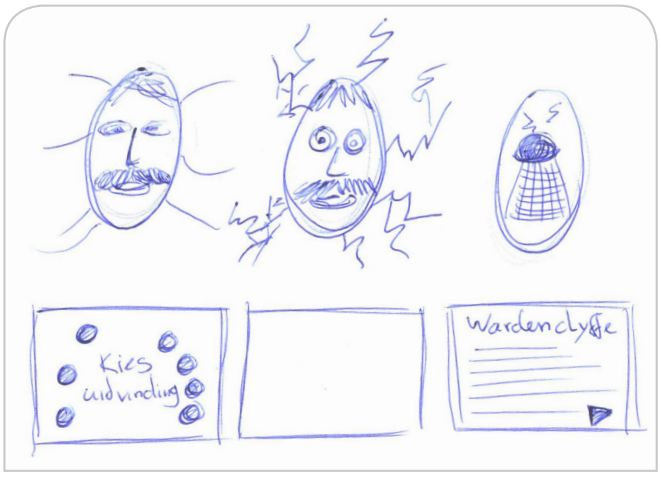
Interactie

De interactie tussen de museuminstallatie en de bezoeker is erg belangrijk. Zoals uit de analyse blijkt zorgt een hoger interactieniveau over het algemeen voor een hogere aandacht voor de installatie. Het stelt de bezoeker in staat invloed te hebben op de installatie.

Voor een hoge interactie zou je ervoor kunnen kiezen de elementen die op het hoofd geprojecteerd worden interactief te maken. De bezoekers hebben invloed op deze inhoud. Een aantal voorbeelden hiervan zijn te zien in figuur 4.1 en 4.3. Zo zou de bezoeker bijvoorbeeld de video die uitleg geeft kunnen bedienen of door verschillende foto's over de uitvinding, kunnen bladeren. Ook zou na het selecteren van een uitvinding een 3D-model ervan gepresenteerd kunnen worden. De bezoeker kan deze vervolgens ronddraaien en uitgebreid bekijken. Een andere mogelijkheid is om de bezoeker de uitvinding in werking te laten zetten door verschillende elementen op de interface. Er kan bijvoorbeeld per uitvinding een minigame gespeeld kunnen worden die duidelijk maakt hoe de uitvinding werkt of wat zijn doel is.

Een belangrijk item voor de interactie is de interface. Dit is het communicatiemiddel tussen de bezoeker en de museuminstallatie. Deze interface hoeft niet altijd zichtbaar te zijn en kan bijvoorbeeld variëren van een enkele knop tot een touchscreen tot bewegingssensoren. De interface moet de gebruikers in ieder geval in staat stellen om een bepaalde uitvinding te selecteren.

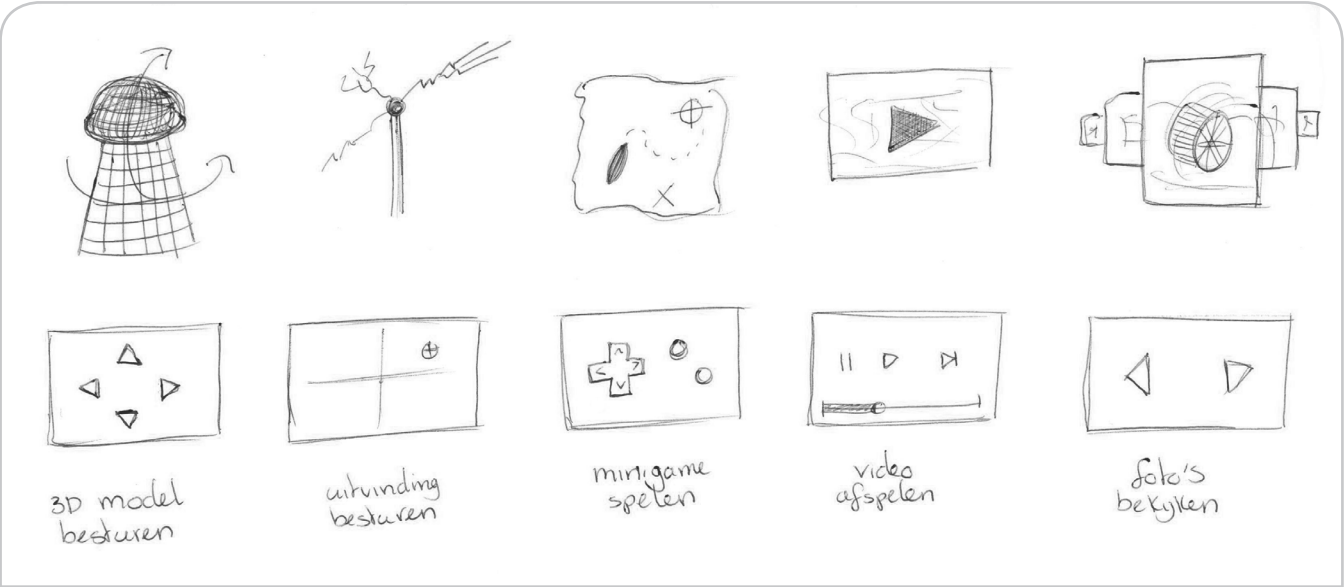
In het originele concept 'persoonlijk' werd de installatie bediend met een enkele knop. Door het drukken op deze knop selecteert men (willekeurig) een uitvinding. Hierdoor kan de bezoeker niet zelf een specifieke uitvinding kiezen waar hij of zij op dat moment meer informatie over wil krijgen. Een oplossing hiervoor zou zijn dat het direct nogmaals op de knop drukken de volgende uitvinding selecteert. Elke uitvinding kan ook een eigen knop hebben of gebruik maken van een andere selectiemethode. Dit stelt de bezoeker in staat direct een uitvinding te selecteren waarover hij of zij meer wil weten.



Figuur 4.1 Een mogelijke touchscreen interface in combinatie met het hoofd.

Een touchscreen als interface kan deze keuze ook realiseren en biedt daarnaast nog andere mogelijkheden. Door de dynamiek van een beeldscherm kunnen interfaces aangepast worden en kan extra informatie gegeven worden via de interface.

Figuur 4.2 Diverse schetsen om te kijken hoe verschillende concepten gecombineerd kunnen worden, hoe naar een probleem-oplossing benadering gewerkt kan worden en hoe verschillende elementen of objecten in de installatie uitgelicht kunnen worden.



Figuur 4.3 Voorbeelden van interactiemogelijkheden tussen het hoofd en de interface.

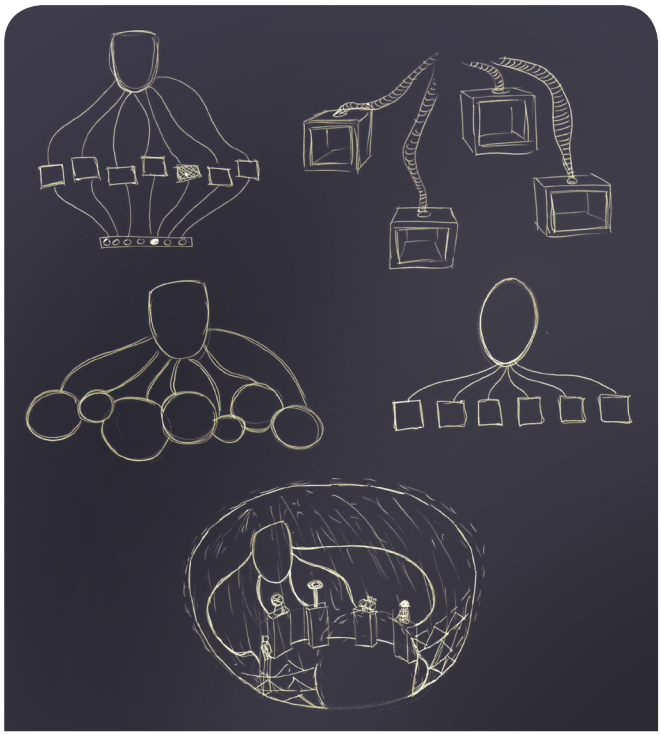
Het is belangrijk de wisselwerking tussen de interface en het centrale hoofd van Tesla te aanschouwen. Dus is het van belang dat de gebruiker duidelijk heeft wat het nut is van de interface. Is dit enkel om een uitvinding te selecteren? Of wordt er ook informatie op getoond? Is dit niet duidelijk dan loop je de kans dat de bezoeker delen van de informatie niet mee krijgt. Zo wordt er bijvoorbeeld naar het hoofd gekeken in plaats van de interface en omgekeerd waardoor je dingen mist. Er verschillende mogelijkheden voor de plaatsing en opzet van de interface. Hierbij kun je onderscheid maken tussen een centrale en lokale interface.

Een centrale interface zal een duidelijk startpunt zijn voor bezoekers. Willen ze de installatie bedienen dan zullen ze daar moeten starten. Vanuit hier kan een keuze gemaakt worden voor een uitvinding. Afhankelijk van de verdere opzet blijft de bezoeker bij de centrale interface waar het informatie krijgt of worden ze doorgestuurd naar een andere plek. In dat laatste geval maak je de installatie al beter geschikt voor meerdere mensen tegelijk.

Na de keuze voor een uitvinding kan de volgende ook alweer een keuze maken. Zit de uitleg over de uitvinding erop dan zal de bezoeker weer moeten terugkeren naar de centrale interface om opnieuw een keuze te maken.

Een lokale interface kun je zien als een aantal individuele interfaces op verschillende plekken. Zo kan elke uitvinding een eigen interface hebben die ervoor zorgt dat je een deel van de installatie start of informatie opvraagt. Het kiezen van een uitvinding zal dan niet door middel van een interface gaan, maar door het lopen naar een bepaalde uitvinding. Daar kun je dan ter plekke informatie verkrijgen. Wil je een andere uitvin-

Figuur 4.4 Afbeeldingen van de 'Bulbing light'. Een glazen plaat wordt verlicht door enkele LEDs. (Studio Cheha)



Figuur 4.5 Het hoofd verbindt verschillende opstellingen verspreid door het Ei.

ding bekijken dan loop je daar simpelweg naar toe en bedien je de lokale interface.

Presenteren van uitvindingen

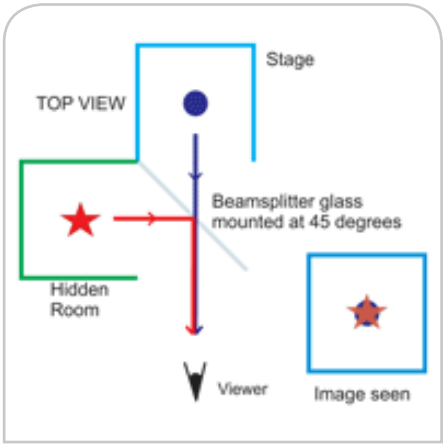
Rondom het hoofd van Tesla bevinden zich zijn uitvindingen. Het moet voor de bezoekers duidelijk worden dat dit zijn uitvindingen of ideeën zijn. Er zijn verschillende manieren om dit te presenteren. Zo kunnen er bijvoorbeeld een soort fotolijstjes met afbeeldingen opgehangen worden die verbonden zijn met het hoofd. Tevens kan het hoofd ook in verbinding staan met daadwerkelijke modellen die zich in het Ei bevinden. Deze twee verschillende mogelijkheden worden hieronder besproken.

Verschillende ideeën en uitvindingen worden opgehangen in het Ei zoals dat in het originele concept beschreven staat. Van elke element moet een afbeelding worden gepresenteerd die met een draad verbonden is met het hoofd. Dit kan bijvoorbeeld een geprinte foto of tekening zijn. Er kan ervoor worden gekozen dat deze altijd zichtbaar is, of dat het alleen zichtbaar wordt op het moment dat hij geselecteerd wordt. Dit zou kunnen gebeuren door het plaatsen van een spot op de afbeelding of met een backlight. Een variant hierop is een plexiglas/glazen plaat waarop getekend of gegraveerd is. Op het moment dat er licht door heen schijnt wordt de afbeelding zichtbaar. Dit effect is te zien in figuur 4.4. Er kan ook gekozen worden voor het plaatsen van (kleine) beeldschermen waarop de uitvindingen te zien zijn. Op deze manier zit je niet vast aan statische afbeeldingen. Dit zou tevens gerealiseerd kunnen worden met een beamerprojectie.

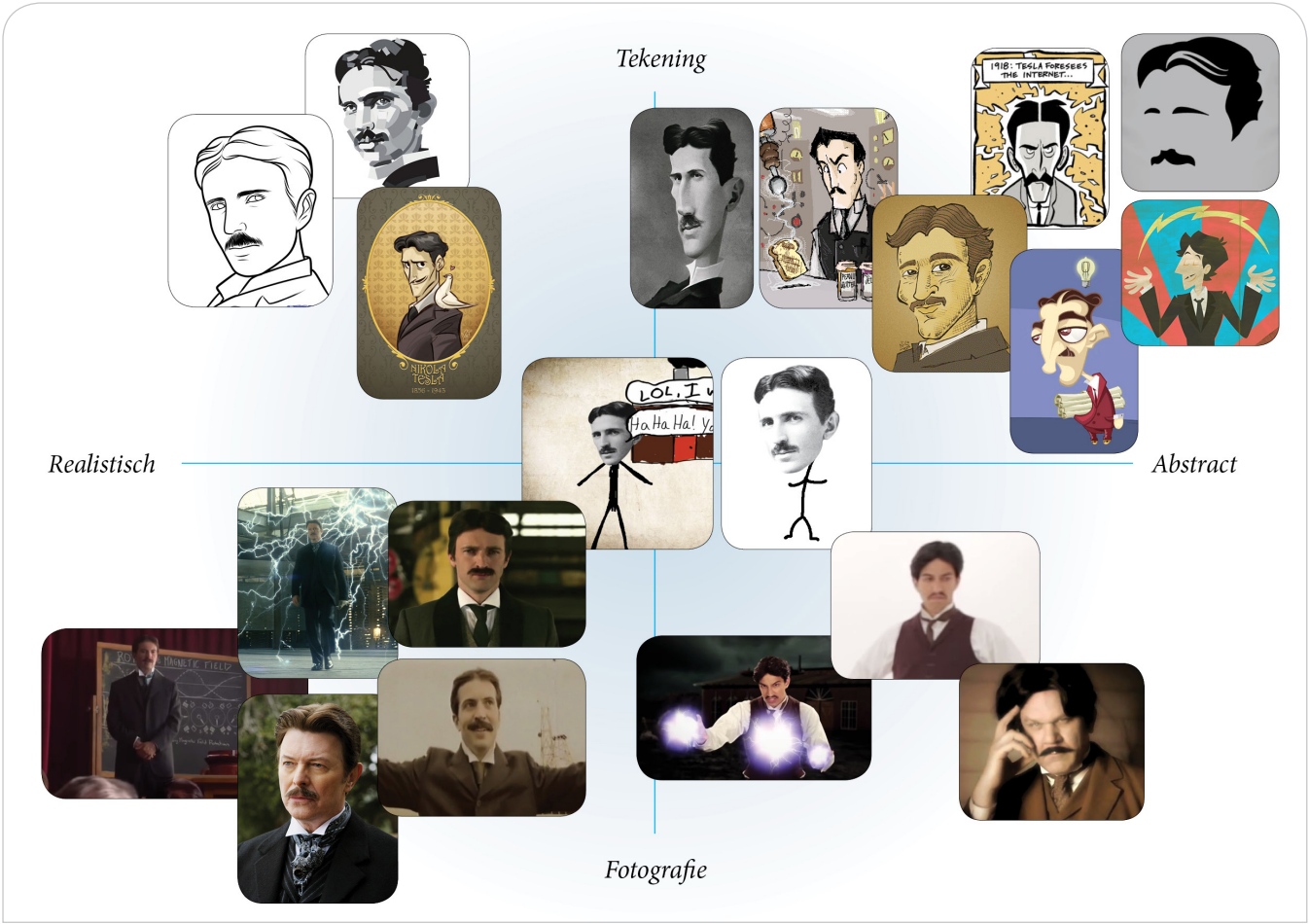
De draden kunnen echter ook leiden naar verschillende opstellingen (verspreid) in het Ei zoals te zien is in figuur 4.5. Op elk van deze opstelling is dan bijvoorbeeld een van zijn uitvindingen gepresenteerd. Omdat het niet altijd mogelijk is de daadwerkelijke uitvinding te presenteren kan er een model of een andere weergave gebruikt worden. Dit zou bijvoorbeeld op een beeldscherm kunnen, met pepper's ghost (zie figuur 4.6) of fysieke tekeningen en patenten van Tesla te laten zien. Deze objecten zouden in een soort donkere doos kunnen zitten. Pas op het moment dat de verlichting aan is kun je het object bekijken.

Gezicht

Er zijn verschillende manier om Tesla's hoofd te weergeven. Allereerst zijn er ongeveer 50 originele foto's beschikbaar waarop Nikola Tesla is afgebeeld. Hierbij gaat het in de meeste gevallen om portretten. Ik heb geen origineel filmmateriaal kunnen vinden waarop Tesla is vastgelegd. Naast de originele foto's zijn er op het internet echter genoeg afbeeldingen, tekeningen en filmmateriaal te vinden over hem. Zo zijn er diverse documentaires en speelfilms over hem beschikbaar. Ook op Youtube zijn er diverse persiflage-filmpjes



Figuur 4.6 Pepper's ghost is manier om een afbeelding te laten verschijnen. Deze maakt gebruikt van een glasplaat waarin het af te beelden item reflecteert. Doordat de glasplaat onder een hoek is geplaatst verschijnt de projectie op een ander deel. (Thin Metal Films LTD)



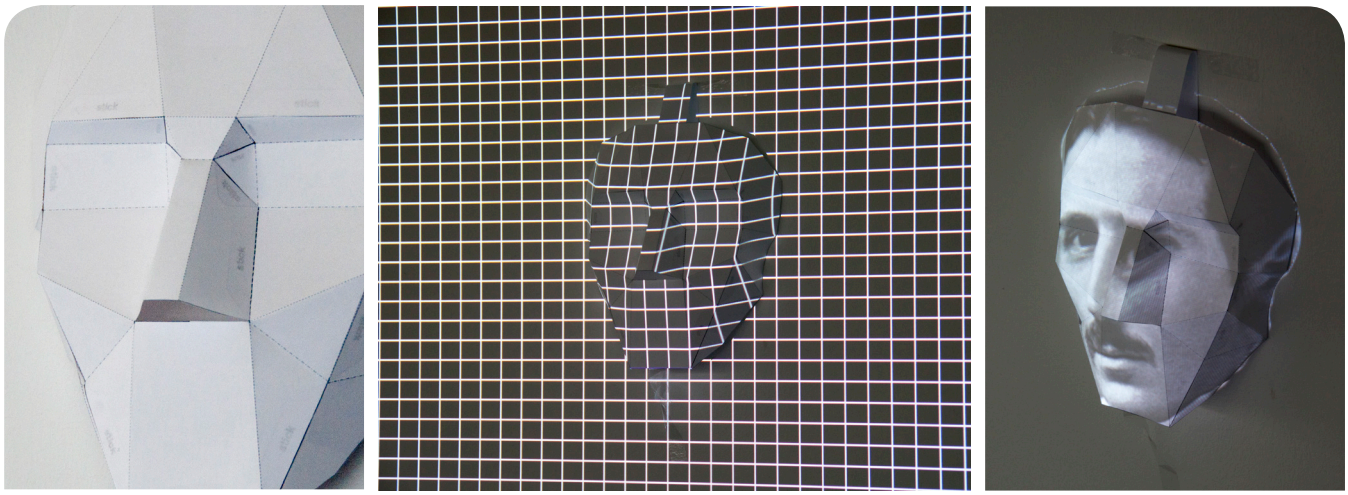
Figuur 4.7 Divers beeldmateriaal over Tesla gebruikt voor onder andere documentaires, speelfilms, persiflages, strips, informatiefilmpjes en 'fan art'. De afbeeldingen zijn geordend op een assenstelsel dat onderscheid maakt tussen het abstractieniveau en het gebruikte medium.

over Tesla te vinden. Tesla is niet erg algemeen bekend, maar vormt toch voor veel mensen een ware uitvindersheld en inspiratiebron. Dat blijkt alleen al uit de (kleine) selectie van gemaakt beeldmateriaal over Tesla in figuur 4.7.

Om te kijken hoe het is om een gezicht te projecteren op bepaalde oppervlakken heb ik hier een klein testje voor uitgevoerd. Van papier heb ik twee 'gezichtsvormen' gemaakt. De eerste is in een masker van Converse, te vinden in bijlage E. De ander is een simpelere vorm waarbij er meer sprake is van een enkelgekromd oppervlak. Op beiden vormen zijn diverse beelden van Tesla geprojecteerd.

Zoals verwacht leverde het masker wat problemen op met de vervorming van het geprojecteerde beeld. Door de redelijk complexe opbouw van dit masker is het geprojecteerde beeld alleen correct zichtbaar als er vanuit de richting van de beamer wordt gekeken. Figuur 4.9 illustreert dit. Het feit dat er geen originele foto van Tesla beschikbaar is waarop hij recht van voren is vastgelegd, maar enkel in gedraaide positie,

Figuur 4.8 Projectie van het hoofd van Tesla gezien vanuit verschillende hoeken.



Figuur 4.9 Vervorming van het beeld bij het projecteren op een masker.

verergert dit effect. Deze gedraaide foto is dan namelijk niet goed uitgelijnd met het symmetrische masker.

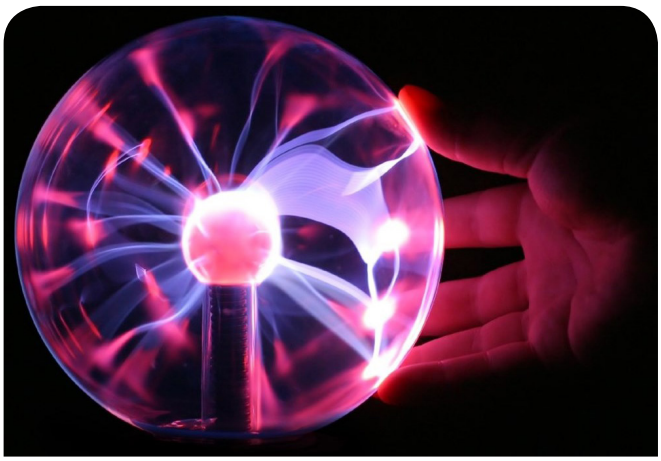
Dit effect is een stuk minder groot bij het gebruiken van de andere vorm. Door de minder complexe vorm en de zachtere overgangen is de vervorming een stuk minder groot. Bij projectie van zijn hoofd ziet het beeld er nog vrij natuurlijk uit ook als er onder een grote hoek gekeken wordt zoals te zien is in figuur 4.8.

Plasma

Vanwege de wens om bliksem te implementeren in de museuminstallatie heb ik onderzoek gedaan naar mogelijke manieren om plasma te creëren. Plasma is een aggregatietoestand (een fase, net als vloeibaar of gasvormig) waarbij de deeltjes van een gasvormige stof in zekere mate geïoniseerd zijn. Normaal gesproken zijn gasdeeltjes neutraal, maar door er een bepaalde energievorm aan toe te voegen verliezen ze een of meer elektronen. Hierdoor wordt de kernen geïoniseerd. Bij voldoende geïoniseerde atomen spreek je van plasma en is dan zichtbaar als elektrisch verschijnsel waarbij er 'bliksem' gemaakt wordt. Plasma ontstaat vaak als er tussen twee verschillende (geleidende) objecten een groot spanningsverschil zit. De spanning moet op de een of andere manier ontsnappen en doet dit dan via de lucht in vorm van plasma. Hierbij geleidt lucht dus elektriciteit. In de natuur komt het ook voor, bijvoorbeeld in de vorm van bliksem of noorderlicht.

De Tesla-coil creëert plasma. Doordat de transformator spanning zo hoog opbouwt moet de energie op een gegeven moment via de lucht eromheen ontsnappen. Hierbij ontstaan er 'bliksemschichten' die bestaan uit plasma.

Een plasma-bol (in de volksmond ook wel Tesla-bol genoemd) creëert ook plasma maar is veiliger dan een Tesla-coil. Dit omdat bij een plasmabol het plasma 'gevangen blijft' door de (kleine) afgesloten glazen bol eromheen. Tesla heeft de voorloper van deze bol uitgevonden, de 'inert gas discharge tube'. Het is een soort buis gevuld met een gas die onder invloed van spanning of spanningsvelden oplicht. Dit was een voorloper van de tl-buis. De moderne vorm van de plasmabol zoals hij in 1970 ontworpen is zie je in figuur 4.10 . Op het bolletje aan de binnenkant van de glazen bol staat een spanning met een zeer hoog voltage en frequentie. Deze spanning probeert via het gas in de bol naar buiten te gaan. Hierbij ontstaat er plasma. Op het moment dat



Figuur 4.10 De moderne variant van de Plasmabol zoals hij rond 1970 ontworpen is door Bill Parker.

je je hand op de bol legt ondervindt de elektriciteit minder weerstand en stroomt het via je lichaam naar de aarde. Je voelt dit echter niet door de hoge frequentie; de stroom heeft geen tijd om je lichaam in te dringen maar blijft enkel aan de buitenkant van je huid.

Met een jakobsladder kun je ook plasma creëren. Je doet dit door tussen twee metalen draden of buizen een hoge spanning te zetten. De spanning bouwt zich op en als deze hoog genoeg is springt de elektriciteit via de lucht over in de vorm van een vonkbrug. Deze vonkbrug bestaat uit plasma. Doordat de geïoniseerde lucht rondom de vonkbrug zeer warm is stijgt het op. Het neemt de vonkbrug mee naar boven langs de draden totdat de verbinding weer verbreekt. Dit opstijgen van het plasma werkt alleen als de geleidende metalen draden vertikaal omhoog staan. Door de draden onderaan dichter bij elkaar te laten staan dan bovenaan ontstaat de vonkbrug onderaan. Hier is de weerstand door de lucht namelijk lager omdat er minder afstand overbrugd hoeft te worden. Figuur 4.11 laat een jakobsladder zien.

Naast deze diverse apparaten die plasma opwekken kun je natuurlijk ook het effect van plasma of bliksem nabootsen. Hiermee bereik je wellicht het gewenste visuele effect zonder de fysieke elektrische ontlading. Dit kan overwogen worden als de veiligheid van bezoekers niet gegarandeerd kan worden bij gebruik van echt plasma. Het nabootsen van bliksem of plasma zal vooral visueel gebeuren waarbij geluidseffecten een versterkende werking hebben. Door middel van een stroboscoop, aan apparaat dat snel knipperde flitslichten maakt, wordt de illusie van bliksem al snel gewekt. Het helpt hierbij om gebruik te maken van een filter dat het licht in een bepaalde vorm projecteert, zoals bliksemflitsen. Een projectie door middel van een beamer geeft mogelijk ook het goede resultaat. Dit heeft als voordeel ten opzichte van de stroboscoop dat er meerdere kleuren en bewegend beeld geprojecteerd kan worden.

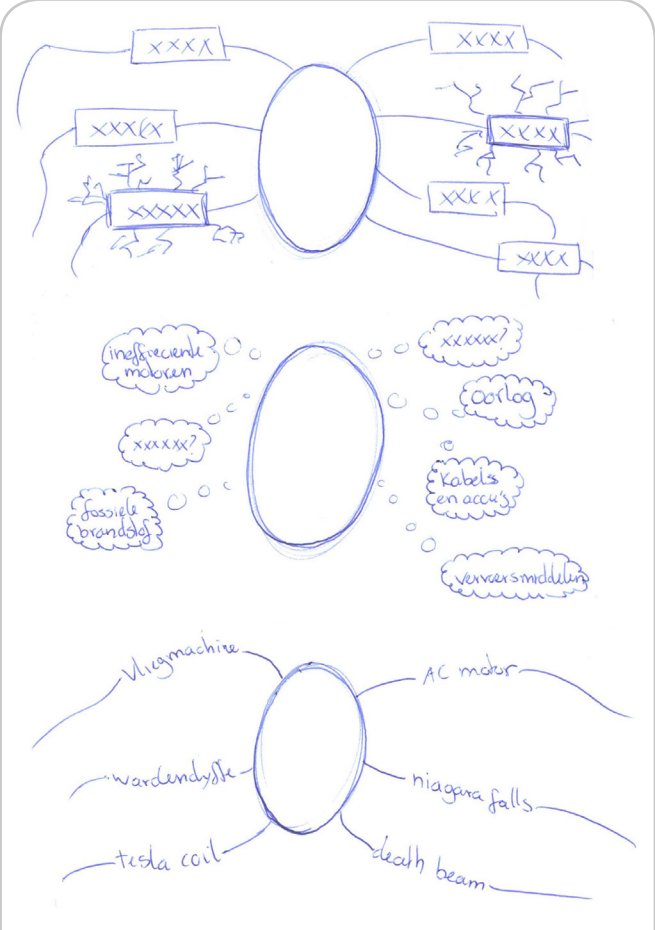
Figuur 4.11 Een jacobsladder bestaande uit 3 staven zoals hij in Techniekmuseum HEIM te zien is.

Probleem-oplossing richting
Om de museuminstallatie en het doel ervan duidelijker te maken tegenover de bezoeker is het handig naar een probleem-oplossing benadering te gaan. Er wordt een probleem geschetst dat Tesla ervoer in zijn tijd of een probleem dat we vandaag de dag alsnog hebben. Vervolgens komt Tesla om de hoek kijken en gaat aan de slag om hier iets op te verzinnen. Deze oplossing wordt uiteindelijk door de installatie gepresenteerd in de vorm van een uitvinding door Tesla.

Een mogelijkheid is dat deze ondervonden problemen omschreven worden in enkele woorden of ingedeeld worden in een categorie. Deze worden gepresenteerd aan de bezoeker. Er ontstaat nieuwsgierigheid naar de oplossing en de bezoeker selecteert een bepaald probleem voor een antwoord. Dit wordt vervolgens gegeven in de vorm van uitleg over de uitvinding.

Dit kan echter ook andersom benaderd worden. De bezoeker start in dat geval bij de uitvinding, de oplossing dus. Door middel van een uitleg over de uitvinding wordt ook duidelijk wat het probleem was wat de aanleiding vormde. Dit kan gerepresenteerd worden op een manier zoals te zien is in figuur 4.12. Tussen de verbinding die loopt vanuit het hoofd naar de uitvindingen zijn teksten geplaatst. Deze representeren de problemen of bijbehorende categorieën. Als een bepaalde uitvinding geselecteerd is licht ook de bijbehorende tekst op. Op die manier wordt een koppeling gemaakt tussen probleem en uitvinding.

Geluid
Wil de museuminstallatie geluid af spelen dan zijn hier verschillende mogelijkheden voor. De meest standaard oplossing is het gebruik van een luidspreker. Deze zal voor iedereen te horen zijn en kan daardoor misschien ook storend werken voor bezoekers die (nog) niet met de installatie bezig zijn. Een veel gebruikte oplossing hiervoor is het gebruik maken van een telefoonhoorn.



Figuur 4.12 Visualisatie van thema's of problemen rondom het hoofd van Tesla.

Deze moet de bezoeker vastpakken en bij het oor houden om het geluid te kunnen horen. Hierdoor stoort het geluid andere bezoekers niet. Echter is het nadeel hiervan dat er maar een persoon tegelijk kan luisteren per telefoonhoorn. Een vergelijkbaar systeem werkt met de audiotour. Door het richten van de audiotourafstandsbediening op een chip wordt een bepaald geluidsfragment afgespeeld op het apparaat. Deze kunnen bezoekers luisteren door de afstandsbediening bij het oor te houden. De audiotour is standaard onderdeel van het museum, dus elke bezoeker zal over een afstandbediening beschikken. Hierdoor kunnen meerdere mensen tegelijk naar hetzelfde fragment luisteren.

Alle drie de mogelijkheden zijn ook te combineren met beeld. Bij het gebruik maken van een video wil je namelijk dat beeld en geluid synchroon lopen. Bij de luidspreker en de telefoonhoorn wordt constant het goede bijbehorende geluid afgespeeld. De audiotour heeft een ingebouwde functie die automatisch opvraagt waar het beeld is met afspelen. Het geluidsfragment wordt ingeladen en het referentiepunt bepaalt vervolgens het bijbehorende startpunt voor de audio.

Een belangrijk aspect om te onthouden is het feit dat de installatie twee-talige uitleg moet geven. Zal er uitleg plaats vinden door middel van spraak, dan moet de bezoeker in staat zijn een taalkeuze te maken. Dit kan door taalkeuze knoppen die fysiek dan wel op een touchscreen geplaatst zijn. De audiotour zal automatisch de goede taal inladen, afhankelijk van de gekozen taal van de afstandsbediening.

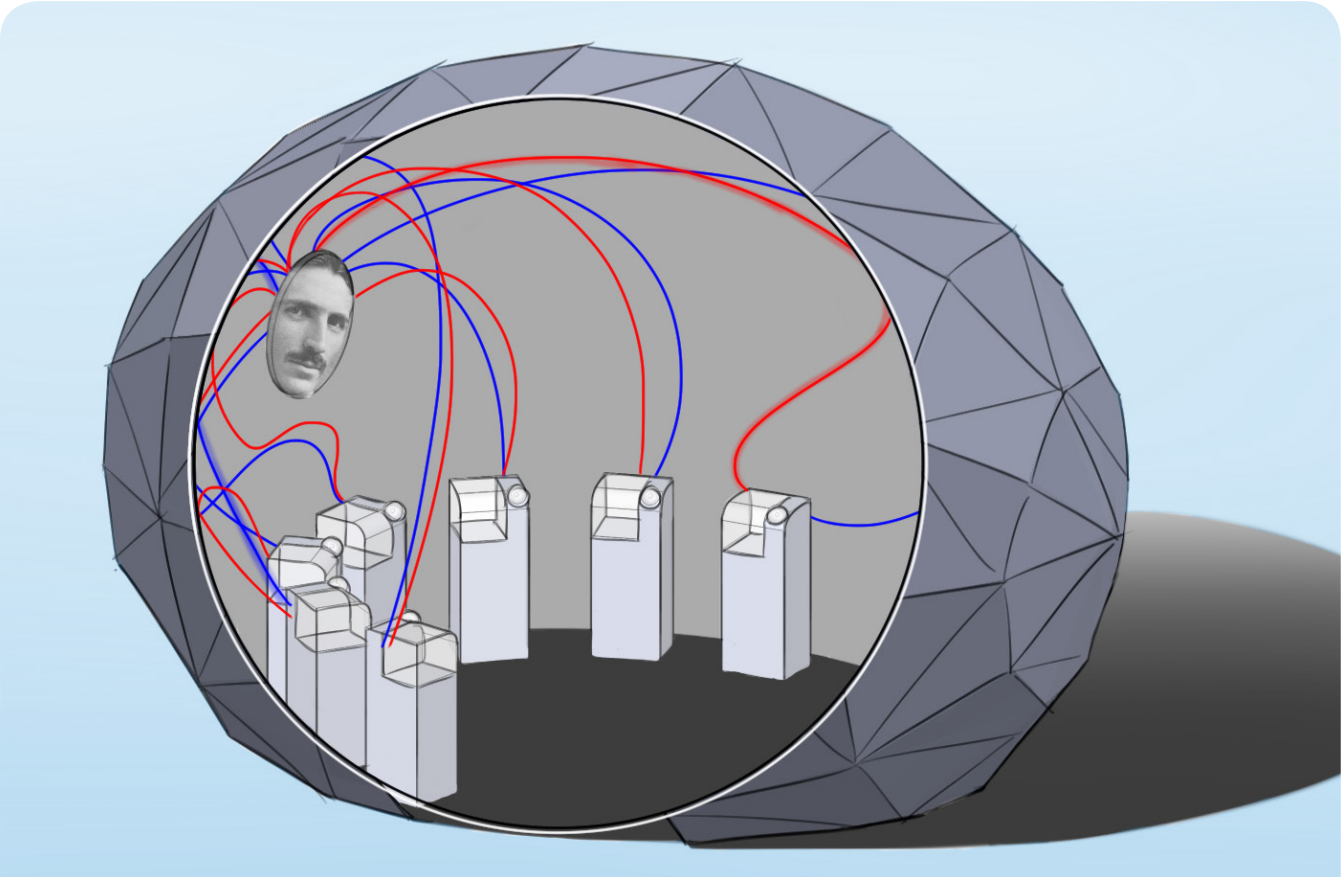
4.2 Eindconcept

De interactie van de museuminstallatie diende verbeterd te worden. Hierbij zou het tevens gewenst zijn dat de installatie voor meerdere mensen tegelijkertijd toegankelijk is. Ook moet er een duidelijk vertrekpunt zijn waaraan de uitvinding of het idee van Tesla opgehangen kan worden. Na het opnieuw onderzoeken van de verschillende mogelijkheden heeft er een overleg plaatsgevonden. Hierin zijn de verschillende mogelijkheden tegenover elkaar afgewogen en beslissingen gemaakt voor het eindconcept.

Om de museuminstallatie toegankelijk te maken voor meerdere bezoekers tegelijk is ervoor gekozen om gebruik te maken van meerdere minivitrines. Deze vitrines bevatten uitvindingen van Nikola Tesla en staan door het Ei verspreid. Ze zijn verbonden door middel van kabels met het hoofd van Tesla en vervangen de opgehangen afbeeldingen van de uitvindingen. Elke minivitrine kun je individueel activeren op het moment dat je er bij staat en op een knop drukt.

Er is niet voor een centrale startinterface gekozen. De reden hiervoor is dat iedere bezoeker telkens na elke uitvinding weer terug moet komen naar deze interface om de volgende te selecteren. Het zou wel een duidelijk startpunt bieden maar na een aantal keren vervelend worden voor gebruikers om telkens terug te gaan. Tevens kan dit wachttijden opleveren bij het gebruik door meerdere bezoekers tegelijk.

De minivitrines bevatten een model, filmpje of andere representatie van een uitvinding van Tesla. Deze zijn niet (geheel) zichtbaar in het begin. Na activatie van de minivitrine wordt dit pas zichtbaar en volgt er tevens



Figuur 4.13 Illustratie van het opengewerkte Ei met daarim het eindconcept voor de museuminstallatie over Tesla.

uitleg. De vorm van uitleg verschilt per vitrine en kan bijvoorbeeld tekst of geluid zijn.

Er is ervoor gekozen om bij elke minivitrine een probleem voor te leggen aan de bezoekers. Dit probleem geeft aan wat de drijfveer voor Tesla was om tot een bepaalde uitvinding te komen. Deze uitvinding wordt dan uitgelegd in de vitrine en geeft hiermee aan hoe Tesla dat specifieke probleem wilde oplossen.

Omdat Tesla een zeer grote fascinatie had voor het draadloos versturen van elektriciteit is het leuk om plasma te integreren in de installatie. Een Tesla coil valt af omdat deze niet veilig te gebruiken is in de kleine beschikbare ruimte van het Ei. Een jacobsladder zou gebruikt kunnen worden rondom het hoofd van Tesla om de ideevorming te illustreren. Dit moet vanwege veiligheidsredenen dan ook achter plexiglas plaatsvinden. De plasmabol is een veilige manier om plasma op te wekken. Het zou leuk zijn als deze een rol krijgt binnen de museuminstallatie. Er is ervoor gekozen om een bol bij elke minivitrine te plaatsen. Deze vervangt dan de activatieknop van de vitrine. Op het moment dat de bezoeker de plasmabol aanraakt beïnvloed dit niet alleen de bliksem in de bol maar activeert dit ook de minivitrine.

Voor de weergave van Tesla in de museuminstallatie (en over het algemeen in de gehele expositie) gaat mijn voorkeur in eerste instantie uit naar originele foto's. Deze geven een historisch correcte weergave van Tesla. Het lijkt me raar om afbeeldingen van acteurs te gebruiken omdat die er toch anders uit zien dan Tesla zelf. Dit is bij het gebruik van getekend materiaal al veel vanzelfsprekender. De bezoeker begrijpt hierbij zelf ook dat het niet om de originele persoon gaat maar om een getekende versie hiervan. Hierdoor kun je dit makkelijker gebruiken. Zou je toch acteurs of iets dergelijks moeten of willen gebruiken dan zal dit ook duidelijk gemaakt moet worden naar de bezoekers. Anders krijgen zij een fout beeld van het uiterlijk van Tesla.

Deze keuzes hebben samen met het bestaande conceptidee hebben geleid tot het volgende eindconcept dat te

zien is in figuur 4.13 en hieronder wordt omschreven:

Aan de wand van het Ei bevindt zich het hoofd van Nikola Tesla. Dit is een beamerprojectie op een witte lichtgebogen plaat in de vorm van een hoofd. Een foto van Tesla zal zo geanimeerd zijn dat hij als het ware neerkijkt op de expositie. Vanuit zijn hoofd lopen diverse lichtsnoeren over de wand van het Ei. Deze leiden naar een aantal (6 tot 8) minivitrines. Deze vitrines zijn kleine op zichzelf staande kastjes waarin op dat moment nog niets te zien is. Het enige wat op dat moment zichtbaar is bij elke vitrine is een omschreven probleem of situatie door middel van tekst en een plasmabol. De tekst creëert nieuwsgierigheid bij de bezoeker over wat de uitvinding zal zijn. De plasmabol dient door aanraking als activatiemethode voor de vitrine. Het probleem wordt als het ware naar het hoofd van Tesla verzonden door middel van LED-effecten in de draden. Tesla ontvangt het probleem en gaat er over na denken. Je ziet dit op zijn (geanimeerde) gezichtsuitdrukking. Dan krijgt hij een visioen over een oplossing. Dit is zichtbaar door de bliksemschichten die de beamer op dat moment om zijn hoofd projecteert. Tesla heeft een uitvinding bedacht en stuurt deze naar de minivitrine waar de bezoeker bij staat. Deze vitrine wordt vervolgens geactiveerd. Dit proces van aanraking van plasmabol tot activeren van de vitrine duurt ongeveer 10 tot 15 seconden.

Een vitrine is geactiveerd nadat de bezoeker de plasmabol heeft aangeraakt. In geactiveerde toestand zal er informatie gegeven worden over de oplossing op het probleem en wordt de uitvinding uitgelegd. Dit kan een model zijn, maar ook een filmpje of andere (digitale) presentatie ervan en verschilt per minivitrine. Per uitvinding wordt er een geschikte methode gekozen. Zo zal soms een model met tekstuele toelichting al voldoende zijn en vereisen andere uitvindingen een filmpje. Tevens zal er informatie gegeven wordt door tekst. Dit kan in de vorm van geprinte tekst zijn, een beeldscherm dat een filmpje toont, of via een luidspreker. De bezoeker wordt duidelijk gemaakt wat het nut of idee achter de uitvinding is en geeft daarmee antwoord op het gestelde probleem. Nadat dit is uitlegt zal de minivitrine weer in de slaapstand gaan. De bezoeker kan dan naar een volgende minivitrine gaan om een andere uitvinding te bekijken.

4.3 Verdere detaillering

Nu het eindconcept bekend is moet dit nog verder gedetailleerd en uitgewerkt worden. Dit zal in de volgende paragrafen per onderwerp gebeuren.

Minivitrines

De minivitrines zullen uitvindingen en ideeën van Tesla presenteren. Er zijn een aantal uitvindingen en visies van Tesla geselecteerd, te zien zijn in figuur 4.14. Deze negen items laten de belangrijkste uitvindingen zien maar geven ook een indruk van de verscheidenheid van Tesla's uitvindingen. Deze items kunnen gepresenteerd worden in de verschillende minivitrines.

Per minivitrine is er onderscheid te maken met wat eerst zichtbaar is (het probleem) en wat daadwerkelijk in de vitrine zit (de uitvinding/oplossing). Datgene dat eerst zichtbaar is zal de bezoeker moeten prikkelen. Het moet nieuwsgierigheid opwekken waarnaar ze er meer over willen weten. Na het aanraken van de plasmabol wordt de vitrine geactiveerd en de inhoud zichtbaar. De

Uitvinding	Probleem	Categorie
AC motor	Inefficiëntie huidige (DC) motoren	Energieomzetting
Waterkrachtcentrale Niagara Falls	Gebruik fossiele brandstoffen	Energiebron
Tesla Coil		
Draadloos bestuurbare boot		Robotica
Tesla oscillator		
Wardenclyffe	Delen van wereld geen stroom	Energietransport
Death beam	Oorlog	Wapen
Aanpassen weer	Onvoorspelbaar weer	
Vliegmachines		Vervoersmiddel

Figuur 4.14 Verschillende uitvindingen en visies van Tesla, met waar mogelijk de bijbehorende problemen die aanleiding vormde voor de uitvinding.

AC motor

- Enschede volgebouwd met 100 energiecentrales.
- Enschede vol met tientallen energiecentrales, dikke stroomkabels en rook.
- Veel beter dan Edisons versie.

Niagara Falls

- De eerste vorm van groene stroom?

Tesla Coil

- Draadloos oplichtende lampen.

Draadloos bestuurbare boot

- Robots nemen de wereld over.

Tesla oscillator

- Labaratorium Tesla getroffen door een aardbeving.

Wardenclyffe

- Een wereld zonder stroomkabels, stopcontacten en batterijen.
- Draadloze stroom voor iedereen.

Death beam

- Een wereld zonder oorlog.

Aanpassen weer

- Nooit meer door de regen fietsen.

Vliegmachines

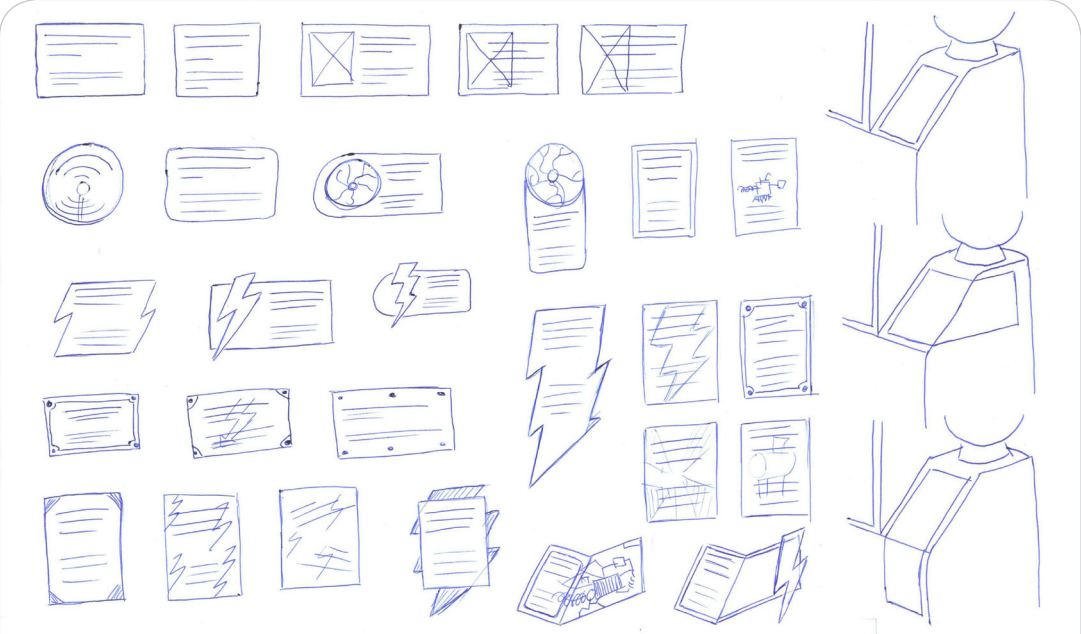
- Het nieuwe vervoersmiddel

Figuur 4.15 Mogelijke teksten voor de verschillende bordjes bij de minivitrines.

uitvinding of het idee wordt gepresenteerd en er wordt informatie gegeven. Deze uitleg maakt aan de bezoekers duidelijk welke oplossing Tesla had op het gestelde probleem.

Zoals ook al uit figuur 4.14 bleek is het vrij lastig om bij alle negen items aan te geven wat het probleem is waaruit de uitvinding of het idee is voortgekomen. Niet altijd is een uitvinding ontstaan vanuit een duidelijk probleem. Soms is het een min of meer toevallige uitvinding of een algemene verbetering op het leven van de mens. Daarom is het niet perse noodzakelijk dat er vanuit een probleem gestart wordt. De minivitrine kan ook een situatie schetsen die door de uitvinding werkelijkheid is geworden. Het probleem is dan als het ware hoe deze werkelijkheid bereikt zou kunnen worden door een uitvinding. Deze omschrijving vormt dan de aanleiding voor bezoekers om meer over het onderwerp te weten te komen.

Voor de eenduidigheid van de installatie is het wenselijk dat alle minivitrines eenzelfde soort startpunt hebben. Dit startpunt zal de plasmabol met de bijbehorende omschrijving zijn. Elk item dat gepresenteerd wordt in een vitrine zal omschreven worden door een klein stukje pakkende tekst van maximaal 10 woorden. Deze tekst kan zowel een probleem als een situatieschets geven. Voor de negen geselecteerde uitvindingen zijn er in figuur 4.15 een aantal van deze teksten te zien. De



Figuur 4.16 Vormstudie naar de bordjes met informatie.

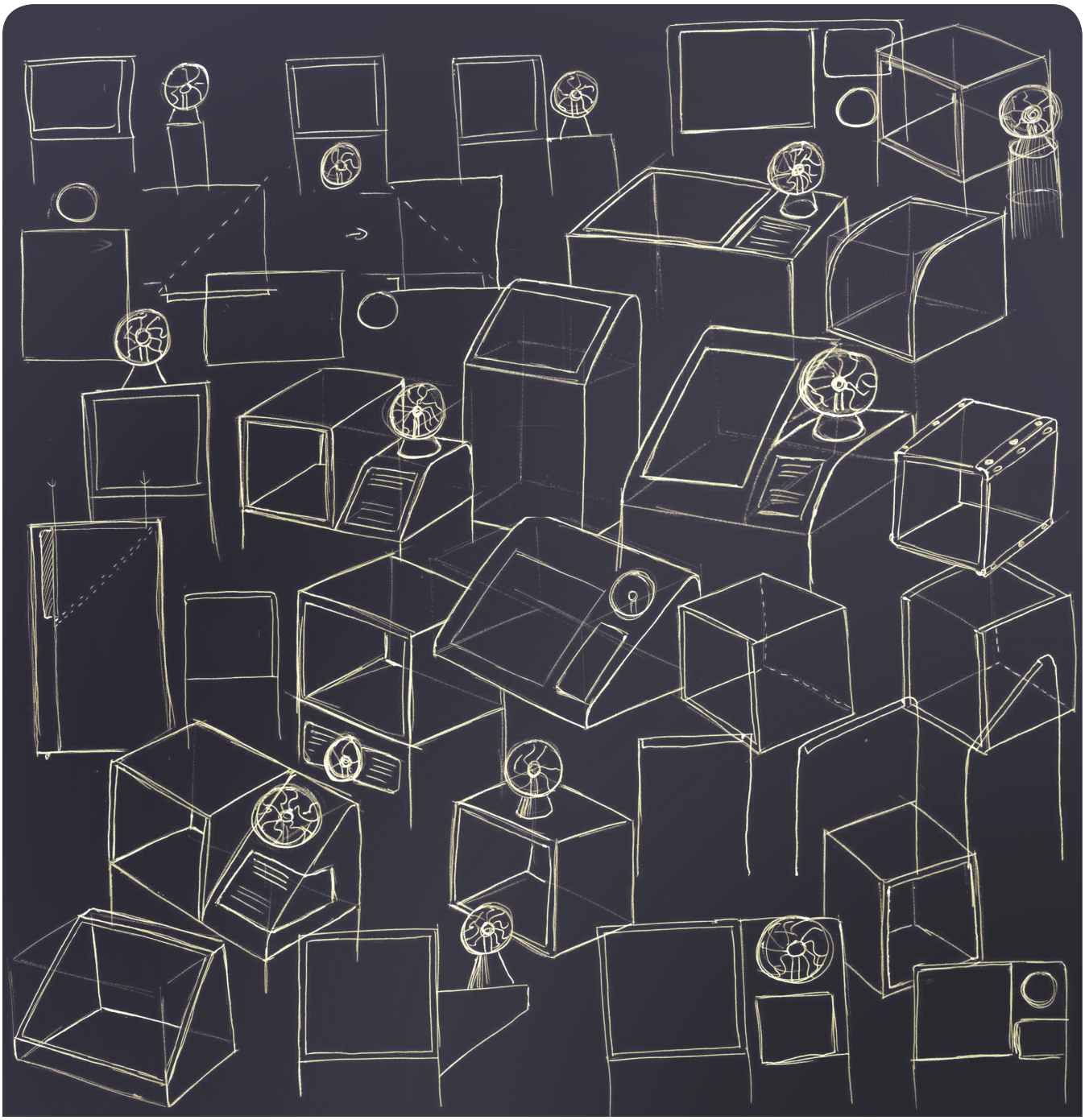
teksten zijn bewust kort gehouden zodat het vertrekpunt duidelijk is.

In figuur 4.16 is onderzoek gedaan naar een passende vormgeving voor de bordjes waarop deze inleidende tekst staat. Oude documenten waarop patenten worden uitgelegd en waarschuwingsbordjes voor elektriciteit vormde hier een inspiratiebron voor. Beiden passen namelijk goed bij Tesla en de steampunkstijl. In de uiteindelijke vormgeving is er gekozen voor een gele papiertextuur op de achtergrond met daar over heen de vorm van een bliksemschicht. Op de borden is de tekst zowel in het Nederlands als het Engels beschikbaar. Elke taal geeft de tekst in maximaal 10 woorden. Totaal staan er dus maximaal 20 woorden tekst op het bordje. De Nederlandse tekst staat altijd bovenaan en is in dik gedrukt, net zoals dit gebeurt bij andere teksten in TwentseWelle. Dit is te zien in figuur 4.17.

Vormgeving
Om de vormgeving van de minivitrines te bepalen zijn er een aantal schetsen gemaakt die te zien zijn in figuur 4.18. Hierbij is er rekening gehouden met de elementen die het tenminste moet bevatten. Dit zijn onder andere: een ruimte waarin een model geëxposeerd kan worden (de vitrine zelf), een plasmabol en het bordje met probleem- of situatiebeschrijving. Bij de vormgeving is duidelijk rekening gehouden met de stijl van Twentse-Welle en het doel van de minivitrines.

Elk object dat gepresenteerd wordt in een minivitrine heeft andere eigenschappen. Zo kan het formaat van de modellen of objecten verschillen en zullen andere onderwerpen enkel uitgelegd worden met behulp van een filmpje. Per uitvinding zal een object gekozen moeten worden en daarbij een geschikte en leuke manier om het te presenteren. Het gekozen object en de presentatiewijze zullen invloed hebben op de vormgeving van de minivitrine. Daarom zijn er uiteindelijk vier basis minivitrines ontworpen die voor de meeste gevallen zullen voldoen. Hiervan zijn er drie die daadwerkelijk gebruik maken van een vitrine. Namelijk

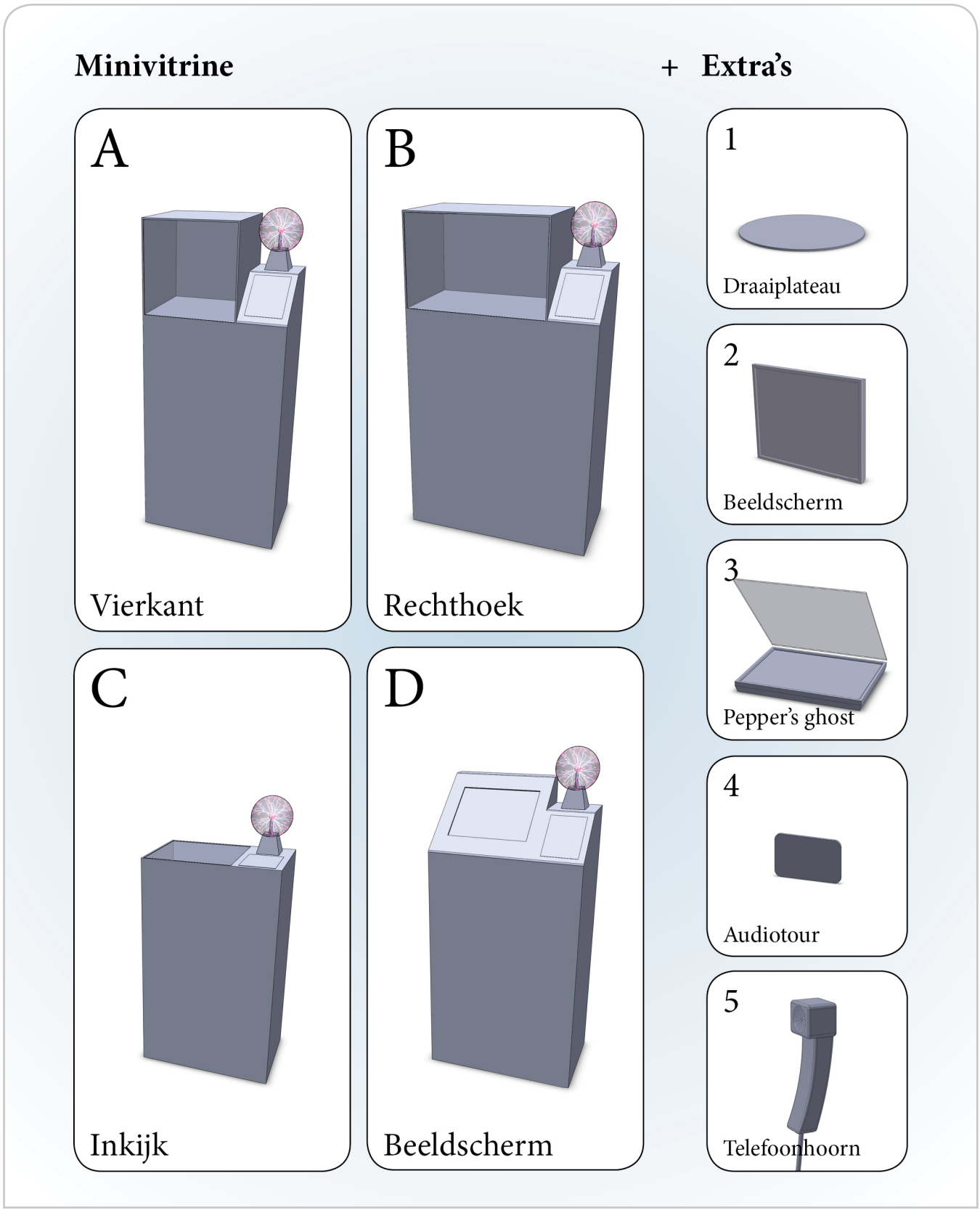
Figuur 4.17 Klein: mogelijke vormgeving voor de tekstbordje op elke minivitrine. Groot: de uiteindelijke lay-out.



Figuur 4.18 Vormstudie naar de minivitrines.

een vierkante vitrine, een rechthoekige en één waar je van boven in kunt kijken. De vierde minivitrine maakt enkel gebruik van een beeldscherm. Afbeeldingen van deze minivitrines zijn te zien in figuur 4.19. In bijlage F is een maattekening te vinden van elke vitrine.

De vierkante minivitrine kan gebruikt worden voor kleine objecten. Grotere en/of langwerpigere objecten kunnen geëxposeerd worden in de rechthoekige minivitrine. Deze heeft dezelfde afmetingen als de vierkante vitrine, alleen is hij breder. De inkijk minivitrine heeft een glasplaat aan de bovenkant. Hierin kunnen objecten geëxposeerd worden die (extreem) hoog zijn of die interessant zijn om van boven af te bekijken. De mini-



Figuur 4.19 Een overzicht van de vier minivitrines met extra's.

vitrine beeldscherm zal gebruikt worden als het exposeren van een object over dat onderwerp niet mogelijk is. Door middel van afbeeldingen of een filmpje zal dan alsnog een beeld en uitleg worden gegeven over een bepaalde uitvinding.

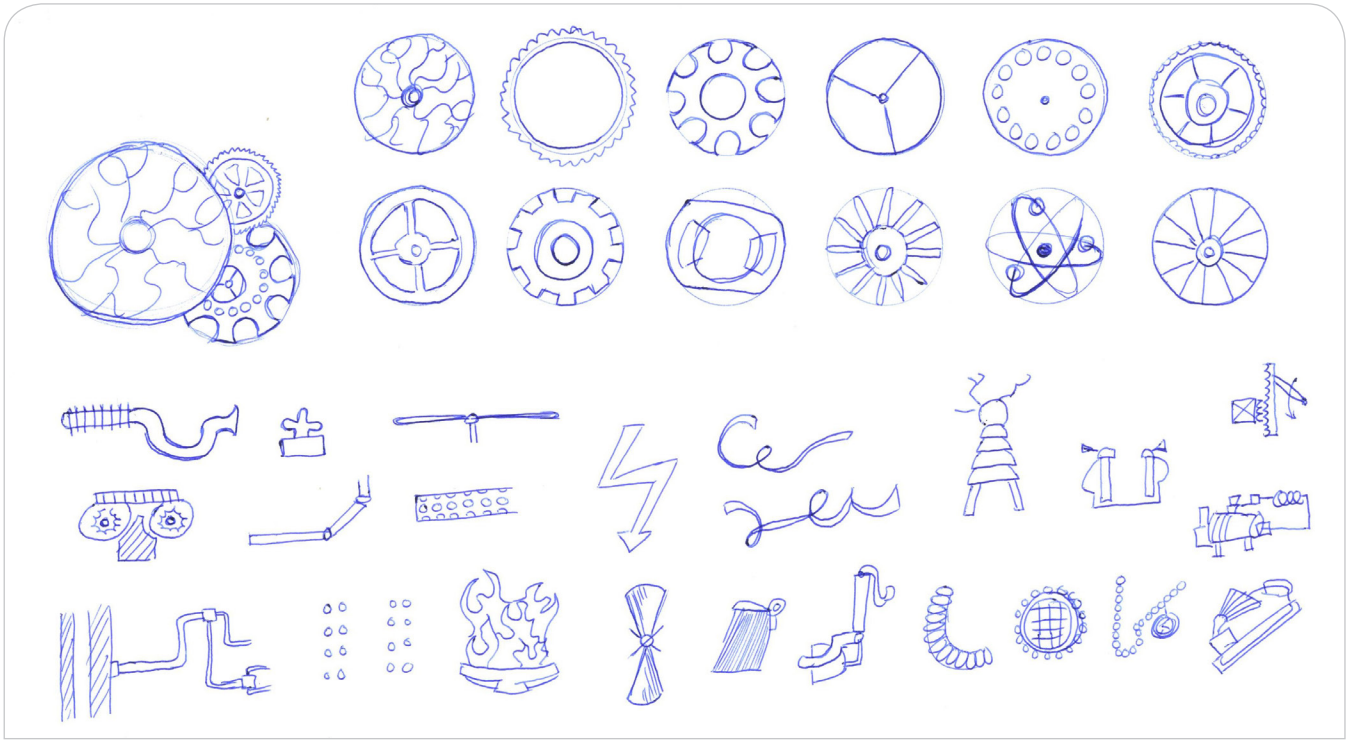
De basisvormgeving van de minivitrines zijn in eerste instantie gebaseerd op een pilaar van 40 x 60 cm en 140 cm hoog. De plasmabol is op een verhoging gezet, waarbij het bordje met maximaal 10 woorden tekst ervoor op het schuine gedeelte geplaatst is. De vitrines zullen een mat zwarte kleur hebben. Voor de simpele vormgeving van de minivitrine zelf is gekozen omdat dit goed aansluit bij de stijl van de TwentseWelle. In het museum heeft het grotendeel van de bedieningspanelen strakke eenvoudige vormen. Ook het donkere kleurgebruik komt bij alle museuminstallaties en informatieschermen terug. Door het donkere kleurgebruik past het ook bij de kleurstelling van het Ei. Tevens is er voor deze vormgeving gekozen om niet al te veel aandacht te trekken naar de minivitrines zelf. Ze worden nu letterlijk als een black box gepresenteerd. Je weet niet tot het moment van activeren niet wat de inhoud ervan zal zijn. Het gaat hierbij om de inhoud van de vitrine, namelijk de uitvindingen van Tesla en niet zo zeer om de minivitrines zelf. De echte aandachtstrekker van elke vitrine is de plasmabol met het bijhorende bordje. Deze moeten de bezoekers prikkelen om meer te weten te komen over Tesla en zijn uitvindingen.

Elke minivitrine zal in ongeactiveerde toestand niet laten zien wat de inhoud is. Bij een minivitrine met enkel een beeldscherm is dit makkelijk, er zal simpelweg niets op getoond worden. Is er echter sprake van een echte vitrine waarin een model staat is dit al lastiger. Door de glasplaat kun je de inhoud bekijken. Daarom is ervoor gekozen de glasplaats slechts aan een of maximaal twee zijdes te monteren. Door de overige zijdes van de vitrine kun je niet kijken. Omdat het in het Ei al vrij donker is zul je de inhoud niet goed kunnen bekijken. Bij het activeren van de vitrine zal verlichting aangaan zodat de inhoud verlicht. Deze verlichting kan gerealiseerd worden door middel van ledstrips. Dit zorgt voor een goede verlichting en neemt door het kleine formaat geen kijkruimte vanuit de bezoeker weg.

Om elk object in de vitrine iets bijzonders te geven kunnen er ook extra's in de vitrine geplaatst worden. Dit kan een draaiplateau zijn, maar ook een beeldscherm of peppers ghost projectie. Een model op een draaiplateau stelt de bezoeker in staat het model van alle kanten te kunnen bekijken. Het draaiplateau zal na het activeren van de minivitrine gaan roteren. Een beeldscherm kan als dynamische achter- of ondergrond gebruikt worden in een vitrine. Het kan extra informatie geven en demonstreren hoe een uitvinding werkt. Dit kan tevens met een peppers ghost projectie. Het voordeel hiervan is dat het gecombineerd kan worden met een fysiek model. Er wordt er als het ware een extra laag aan toegevoegd die informatie kan geven. De peppers ghost illusie is het eenvoudigst te maken met een beeldscherm en een (plexi)glasplaat. Het beeldscherm wordt gemonteerd zodat het niet direct in het zicht van de bezoeker staat. De (plexi)glasplaat wordt onder een hoek hiermee gepositioneerd. Het beeld van het beeldscherm weerspiegelt hierin en voor de toeschouwer lijkt het net een 'projectie in de lucht'. Om het onderwerp in de minivitrine uit te leggen door middel van spraak zal de audiotour gebruikt worden. Hierdoor kunnen meerdere bezoekers tegelijk luisteren zonder daarbij anderen te storen. Diverse mogelijkheden voor deze extra's zijn ook te zien in figuur 4.19.

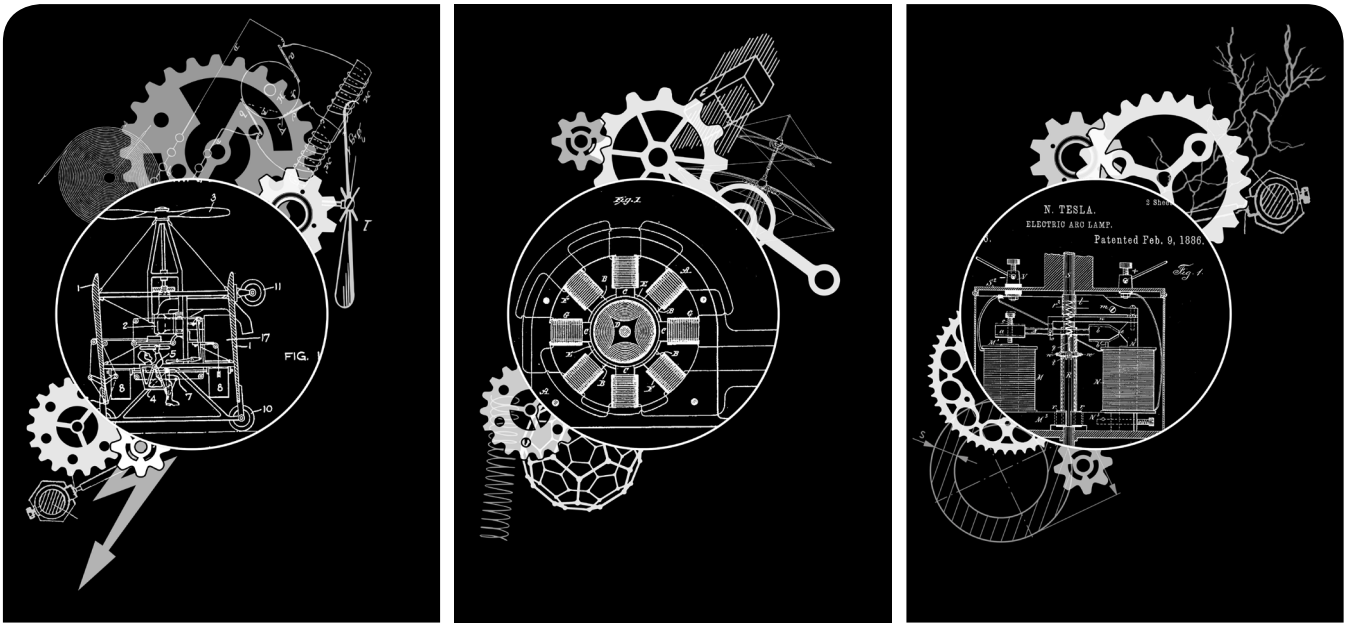
De basisvormgeving van de minivitrines is vrij simpel gehouden. Om deze meer aan te laten sluiten bij Tesla en de stijl van steampunk is ervoor gekozen om diverse afbeeldingen te laten zien op de vitrines. Deze afbeeldingen geven een klein voorproefje van wat er in de vitrine zal zitten. Elke afbeelding bevat namelijk een fragment van het patent over de uitvinding zichtbaar in die vitrine. Deze patenttekeningen zijn echter zo

Figuur 4.20 Ideeën voor afbeeldingen die op de minivitrines geplaatst kunnen worden.

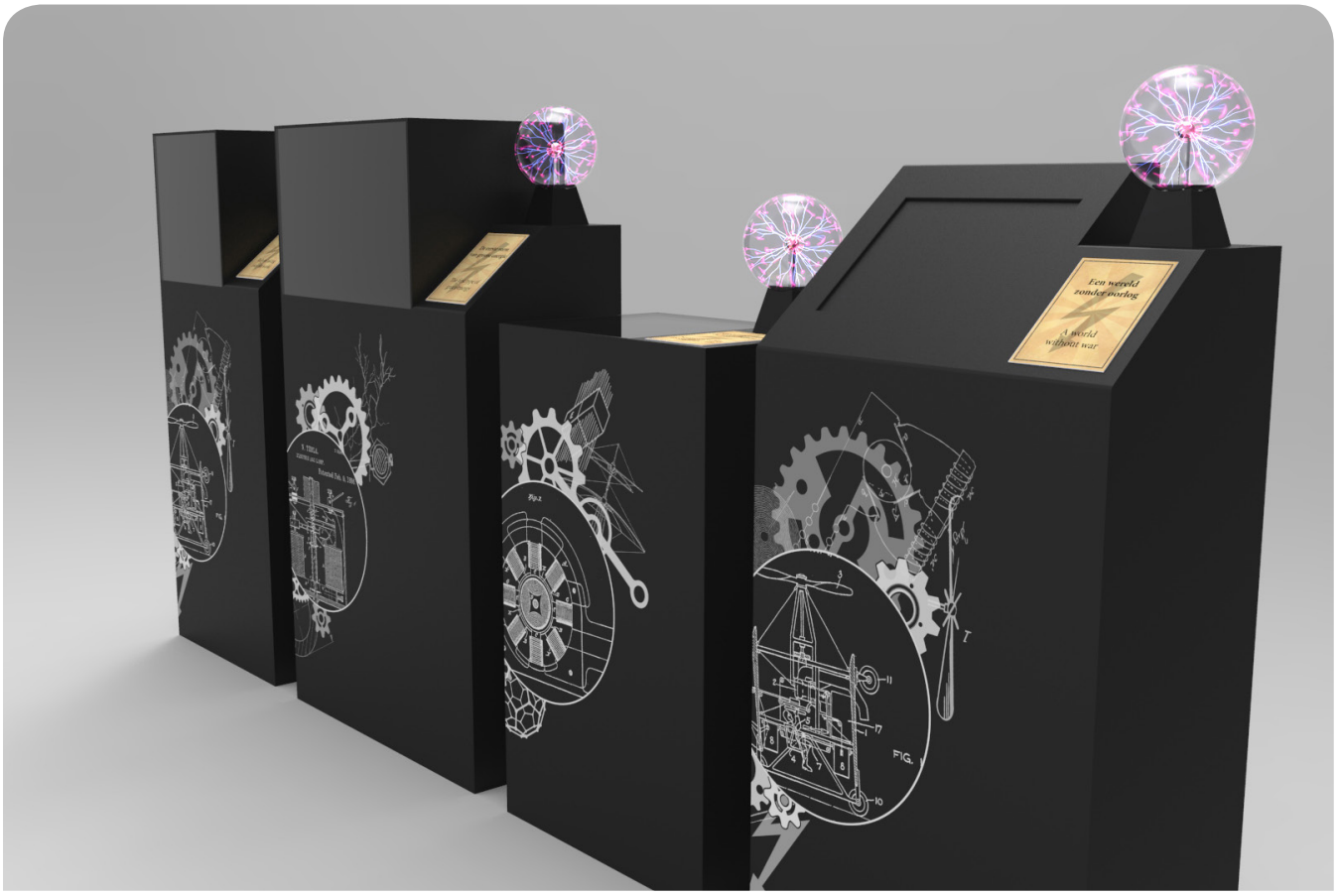


Figuur 4.21 Diverse vormen en elementen die passen in een steampunkstijl.

abstract dat nog niet direct duidelijk is wat er daadwerkelijk in de vitrine zit. Hierdoor wekt het nieuwsgierigheid op bij de bezoeker. Er zijn ook overige afbeeldingen toegevoegd die iets te maken hebben met Tesla en passen in de steampunkstijl om het een beter geheel te maken., dit is onderzocht in figuur 4.20 en 4.21. Voorbeelden van de uiteindelijke afbeeldingen die op de minivitrines geplaatst zullen worden zijn te zien in figuur 4.22 en 4.23.



Figuur 4.22 Drie illustraties die op de minivitrines geplaatst worden. Elke minivitrine zal een eigen afbeelding krijgen met centraal een fragment uit het bijbehorende patent.



Figuur 4.23 Afbeelding van de vier volledig vormgegeven minivitrines.

Ergonomie
De huidige touchscreens die in het Ei staan zijn volledig vlak gepositioneerd op een hoogte van 83 cm. Ook andere bedieningspanelen in TwentseWelle hebben ongeveer deze hoogte. Ze variëren van 80 tot 115 cm.

In Dined zijn diverse lichaamsmaten op te zoeken van mensen. Voor de afmetingen van de vitrine is het belangrijk dat zoveel mogelijk bezoekers de inhoud goed kunnen bekijken. Hiervoor is de ooghoogte van belang. Het blijkt dat de gemiddelde ooghoogte van mannen en vrouwen uit Nederland tussen de 20 en 60 jaar 164,9 cm is met een standaardafwijking van 10,5 cm. Dit betekent dat 95% van de Nederlanders een ooghoogte heeft tussen de 144,3 en 185,5 cm. Gegevens over de ooghoogte van kinderen zijn niet beschikbaar en daarom is naar de lichaamslengte gekeken. Kinderen van 5, 11 en 12 jaar zijn gemiddeld respectievelijk 116,5 (sd 4,9), 151,0 (sd 9,9) en 156,5 (sd 7,9) centimeter lang. Uit deze gegevens is gekozen voor een vitrine van 40 cm hoog. Deze bevindt zich op een hoogte van een meter, waarmee het geheel op 140 centimeter komt. Met deze afmeting kunnen de meeste kinderen de inhoud van de vitrine goed bekijken. Daarnaast is dit ook voor volwassenen nog goed te doen. Deze maten komen ook onge-

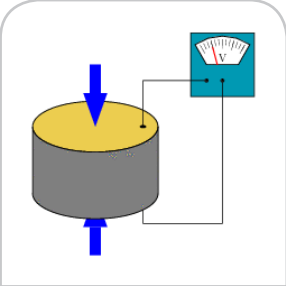
Figuur 4.24 Een onder een hoek geplaatst bedieningspaneel in TwentseWelle.

veer overeen met de maten die reeds gebruikt worden in de TwentseWelle voor verschillende bedienings- en zichtelementen.

De beeldschermen en de bordjes met tekst zullen onder een hoek geplaatst worden. Dit gebeurt al bij verschillende interfaces en beeldschermen in het museum zoals in figuur 4.24. De hoek komt de ergonomie voor het lezen ten goede en zorgt voor een betere zichtbaarheid op afstand.

Plasmabol
Plasmabollen zijn te koop in speelgoedwinkels en op internet. Standaard heeft de bol een diameter van 18 tot 20 cm. Ze worden geleverd op een bijbehorende voet en een 12v adapter voor aansluiting op het lichtnet. Gemiddeld kosten ze ongeveer 22 euro per stuk. Andere groottes zijn verkrijgbaar tegen meerprijs.

Op elke minivitrine zal een plasmabol met een diameter van 18 cm gemonteerd worden. Omdat het aanraken van de plasmabol de vitrine activeert moet deze aanraking geregistreerd worden. De plasmabol zendt een elektromagnetisch veld uit rondom de bol. Bij aanraking van de bol wordt dit veld verstoort. Het meten hiervan is vrij complex en niet zeer geschikt om te gebruiken in de installatie. Een simpelere manier om te bepalen of de plasmabol wordt aangeraakt is met behulp van een druksensor onder de plasmabol. Bij aanraking van de bol signaleert deze sensor een grotere druk en geeft een signaal door voor het activeren van de vitrine. Het lijkt voor de bezoeker alsnog alsof dat door het aantrekken van het plasma in de bol gaat. De sensor die hiervoor gebruikt zou kunnen worden is een bijvoorbeeld een piëzosensor , zie figuur 4.25. Deze zijn nauwkeurig en hebben geen grote indrukafstand nodig. Hierdoor is het voor de bezoeker ook niet duidelijk dat hij in feite een schakelaar indrukt.



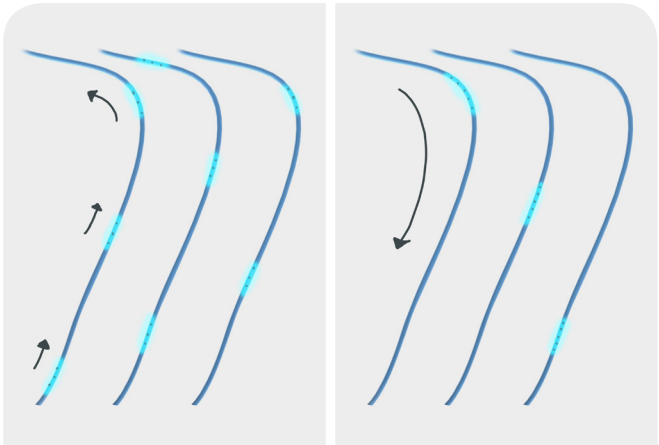
Figuur 4.25 Piëzo is een materiaal dat uit kleine elementen bestaat. Vervorming hiervan genereert een elektrische lading. (Technotheek Universiteit Twente)

Lichtsnoeren
Elke minivitrine staat in verbinding met het hoofd van Tesla door middel van een kabel. Deze kabel moet laten zien wanneer de verbinding met het hoofd actief is. Dit kan het beste gedaan worden met lichteffecten. Door middel van licht kun je het laten lijken alsof er vanuit de minivitrine een probleem naar Tesla gestuurd wordt.

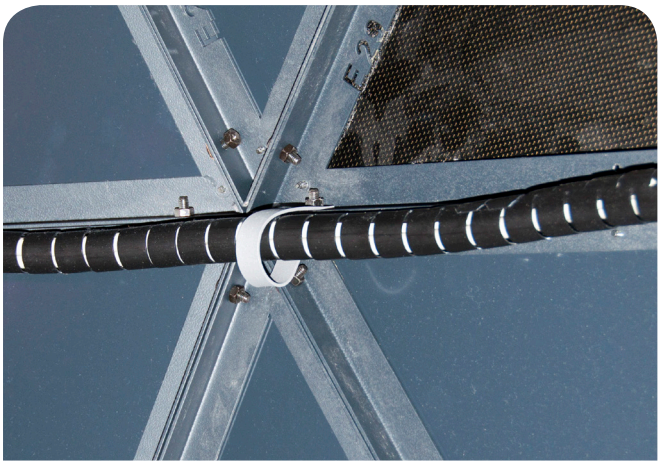
Glasvezelkabels hebben de eigenschap licht over een afstand te transporteren. Hierbij komt het licht dat er aan de ene kant van de kabel in gestopt wordt er aan de andere kant weer uit. Het licht blijft gevangen in de kabel en is enkel zichtbaar op het einde van de kabel. Hierdoor zie je het transporteren ervan niet. Tevens gaat dit met een enorme snelheid. Op het moment dat je er licht in stuurt is het praktisch al meteen aan het einde van de kabel. Dit is dus niet geschikt voor de museuminstallatie.

Een snoer dat gebruik maakt van leds is bijvoorbeeld wel bruikbaar. De leds zullen in een lang snoer zitten en zijn allemaal afzonderlijk aan te sturen. Hierdoor kun je een effect nabootsen alsof en iets wordt verstuurd. Hierbij zijn er verschillende effecten mogelijk. Zo kun je iets laten versturen waarbij er telkens maar enkele leds aan zijn. Of je kunt het snoer steeds verder laten verlichten totdat het hoofd bereikt is.

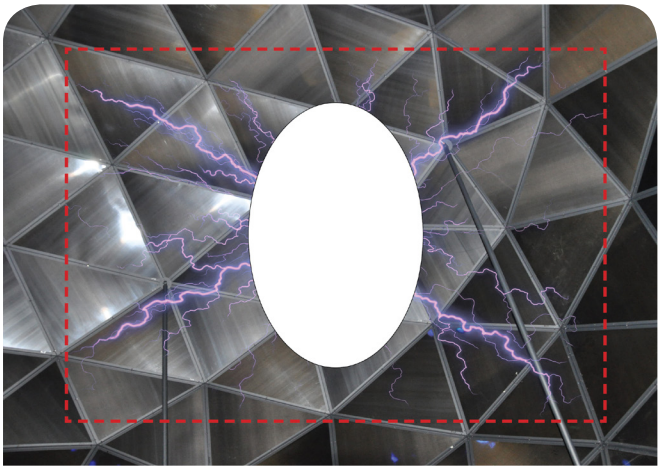
De lichtsnoeren zullen direct achter de plasmabol uit de minivitrine komen. Hierdoor lijkt het des te meer dat de plasmabol het lichtsnoer aanstuurt. Het effect dat gebruikt wordt bij het verzenden van het probleem



Figuur 4.26 Verschillende effecten van het lichtsnoer. Het effect links wordt gebruikt bij verbinding van de minivitrine naar het hoofd. Het effect rechtst juist bij de terugweg.



Figuur 4.27 Bevestigingsmethode die ook gebruikt kan worden voor de lichtsnoeren.



Figuur 4.28 Het rode kader stelt het projectiegebied van de beamer voor. Zowel de bliksemschichten als Tesla's hoofd moeten binnen dit gebied liggen.

naar Tesla zullen meerdere lichtpakketjes achter elkaar zijn. Hierdoor lijkt het net alsof het probleem wordt geüpload naar het hoofd van Tesla. Hij is dan constant aan het nadenken over het probleem. Als er plots door het visioen een oplossing is bedacht zal dit als één snel pakketje teruggaan naar de minivitrine via hetzelfde lichtsnoer als daarvoor. Figuur 4.26 laat zien hoe deze twee effecten eruit zien

De lichtsnoeren zullen vanaf de minivitrines over het Ei naar het hoofd van Tesla geleid worden. De snoeren zitten dus op het beginpunt (aan de minivitrine) en het eindpunt (achter het hoofd van Tesla) al vast. Op diverse punten per lichtsnoer kan het ook nog aan het Ei bevestigd worden. Dit kan gedaan worden door een klemmetje om het lichtsnoer te zetten en deze vervolgens tussen twee platen van het Ei te drukken. Hierbij gaat er een boutje door de klem om de positie vast te leggen. Dit systeem word nu ook al gebruikt bij snoeren in het Ei en is te zien in figuur 4.27.

Beamer

De bliksemeffecten die ontstaan rondom het hoofd van Tesla zullen geprojecteerd worden. Om erachter te komen of het direct projecteren op het Ei mogelijk is heb ik dit uitgeprobeerd. Door middel van een beamer heb ik verschillende filmpjes en afbeeldingen geprojecteerd aan de binnenkant van het Ei. Dit is gedaan onder normale omstandigheden, dat wil zeggen met dezelfde hoeveelheid dag- en lamplicht als normaal ook in het Ei aanwezig is. Zoals uit de afbeeldingen in figuur 4.29 blijkt gaat dit vrij goed. De projecties zijn door de geringe aanwezigheid van licht in het Ei nog goed zichtbaar. Zelfs teksten zijn leesbaar, ook wanneer ze over de ribben van de constructie gaan. Als je vanuit verschillende posities naar de projectie kijkt zie je soms de lamp van de beamer wat reflecteren. Dit komt door het glanzende materiaaloppervlak van het Ei, maar is verder niet erg storend. Het laten zien van bliksem ziet er vrij realistisch uit. Dit kan dus zeker gebruikt worden in de museuminstallatie van Tesla.

De beamer zal zowel het hoofd van Tesla projecteren als de bliksemeffecten hier omheen. Tesla's hoofd zal op een wit vlak geprojecteerd worden, net zoals dat bij een normaal beamerscherm gebeurt. Hierdoor komen de kleuren en vormen van de projectie het beste en helderste naar voren. De bliksemschichten zullen direct op het Ei geprojecteerd worden. Deze zullen dus nog wel binnen het projectiegebied van de beamer moeten liggen. Daarom moet er een beamer gekozen worden met een voldoende groot projectievlak. Je zit dit geïllustreerd in figuur 4.28. Als voorbeeld is een standaard HD beamer genomen, in dit geval Benq TW523p. Deze beamer kost 369 euro. Met behulp van een projector calculator is het projectiegebied bepaald. Dit is op een afstand van 4 meter tussen de beamer en projectie 2,67 bij 1,67 meter. Dit is voldoende om zowel het hoofd als de bliksemschichten mee te projecteren. De beamer moet dus bevestigd worden aan het plafond op een afstand van ongeveer 4 meter van de projectie.

Hoofd Tesla

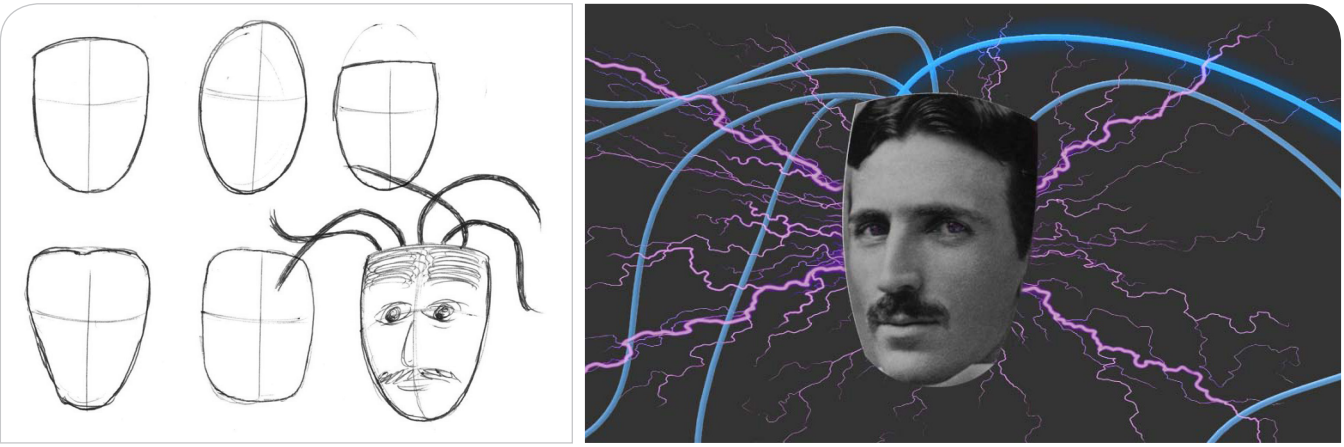
Het hoofd van Tesla dat zichtbaar is aan de wand van

Figuur 4.29 Afbeeldingen van beamerprojecties direct op de binnenkant van het Ei.

het Ei zal bestaan uit (verschillende) foto's van hem. Deze zijn digitaal bewerkt naar verschillende standen. Elke stand van zijn hoofd wordt geanimeerd tot een frame. Door de frames dan achter elkaar af te spelen lijkt het hoofd van Tesla te bewegen en als het waren rond te kijken door het Ei. Dit zorgt voor een hogere betrokkenheid en centrale rol in de museuminstallatie dan enkel een statische foto. De beeldbewerking is nodig omdat veel foto's van Tesla vanuit dezelfde hoek zijn genomen. Mede door het ontbreken van film is er geen materiaal beschikbaar waarop Tesla daadwerkelijk vanuit verschillende hoeken te zien is. Door het animeren van originele foto's zorg je voor een zo correct mogelijk beeld van hem.

Het hoofd van Tesla zal geprojecteerd worden op een witte plaat die uitgesneden is in de vorm van een soort ovaal. Deze plaat zal afmetingen hebben van 70 bij 100 cm en gebogen zijn over de breedte. Door de kromming lijkt het hoofd natuurlijker en goed zichtbaar vanuit verschillende posities zoals een eerdere test uitwees. Tevens zorgt deze kromming ervoor dat de lichtsnoeren die naar de minivitrines gaan verdwijnen in het hoofd. Het lijkt alsof ze letterlijk verbonden zijn met zijn hersenen en alle ideeën rechtstreeks uit zijn hoofd gehaald worden. In figuur 4.30 zie je een visualisatie van hoe dit er uit zal komen te zien.

Op het moment dat geen enkele bezoeker bezig is met de museuminstallatie zal Tesla rustig rondkijken door het Ei. Om de bezoekers te prikkelen de installatie te gebruiken zal het hoofd zo af en toe een voorproefje geven. Dit zal gebeuren door middel van een kleine hoeveelheid bliksem om het hoofd heen en eventu-



Figuur 4.30 Visualisatie van het hoofd van Tesla met bijbehorende lichtsnoeren en bliksem.

eel een kort elektrisch geluid. Ook zie je af en toe een aantal leds in de snoeren oplichten om de aandacht te leggen op de minivitrines.

Op het moment dat een minivitrine geactiveerd wordt door het aanraken van de plasmabol zal er via de lichtkabel verbinding worden gelegd met het hoofd van Tesla. Als het licht in de kabel het hoofd bereikt heeft zal Tesla over dat bepaalde onderwerp gaan nadenken. Dit is te zien aan zijn peinzende gezichtsuitdrukking. Plots krijgt hij een verhelderend visioen van een oplossing. Dit visioen wordt weergegeven door bliksem rondom het hoofd van Tesla en zachte geluiden van donder en elektriciteit . Daarnaast verandert ook zijn gezichtsuitdrukking, het lijkt een beetje alsof hij geëlektrocuteerd wordt door zijn uitvindingen tijdens het experimenteren. In zijn ogen zie je ook elektriciteit ontstaan. Daarna stuurt hij dit idee door naar de bezoeker bij de minivitrine door middel van de lichtkabel. Tesla zal hierna weer rustig rondkijken door het Ei.

Omdat het aanpassen van een foto naar bepaalde gezichtsuitdrukking best lastig is mag dit ook gerealiseerd worden op een cartoonachtige wijze. Hierbij vormen de daadwerkelijke foto's van Tesla wel de basis. Deze cartoon-effecten kunnen bijvoorbeeld de bliksem in zijn ogen zijn of de peinzende blik.

Het is mogelijk dat meerdere mensen tegelijk verschillende minivitrines bedienen. Tesla zal na het ontvangen van een signaal altijd na gaan denken over een oplossing en met een visioen komen. De effecten zijn hierbij hetzelfde als normaal.

Meerdere talen

De installatie dient informatie aan te bieden in zowel het Nederlands als in het Engels. Gedrukte tekst zal eveneens in beide talen aanwezig zijn. Bij het gebruikmaken van de minivitrine met het beeldscherm kan er in taalkeuze toegevoegd worden. Dit scherm zal eenzelfde touchscreen zijn zoals die nu ook gebruikt worden in het Ei. De tekst of spraak in het filmpje zal dan veranderen naar de geselecteerde taal. Bij minivitrines die gebruik maken van spraak, maar niet van een beeldscherm, zullen knoppen aanwezig zijn net zoals dat in de rest van TwentseWelle gebeurd.

Interactie

Er zijn verschillende onderdelen in de museuminstallatie die een interactie aangaan met de bezoeker.

Allereerst het uiterlijk van de museuminstallatie, deze moet uitnodigen tot gebruik van de installatie. Zoals uit de analyse naar andere installaties bleek trekken grote bijzondere installaties de aandacht van bezoekers. Omdat de Tesla installatie in het Ei staat hoeft het de bezoekers aandacht niet van veraf al te trekken. Ze kunnen immers alleen de installatie zien als ze al dicht bij of in het Ei staan. Eenmaal bij de installatie zullen de plasmabollen en het hoofd van Tesla het eerste opvallen. Door de verschillende voorproefjes die de installatie geeft zoals het laten oplichten van de lichtsnoeren en korte bliksem om Tesla heen wordt de bezoeker verder nieuwsgierig gemaakt. Aan de vorm van de vitrines is duidelijk te zien dat er objecten in staan, alleen zijn deze momenteel nog niet zichtbaar. Doordat de plasmabol en het bordje met tekst bij elke minivitrine wel zichtbaar is word op intuïtieve wordt de indruk gewekt

dat hier iets mee gedaan moet worden. De plasmabol zelf zal uitlokken tot aanraking omdat bezoekers deze bol herkennen. Op het moment dat ze dit doen zal automatisch de rest van de installatie duidelijk worden.

Doordat direct bij het aanraken van de plasmabol het bijbehorende lichtsnoer oplicht is deze koppeling voor de bezoeker erg duidelijk. De indruk wordt gewekt dat het lichtsnoer daadwerkelijk stroom krijgt door middel van de plasmabol.

De plasmabol kan geprogrammeerd worden als live-knop . Dit houdt in dat de bezoeker de plasmabol constant aan moet raken om de vitrine geactiveerd te houden. Hierdoor lijkt het net alsof de vitrine stroom krijgt via de plasmabol of de hand van de bezoeker. Dit beperkt de bezoeker echter ook. De bol moet immers altijd aangeraakt blijven en beperkt daardoor de bewegingsvrijheid die de bezoeker heeft om de vitrine te bekijken. Zeker als meerdere mensen te gelijkertijd de vitrine willen bekijken is dit lastig en onhandig. Daarom is er voor eenmalige activatie gekozen.

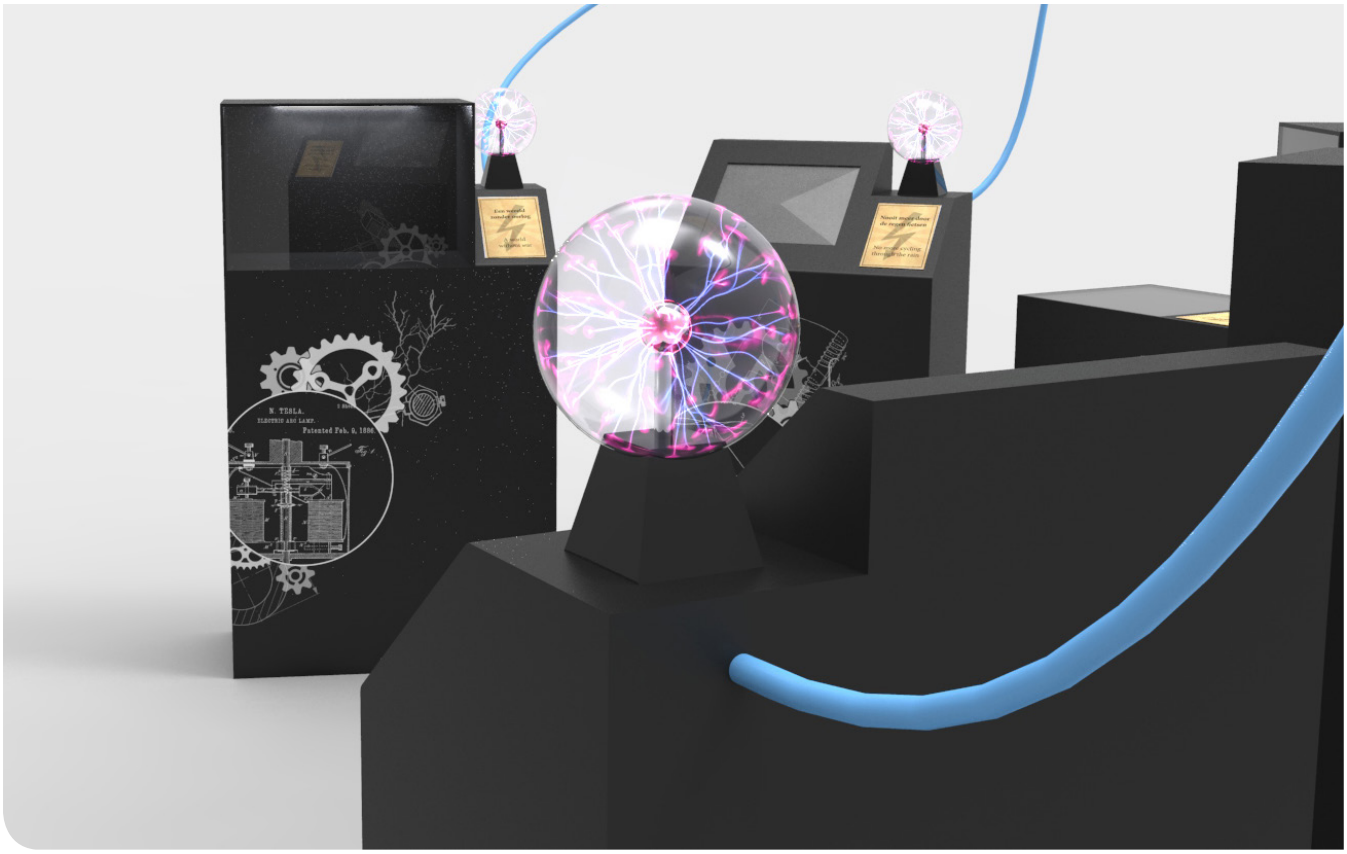
De interactie die de bezoeker heeft met Tesla en zijn hoofd is als volgt. Tesla heeft natuurlijk een centrale rol in de installatie. Niet alleen omdat hij letterlijk centraal boven de installatie zichtbaar is, maar ook omdat alles via hem gaat. De problemen of situaties bij elke mini-vitrine gaan eerst naar hem toe en vervolgens bedenkt hij een oplossing hierop. In de minivitrines zal uitleg over de uitvinding of het idee gegeven worden vanuit de ik-vorm van Tesla. Hierdoor is de koppeling met Tesla nog sterker en lijkt het net alsof je naar persoonlijke uitleg van Tesla luistert of een fragment leest uit zijn aantekeningenboek. Elementen als 'Hier zie je mijn uitvinding…' of 'Al van kinds af aan had ik een grote fascinatie voor…' kunnen dan ook prima gebruikt worden. Ze versterken het gevoel dat je letterlijk een idee uit het hoofd van Tesla gehaald hebt.

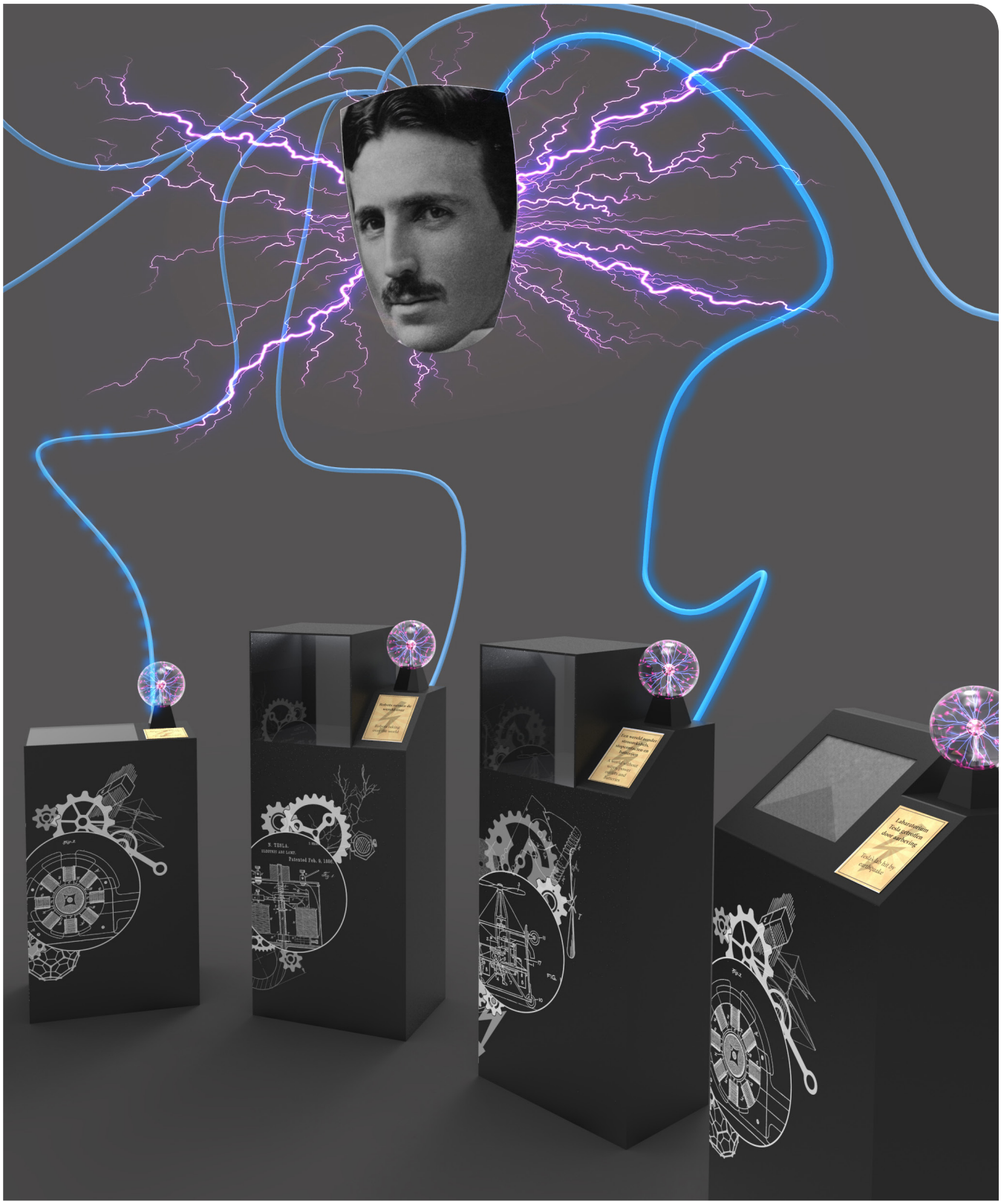
Het totale plaatje

Alle onderdelen van de museuminstallatie zijn uitgebreid besproken. Voor een goed overzicht van de totale museuminstallatie zijn er in figuur 4.32 tot en 4.33 enkele renders te zien. Hierin zijn alle verschillende onderdelen samengebracht.

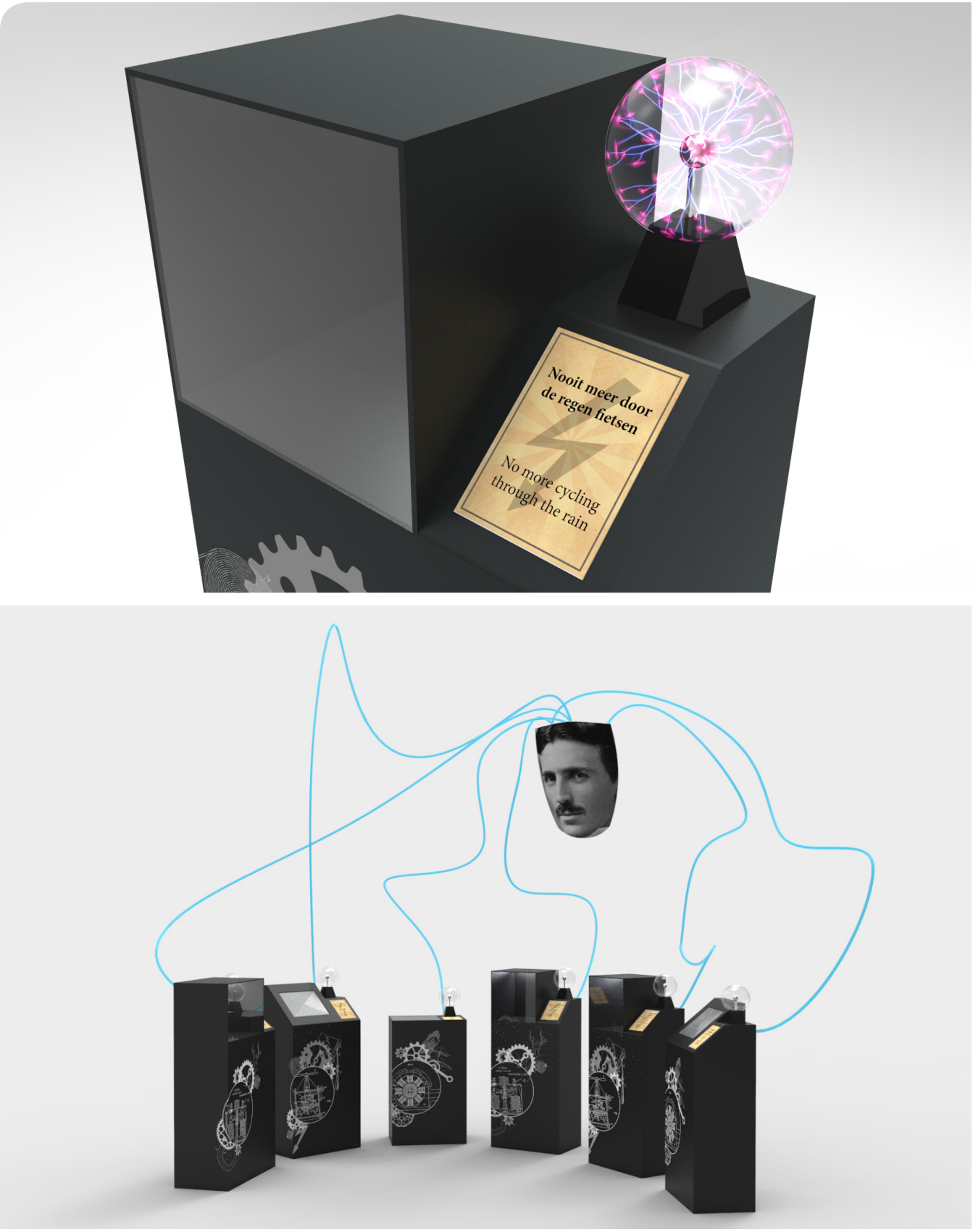
Daarnaast is er een ook een fysiek zichtmodel gemaakt. Dit model bevat de vierkante minivitrine en het hoofd van Tesla. Het model heeft een schaal van 1:8,5 en geeft een indruk van de uiteindelijke installatie en de proporties hiervan. Foto's van dit model zijn te vinden in figuur 4.31 en ook in figuur 4.33.

Figuur 4.31 Model van de minivitrine vierkant.

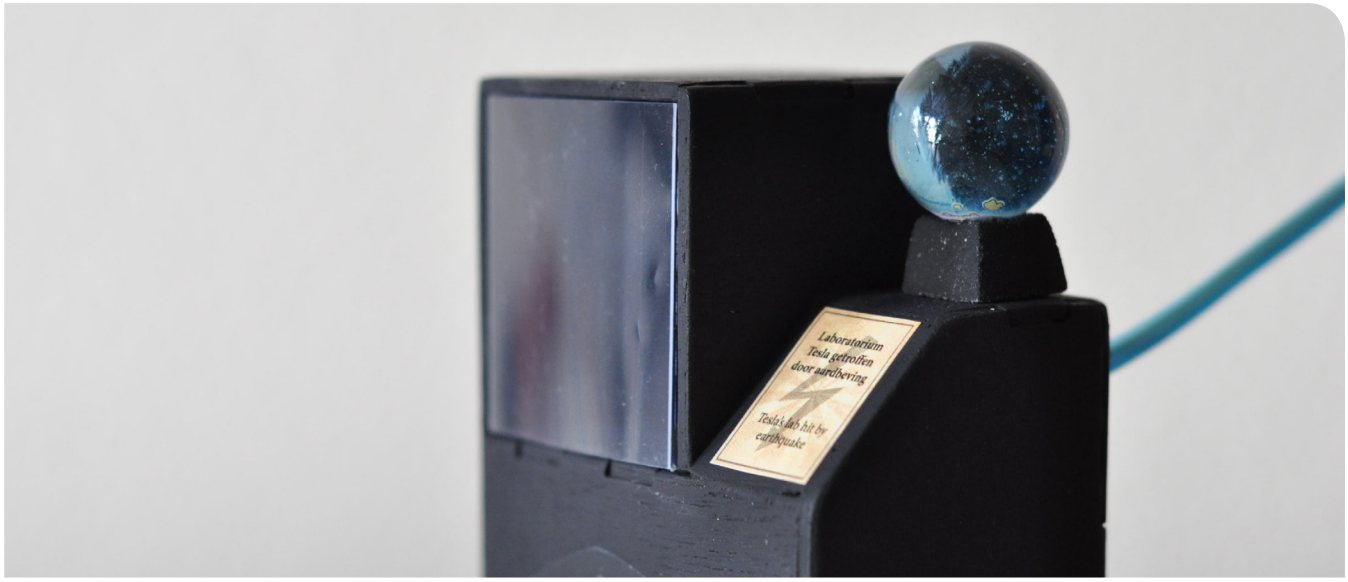


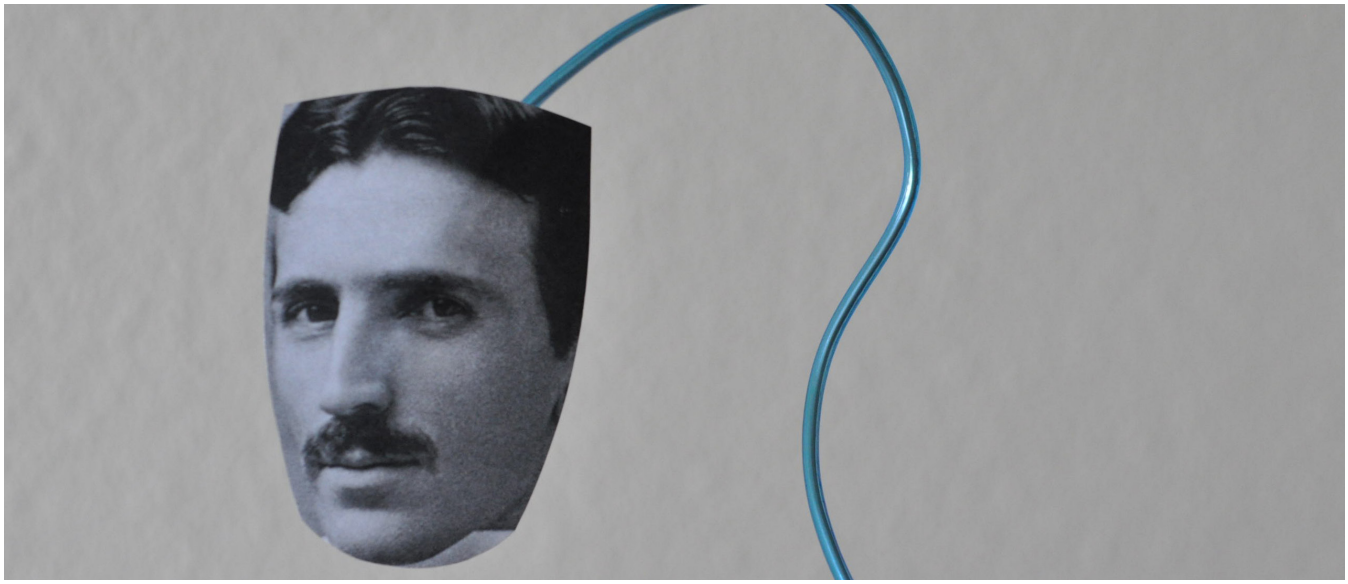


Figuur 4.32 Links boven: de museuminstallatie in het Ei. Links onder: close-up van de achterkant van een minivitrine. Rechts: visualisatie van de bliksem om het hoofd van Tesla.



Figuur 4.33 Links: twee digitale renders van de museuminstallatie. Rechts: drie detailfoto's van het model.


Laboratorium
Tesla getroffen
door aardbeving
Tesla's lab hit by
earthquake



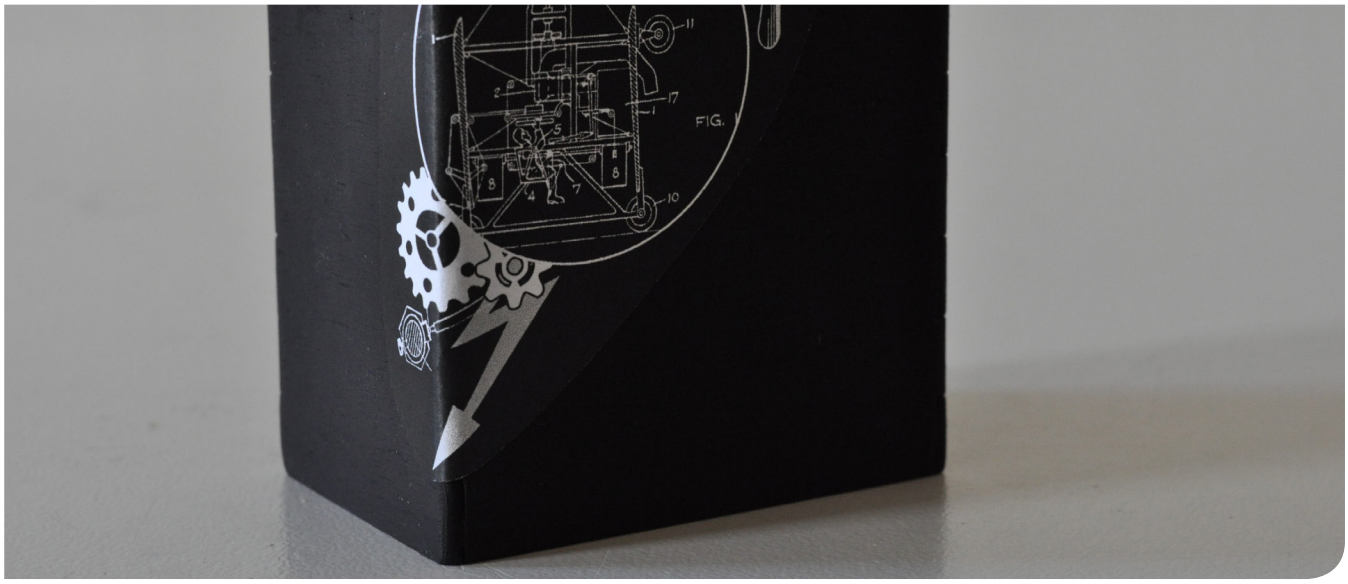


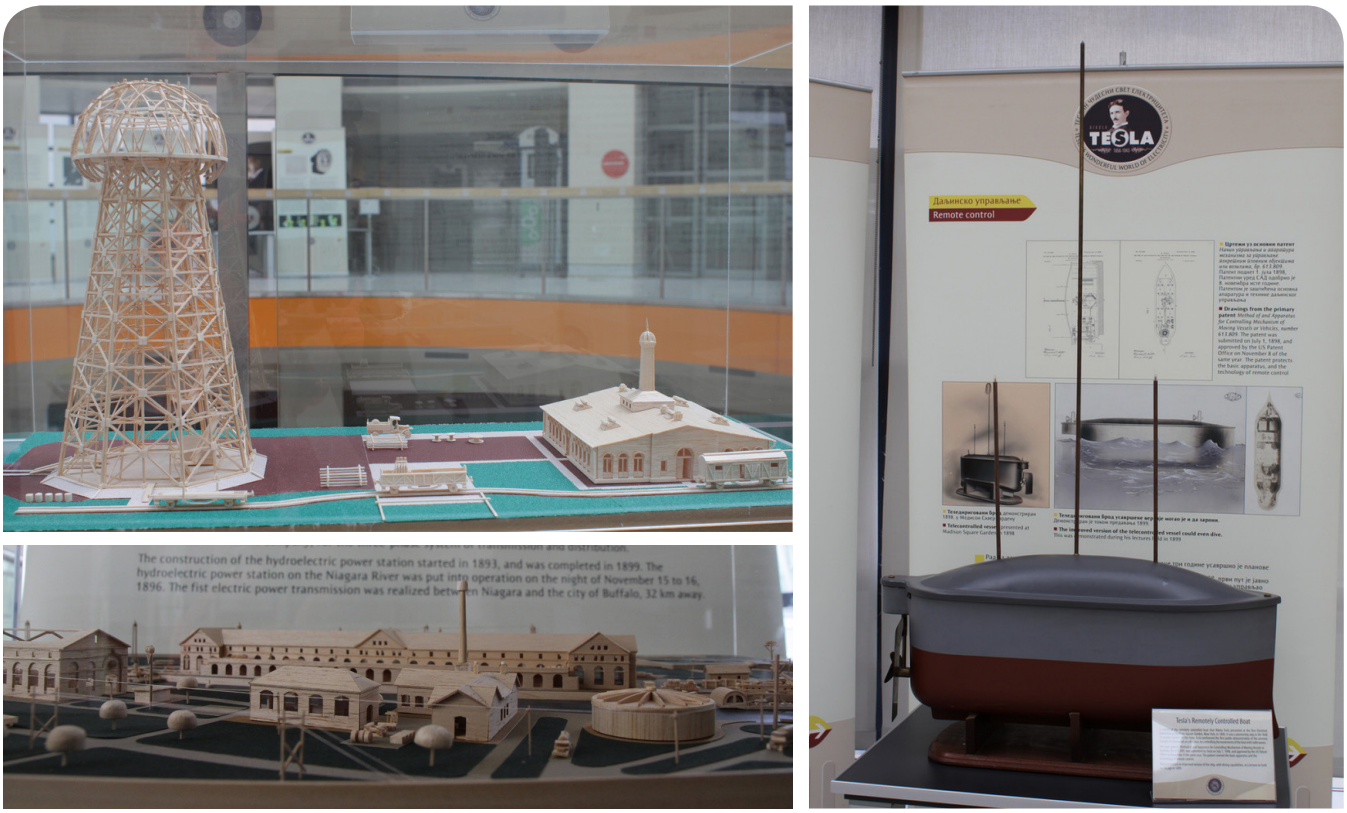
FIG.

4.4 Inhoud minivitrines

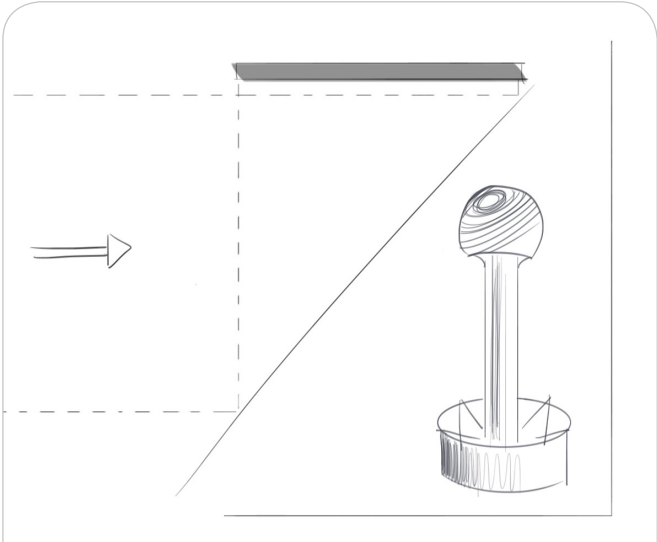
Wat de daadwerkelijke inhoud van de vitrines zal zijn is afhankelijk van de modellen en objecten die Twentse-Welle kan gaat exposeren. Dit kunnen items zijn die al in de collectie zitten, die voor de expositie aangeschaft worden of die door bruikleen van een andere instanties te gebruiken zijn. Hierbij speelt budget ook een rol. Om TwentseWelle te helpen met de keuze hierin heb ik per minivitrine een voorstel gedaan over de mogelijke inhoud hiervan. Elk onderwerp geeft kort aan welke elementen hiervoor nodig zijn en op wat voor een manier er informatie wordt overgedragen aan de bezoeker. Deze geven een idee over de mogelijkheden voor de expositie waardoor bepaalde afwegingen beter te maken zijn.

AC motor
Basisvitrine: Beeldscherm
Extra's: Audiotour
Tekst bij plasmabol: 'Enschede vol met tientallen energiecentrales, kabels en rook'
Inhoud vitrine: Op het beeldscherm zal een filmpje te zien zijn. In deze film wordt geïllustreerd hoe Enschede (en de wereld) eruit gezien zou hebben als de AC motor niet uitgevonden was. Op dat moment zou alles op de gelijkspanning van Edison werken. Hiervoor moet er echter om de kilometer een energiecentrale geplaatst worden en zouden er dikke stroomkabels boven de grond nodig zijn. Het filmpje laat het stadsbeeld bij gelijkspanning zien en transformeert dan langzaam naar het huidige betere beeld van Enschede. Tegenwoordig maken we namelijk nog steeds gebruik van de AC motor van Tesla.
Informatie overdracht: Tijdens de film wordt er auditieve uitleg geven over gelijk- en wisselspanning en de AC motor
Overig: -

Waterkrachtcentrale Niagara Falls
Basisvitrine: Rechthoekig
Extra's: Audiotour
Tekst bij plasmabol: 'De eerste vorm van groene stroom?'
Inhoud vitrine: Een model van de energiecentrale bij de Niagara Falls.



Figuur 4.34 Diverse modellen, eigendom van het Nikola Tesla Museum in Belgrado. Boven: Tesla's laboratorium op Long' Island met de Wardenclyffe toren. Onder: De energiecentrale bij de Niagara Falls. Rechts: Een radio bestuurbare boot. (The Huffington Post)



Figuur 4.35 Dwarsdoorsnede van een minivitrine. Aan de bovenkant van de vitrine is een beeldscherm bevestigd. In de glazen plaat die schuin voor het model staat weerspiegelt het beeld van het beeldscherm. Als de toeschouwer vanuit de richting van de pijl kijkt wordt deze afbeelding over het model geprojecteerd.

Informatie overdracht: De stem van Tesla zal vertellen over de fascinatie voor de waterval die hij vanaf jongs af aan al had. Hij zag het wiel dat aangedreven werd door de kracht van het water al voor zich. In 1895 werd deze droom eindelijk gerealiseerd en zorgde deze energiecentrale voor stroomvoorziening in Buffalo en later ook tot in New York.
Overig: Model benodigd (eigendom van het Nikola Tesla Museum).

Tesla oscillator
Basisvitrine: Vierkant
Extra's: Beeldscherm achterzijde vritrine
Tekst bij plasmabol: 'Laboratorium Tesla getroffen door aardbeving'
Inhoud vitrine: Op de voorgrond staat de oscillator van Tesla. Op het beeldscherm hierachter is een film te zien.
Informatie overdracht: In de film zie je Tesla's laboratorium. Hij is aan het experimenteren met zijn oscillator. Dan plots weet hij de eigen frequentie van het gebouw te raken en ontstaat er een aardbeving. In het filmpje wordt uitgelegd hoe dit mogelijk is.
Overig: Model benodigd (eigendom van het Nikola Tesla Museum).

Wardenclyffe
Basisvitrine: Rechthoek
Extra's: Audiotour
Tekst bij plasmabol: 'Draadloze stroom voor de hele wereld'
Inhoud vitrine: Een model van de Wardenclyffe toren
Informatie overdracht: Stem die vertelt over het ideaalbeeld van de Wardenclyffetoren. Met slechts enkele torens zou de hele wereld draadloos energie kunnen hebben. Stroomkabels, stopcontacten en batterijen zouden dan niet meer nodig zijn.
Overig: Model benodigd (eigendom van het Nikola Tesla Museum).

Tesla Coil
Basisvitrine: Vierkant
Extra's: Peppers ghost en audiotour
Tekst bij plasmabol: 'Draadloos oplichtende lampen'
Inhoud vitrine: Een model van de Tesla Coil met een peppers ghost projectie.
Informatie overdracht: Tesla's stem zal vertellen over zijn grote fascinatie met het draadloos verzenden van elektriciteit. Er volgt een korte uitleg over de Tesla Coil. Ondertussen laat de projectie het effect zien als de machine in werking is. Het illustreert de grote bliksemschichten die om de top heet ontstaan en lampen die door de draadloze energie oplichten. Zie figuur 4.35.
Overig: (Model van) Tesla Coil benodigd.

Death beam
Basisvitrine: Inkijk
Extra's: Audiotour
Tekst bij plasmabol: 'Een wereld zonder oorlog'
Inhoud vitrine: Een kluis
Informatie overdracht: Het verhaal over de death beam wordt verteld. Het is zo'n krachtig wapen dat oorlog ermee verleden tijd zou worden, niemand durft elkaar immers meer aan te vallen. Vanwege het gevaar van deze uitvinding zijn de papieren na Tesla's dood bewust geheim gehouden om te voorkomen dat ze in verkeerde handen zouden vallen. Daarom zitten ze veilig opgesloten in een kluis.
Overig: -

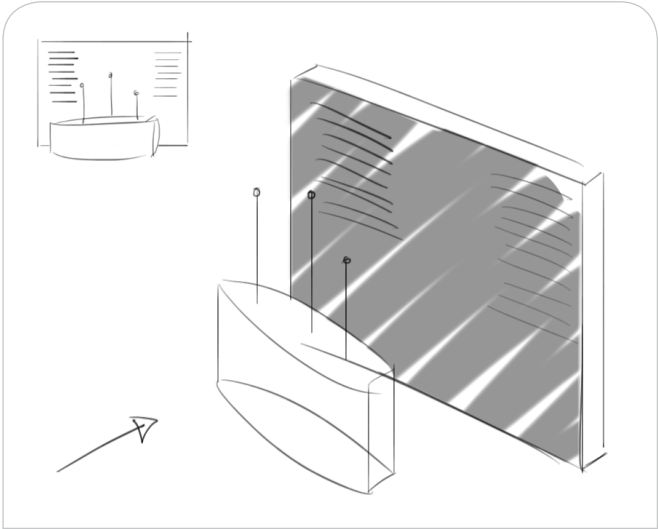
Aanpassen weer
Basisvitrine: Vierkant
Extra's: Peppers ghost projectie + knoppen
Tekst bij plasmabol: 'Nooit meer door de regen fietsen'
Inhoud vitrine: Een afbeelding van een landschap waar iemand fietst met daarin de toren die het weer

zou moeten beïnvloeden. Door middel van een viertal knoppen voor de vitrines kunnen verschillende weertypen (zonnig, bewolkt, regen, mist) geselecteerd worden. Na het indrukken van de knop bij een weertype zal deze door middel van de peppers ghost over het landschap geprojecteerd worden.
Informatie overdracht: Bij de uitvinding is tekst te lezen die iets vertelt over deze uitvinding en het idee erachter.
Overig: -

Ditzelfde idee is ook toepasbaar met de basisvitrine beeldscherm. Dit vervangt dan de afbeelding van het landschap, de peppers ghost projectie en de keuze knoppen. Deze kunnen allemaal geïntegreerd worden in het touchscreen.

Draadloos bestuurbare boot
Basisvitrine: Vierkant
Extra's: Draaiplateau
Tekst bij plasmabol: 'Robots nemen de wereld over'
Inhoud vitrine: Een model van de radiografisch bestuurbare boot.
Informatie overdracht: Verhaal over de boot. Tesla zag dit als een van de eerste robots die de mens zou helpen in het leven. Toen hij de boot presenteerde en demonstreerde moest hij de boot zelfs open maken om te laten zien dat er echt alleen mechanische en elektrische onderdelen in zaten en geen mensen. Zie figuur 4.36.
Overig: Model benodigd, eigendom van het Nikola Tesla Museum.

Vliegmachines
Basisvitrine: Inkijk
Extra's: peppers ghost
Tekst bij plasmabol: 'Het ideale vervoersmiddel door de lucht'
Inhoud vitrine: Als je van bovenaf de vitrine inkijkt zie je een luchtfoto. Hier is door middel van peppers ghost de vliegmachine van Tesla geprojecteerd. Deze vliegmachine zal gestart worden en gaan vliegen. Hierbij wordt de projectieafbeelding vergroot waardoor de illusie wordt gewekt dat de machine daadwerkelijk in de vitrine omhoog komt. Je hoort hierbij ook geluiden van de vliegende machine.
Informatie overdracht: Op de ondergrond van de vitrine zal een stuk tekst staan over de uitvinding. Hierin staat onder andere het idee achter het combineren van een vliegtuig met een helikopter.
Overig:

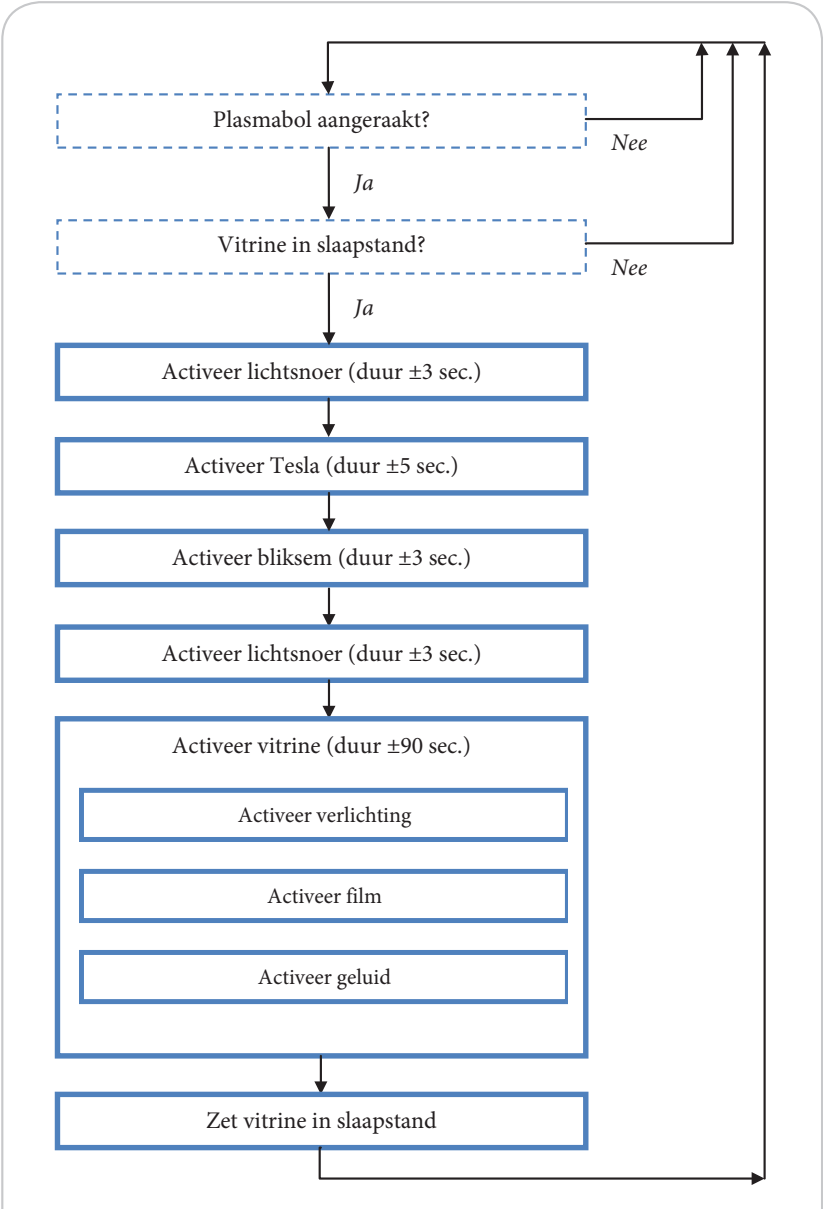


Figuur 4.36 Een item hoeft niet perse met spraak uitgelegd te worden. Dit kan ook door middel van tekst. In dit voorbeeld staat er op de voorgrond een model. Op de achtergrond wordt informatie gegeven in het Nederlands en Engels.

Over het algemeen kunnen modellen ook vervangen worden door een peppers ghost projectie. Dit kan natuurlijk ook met een beeldscherm, maar de projectie maakt het net wat bijzonderder. Ook het feit dat het vrij donker is in het Ei maakt peppers ghost geschikt omdat de projectie hierdoor helderder is.

4.5 Realisatie

Techniek
Om duidelijk te maken hoe het proces van activeren van een minivitrine precies loopt is er een stroomschema gemaakt te zien in figuur 4.37 . Hierin is zichtbaar dat de minivitrine controleert of de plasmabol is aangeraakt. Dit gebeurt door de piëzo sensor die een signaal afgeeft op het moment dat een bezoeker de bol aanraakt. Vervolgens wordt er gekeken of de vitrine zich in de slaapstand bevindt. Is dit niet het geval dan is de minivitrine al geactiveerd en zal het (opnieuw) aanraken van de plasmabol geen zin hebben. Bevindt de vitrine zich in de slaapstand dan zal deze geactiveerd worden met de bijbehorend stappen zoals zichtbaar is in het figuur. Na het doorlopen van deze stappen zal de vitrine weer in de slaapstand staan en kan hij vervolgens weer opnieuw geactiveerd worden.



Figuur 4.37 Dit stroomschema laat zien welke parameters de minivitrine controleert en welke chronologische handelingen uitgevoerd worden. De handelingen die onder 'Activeer vitrine' vallen kunnen per minivitrine verschillen afhankelijk van de inhoud ervan.

Om de installatie te laten werken zullen alle onderdelen met elkaar verbonden moeten zijn. Dit houdt in de sensoren onder de plasmabollen, de lichtsnoeren, de beamer en de inhoud en beeldschermen van de minivitrines. Dit kan het beste geregeld worden via een centraal systeem of computer. Hierop bevindt zich een omvattend programma dat alles aanstuurt op de goede momenten zoals het stroomschema illustreert.

De expositie

De ontworpen museuminstallatie zal onderdeel worden van de gehele expositie over Nikola Tesla. De precieze inrichting hangt af van verschillende factoren waaronder beschikbare elementen, budget en overige inrichting van het Ei. Omdat het ontwerp voor de museuminstallatie flexibel is kunnen er minivitrines aan toegevoegd of verwijderd worden. Er zal dus een keuze gemaakt moeten worden voor het aantal minivitrines en wat de inhoud hiervan zal zijn. Hierbij zou er gekozen kunnen worden uit de 9 geselecteerde onderwerpen.

Mijn voorstel is om de installatie bij binnenkomst in het Ei links neer te zetten. De meeste mensen lopen rondom het Ei met de klok mee. Door de plaatsing links zie je het hoofd en een deel van de minivitrines op het moment dat bezoekers aan komen lopen. Dit wekt nieuwsgierigheid op en lokt mensen het Ei in.

Afhankelijk van de overige invulling aan de expositie is het misschien niet direct duidelijk dat het over Nikola Tesla gaat. Om dit voor alle bezoekers duidelijk te maken kan er onder het hoofd van Tesla zijn naam worden gezet.

Productie

Verdere uitwerking over de precieze productie van de minivitrines is achterwegen gelaten. Er zal meer duidelijkheid moeten komen over de beschikbare objecten en over het budget voordat over gegaan kan worden op verdere uitwerking.

ر

Conclusies

Dit hoofdstuk geeft nog eens (kort) antwoord op de onderzoeksvragen: ‘Hoe was het leven van Nikola Tesla?’, ‘Hoe moet het museumobject informatie over Tesla geven?’ en ‘Wat zijn de presentatiemogelijkheden voor het gekozen element over Tesla?’.

Het doorlopen proces wordt geëvalueerd. Tevens worden er aanbevelingen gedaan voor de verdere ontwikkeling van de museuminstallatie door TwentseWelle.

5.1 Conclusies

Het doel van mijn opdracht bij TwentseWelle was om een concept aan te leveren voor een museuminstallatie over Nikola Tesla. Om hier uiteindelijk toe te komen diende eerst de volgende hoofdvragen beantwoord te worden:

- Hoe was het leven van Nikola Tesla?
- Hoe moet het museumobject informatie over Tesla geven?
- Wat zijn de presentatiemogelijkheden voor het gekozen element over Tesla?

Door middel van literatuurstudie is er een biografie over Tesla opgesteld. Tevens zijn Tesla's belangrijkste uitvindingen en visies opgesomd en toegelicht. Deze analyse geeft antwoord op de eerste hoofdvraag. De tweede hoofdvraag richt zich meer op informatieoverdracht. Hiervoor zijn TwentseWelle en de musinstallaties geanalyseerd. Dit is ook gedaan bij twee andere musea. Dit resulteerde in een lijst met richtlijnen waar de uiteindelijke installatie aan moest voldoen. Hoofdvraag drie bestaat uit de combinatie van de eerdere vragen. Welk element uit Tesla's leven kan het beste uitgelicht worden in een museuminstallatie? En wat is de beste manier om dit te doen? Dit is onderzocht door middel van diverse idee generaties en schetsen over de mogelijke museuminstallatie.

Uiteindelijk is hieruit een museuminstallatie ontstaan zoals die eerst globaal en daarna gedetailleerd wordt omschreven vanaf paragraaf 4.2.

Tijdens de gehele opdracht lag de nadruk meer op de beginfasen van het ontwerptraject. Dit houdt in de analyse- en conceptfase. Dit omdat er vanuit TwentseWelle nog geen ideeën over de tentoonstelling dan wel de museuminstallatie waren. Het was nodig om een goed beeld van Tesla en zijn uitvindingen te krijgen. Vervolgens moest deze analyse op een geschikte manier vertaald worden naar een museuminstallatie.

Als leidraad voor het bedenken van concepten voor de museuminstallatie zijn richtlijnen gebruikt. Deze richtlijnen zijn samengesteld door de uitgevoerde analyse. Het uiteindelijke concept dient te voldoen aan deze richtlijnen (terug te vinden in paragraaf 2.8), daarom worden deze nu kort doorgenomen.

De richtlijnen die onder Algemeen en Stijl vallen zijn behaald. De installatie geeft uitleg over de verschillende uitvindingen die Tesla gedaan heeft. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een leuke metafoor over de ideevorming door Tesla die een impressie geeft over de persoon Tesla en zijn persoonlijkheid. Bij stijl gaat het niet alleen om uiterlijk, maar ook op de manier hoe de installatie informatie overdraagt en gepresenteerd wordt aan de bezoekers. Deze stijl sluit goed aan bij de TwentseWelle. Zo past de vormgeving van de installatie goed bij al bestaande installaties die in het museum staan, mede door kleurgebruik en vorm. De eigenheid past hier ook bij door Tesla en zijn objecten op een bijzondere manier te presenteren. De stijl is ook passend bij Tesla en steampunk door de vele verwijzingen die plaatsvinden naar elektriciteit. Het steampunk-uiterlijk komt vooral terug in de afbeeldingen die op de minivitrines zichtbaar zijn door de gedetailleerde en fijne figuren.

Richtlijnen vallend onder Doelgroep en Interactie zijn grotendeels behaald. Er is bij het ontwerp rekening gehouden met de doelgroep en de extreme gebruikers. Zo is er een bepaald niveau gesteld waardoor basisbegrippen over elektriciteit niet meer uitgelegd hoeven te worden. Ook zijn er uit de analyse een aantal kenmerken van museuminstallaties naar voren gekomen die de doelgroep aanspreken. Deze elementen zijn meegenomen in de ontwikkeling van de installatie. Ditzelfde geldt voor de interactie. Bepaalde eisen als het interactief zijn van de installatie en het laten zien hoe deze interactie tot stand moet komen zijn verwerkt. Of de richtlijnen van de doelgroep en interactie echter volledig behaald zijn zal moeten worden getest. Zo zal moeten blijken of de doelgroep zich daadwerkelijk aangetrokken voelt tot de installatie en of de plasmabollen op een intuïtieve manier uitnodigen tot aanraking. Het ontwerp berust op een aantal kleine aannames die voor de volledigheid getest zouden moeten worden.

Overige richtlijnen zoals bijvoorbeeld onder Constructie, Veiligheid, Prestatie en onderhoud en Overige zullen grotendeels afhankelijk zijn van verdere uitwerking van het ontwerp. Natuurlijk is er wel rekening mee gehouden om deze richtlijnen zo goed mogelijk te benaderen, maar of ze uiteindelijk gehaald zullen worden is nog van een aantal factoren afhankelijk.

Dat deze verdere uitwerking niet onderdeel is van dit bachelorverslag heeft een duidelijke redenen. Doordat TwentseWelle nog niet duidelijk had wat de informa-

tieoverdracht van de expositie of de museuminstallatie zou zijn moest hier eerst onderzoek naar uitgevoerd worden. De analyse resulteerde onder andere in een mooi overzicht van Tesla en zijn uitvindingen. Dit kan nu gebruikt worden om precies te bepalen welke elementen of objecten er van Nikola Tesla daadwerkelijk geëxposeerd moeten worden. Hiervoor heb ik in de uitwerking van het concept een aantal mogelijkheden voor aangedragen. Doordat de overige invulling van de expositie ook nog onbepaald is levert dit bijvoorbeeld ook onduidelijkheid op over het beschikbare budget voor de installatie. Bij voldoende beschikbaar budget kunnen de minivitrines geproduceerd worden zoals ze ontworpen zijn. Is het budget toch minder dan zal naar alternatieve mogelijkheden gekeken moeten worden. Hierbij kun je bijvoorbeeld denken aan het gebruik maken van bestaande vitrines van de TwentseWelle en deze toe te passen in het ontworpen concept. Dit budget zal eerst duidelijk moeten worden voordat verder gegaan kan worden op technische uitwerking.

Deze specifieke technische uitwerking werd er echter ook niet van mij verwacht. Zoals aangegeven in het plan van aanpak (paragraaf 1.1) wordt er uitwerking verwacht tot aan het concept. Hierbij presenteer ik concepttekeningen en een model van de ontworpen installatie. Het is aan TwentseWelle om te bepalen hoe de verdere uitwerking verloopt. Zo kunnen ze het bijvoorbeeld intern verder uitwerken of het uitbesteden aan een bedrijf. Dit conceptvoorstel heb ik middels dit bachelorverslag gepresenteerd. Bij dit voorstel is wel zo goed mogelijk rekening gehouden met de verder technische realisatie. Zo draag ik ideeën aan voor de te gebruiken techniek. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het projecteren van de bliksem op het Ei of het gebruik van de piëzo-sensor onder de plasmabol.

Concluderend heb ik een zo compleet mogelijk verslag opgeleverd. Hierin werk ik onderbouwend toe naar het uiteindelijke concept. Dit concept voldoet aan de richtlijnen zoals de analyse ze heeft opgesteld. Het ontwerp heeft TwentseWelle een passende en eigenzinnige manier gegeven om Tesla's uitvindingen te presenteren in een museuminstallatie. Hierbij doe ik voorstellen voor verdere uitwerking en invulling van de minivitrines. Daarnaast kan het onderzoek naar Tesla ook gebruikt worden voor verdere opbouw van de gehele expositie.

Persoonlijk

Tijdens het ontwerpproces was ik vrij op mezelf aangewezen. TwentseWelle ontwerpt normaal gesproken nooit zelf museuminstallaties, maar besteden dit uit aan externe partijen. Natuurlijk hebben ze wel een idee over de realisatie hiervan en verzorgen ze vooral de informatievoorziening van de installaties. Ik kon echter altijd met vragen bij Edwin terecht. Samen bespraken we vorderingen of vroeg ik om input nadat ik bepaalde ideeën had bedacht. Tijdens dit proces werd er goed met mij meegedacht. Hierbij vond ik het goed dat er niet alleen vanuit TwentseWelle gekeken werd wat het nou voor hen opleverde, maar ook de aansluiting op mijn opleiding in het oog werd gehouden. Hierdoor werd het beste er uitgehaald voor beide partijen. Prettig vond ik ook de besprekingen met Erik erbij. Doordat beide personen een ander vakgebied hebben bood dit de mogelijkheid de ideeën op verschillende vlakken te toetsen.

Het full-time werken bij TwentseWelle was in het begin wel even wennen. De relatie met een bedrijf is toch heel anders dan met de universiteit. Juist doordat ik op locatie werkte kon ik gemakkelijk overleggen met mijn begeleider of een kijkje nemen in het museum om te zien hoe andere museuminstallatie gerealiseerd zijn. Ook hielp het mij om meer gedisciplineerd bezig te zijn dan wanneer ik thuis zou werken. Doordat er veel gebruik wordt gemaakt van vrijwilligers en part-time medewerkers binnen TwentseWelle zorgt dit voor een dynamisch geheel. Interessant vond ik het om een beetje mee te krijgen hoe het er in een museum (of bedrijf) aan toe gaat. Dit heeft me veel geleerd.

Ik wil daarom TwentseWelle, en in het bijzonder Edwin Plokker en Erik van der Velde, bedanken voor de mogelijkheid voor het uitvoeren van mijn bacheloropdracht bij hen.

UNITED STATES PATENT OFFICE.

NIKOLA TESLA, OF SMILJAN LIKA, AUSTRIA-HUNGARY, ASSIGNOR TO THE TESLA ELECTRIC LIGHT AND MANUFACTURING COMPANY, OF RAHWAY, NEW JERSEY.

COMMUTATOR FOR DYNAMO-ELECTRIC MACHINES.

SPECIFICATION forming part of Letters Patent No. 334,823, dated January 26, 1886.

Application filed May 4, 1885. Serial No. 164,324. (No model.)

To all whom it may concern:

Be it known that I, NIKOLA TESLA, of Smiljan Lika, border country of Austria-Hungary, have invented an Improvement in Dynamo-Electric Machines, of which the following is a specification.

My invention relates to the commutators of dynamo-electric machines, especially in machines of great electromotive force, adapted to arc lights; and it consists in a device by means of which the sparking on the commutator is prevented.

It is known that in machines of great electromotive force—such, for instance, as those used for arc lights—wherever one commutator bar or plate comes out of contact with the collecting-brush a spark appears on the commutator. This spark may be due to the break of the complete circuit, or of a shunt of low resistance formed by the brush between two or more commutator-bars. In the first case the spark is more apparent, as there is at the moment when the circuit is broken a discharge [illegible] through the field-helices, pro-

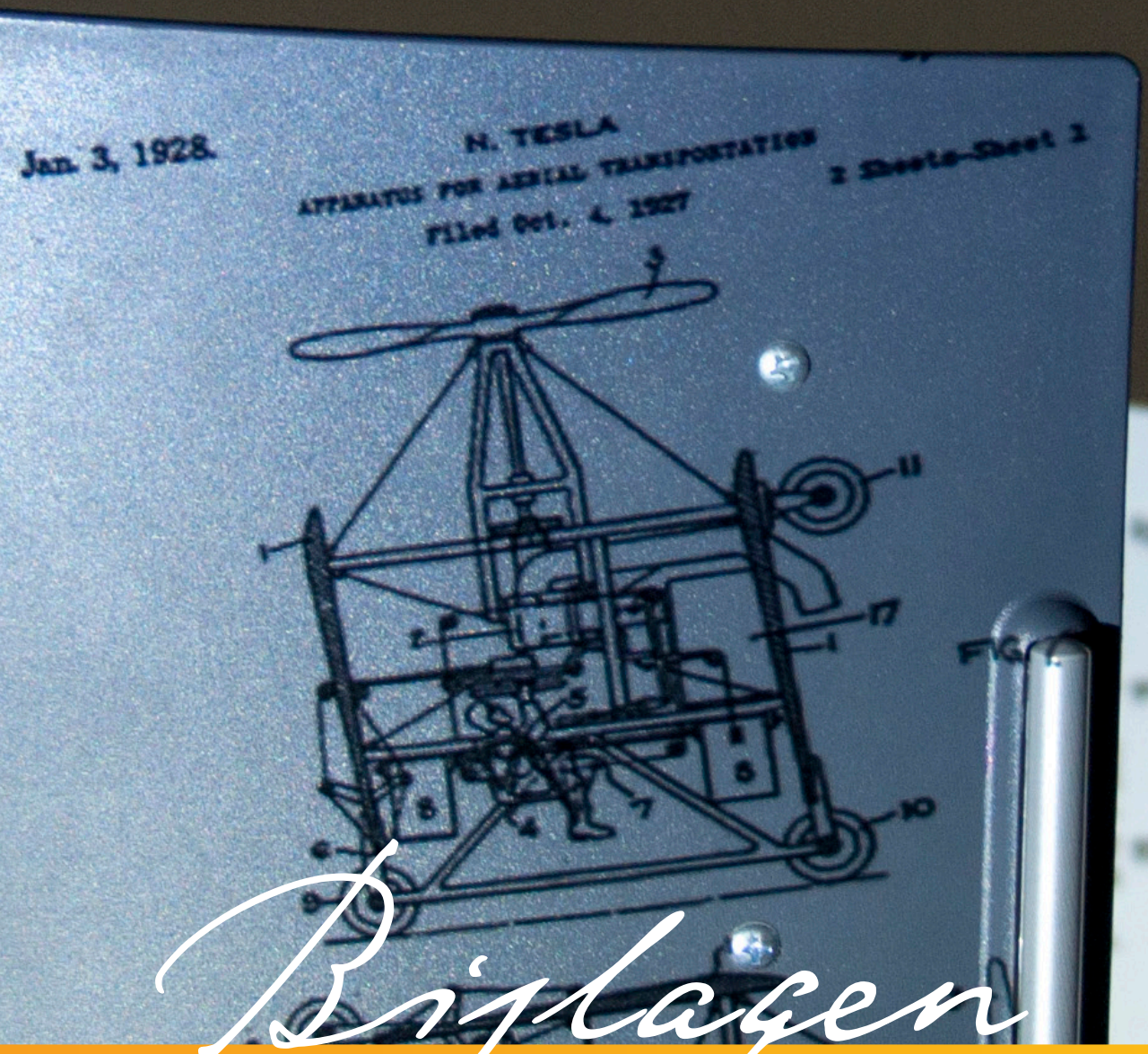
intervening insulating material; B B, the brushes. d d are sheets of asbestos paper or other suitable non-conducting material. f f are springs, the pressure of which may be adjusted by means of the screws g g.

In Fig. 2 a simple arrangement is shown with two plates of mica or other material. It will be seen that whenever one commutator-segment passes out of contact with the brush the formation of the arc will be prevented by the intervening insulating material coming in contact with the insulating material on the brush.

My invention may be carried out in many ways, and I do not limit myself to any particular device, as my invention consists, broadly, in providing a solid non-conducting body to bear upon the surface of the commutator, by the intervention of which body the sparking is partly or completely prevented.

I prefer to use asbestus paper or cloth impregnated with zinc-oxide, magnesia, zirconia, or other suitable material, as the paper and cloth are soft, and serve at the same time to

6



Bijlagen

Alle bijlagen waarnaar in het verslag verwezen wordt zijn hier te vinden. Elke bijlage heeft een eigen letter en is op alfabetische volgorde gezet. De lijst met gebruikte literatuur en bronnen is hier tevens te bekijken.

Bijlage A: Bronnen

B92. (z.d.). *Tesla.* Geraadpleegd op 14 april 2014, van http://www.b92.net/eng/special/tesla/life.php

Benq. (z.d.). *ThrowratioCalculator.* Geraadpleegd op 25 juli 2014, van http://www.benq.com/microsite/projector/throwratiocalculator/

Brain, M., Harris, W. & Lamb, R. (z.d.). *How Electricity Works.* Geraadpleegd op 14 april 2014, van http://science.howstuffworks.com/electricity8.htm

CBS Interactive. (2010, 3 september). *Nikola Tesla's patents for aircraft, ships, railways, autos, and more.* Geraadpleegd op 23 juli 2014, van http://www.techrepublic.com/pictures/nikola-teslas-patents-for-aircraft-ships-railways-autos-and-more/1/

Chew, R. (2014, 4 april). *A Man Out of Time.* Geraadpleegd op 14 april 2014, van http://www.lucidcafe.com/library/currentread/currentread04.html

Converse. (2010). *Create your own paper head.* Gedownload op 11 juli 2014, van http://www.converse-blog.com/2010/07/create-your-own-paper-head/

Fuel-Efficient-Vehicles.org. (2010, 29 oktober). *Tesla's Flying Machine.* Geraadpleegd op 23 juli 2014, van http://fuel-efficient-vehicles.org/energy-news/?page_id=1284

GeoEngineering Watch. (2013, 8 april). *Nikola Tesla: Father of HAARP and Electromagnetic "Climate Change".* Geraadpleegd op 23 juli 2014, van http://www.geoengineeringwatch.org/nikola-tesla-father-of-haarp-and-electromagnetic-climate-change-reply/

Gerbis, N. (z.d.). *10 Reasons Why Tesla Is a Scientific God.* Geraadpleegd op 14 april 2014, van http://science.howstuffworks.com/innovation/famous-inventors/10-reasons-tesla-is-scientific-god.htm

Harris, W. (z.d.). *How did Nikola Tesla change the way we use energy?* Geraadpleegd op 14 april 2014, van http://science.howstuffworks.com/nikola-tesla.htm

Howard, B.C. (2013, 3 oktober). *5 Surprising Facts About Nikola Tesla.* Geraadpleegd op 14 april 2014, van http://news.nationalgeographic.com/news/2013/10/131003-nikola-tesla-surprising-facts-statue-museum-science/

InfoNu. (2009, 9 februari). *Biografie van Nikola Tesla.* Geraadpleegd op 14 april 2014, van http://wetenschap.infonu.nl/wetenschappers/31576-biografie-van-nikola-tesla.html

Inman, M. (z.d.). *Why Nikola Tesla was the greatest geek who ever lived.* Geraadpleegd op 14 april 2014, van http://theoatmeal.com/comics/tesla

Isaacson, B. (2013, 4 oktober). *Nikola Tesla Exhibit Showcases Edison's Great Rival At The New York Hall Of Science.* Geraadpleegd op 5 juni 2014, van http://www.huffingtonpost.com/2013/07/18/nikola-tesla-exhibit_n_3618988.html#slide=2713975

Jacobson, R. (2013, 10 juli). *8 Things You Didn't Know About Nikola Tesla.* Geraadpleegd op 14 april 2014, van http://www.pbs.org/newshour/rundown/5-things-you-didnt-know-about-nikola-tesla/

Jeremiahjw. (2010, 10 juli). *The History of Nikola Tesla - a Short Story.* [Videobestand] Geraadpleegd op 14 april 2014, van https://www.youtube.com/watch?v=iEJNJ-0rFSe8

Kennislink. (2013, 8 augustus). *Nikola Tesla, de excentriekeling.* Gedownload op 14 april 2014, van http://www.kennislink.nl/publicaties/nikola-tesla-de-excentriekeling

King, G. (2013, 4 februari). *The Rise and Fall of Nikola Tesla and his Tower.* Geraadpleegd op 14 april 2014, van http://www.smithsonianmag.com/history/the-rise-and-fall-of-nikola-tesla-and-his-tower-11074324/?no-ist

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development (Vol. 1).* Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Newlight, J.M. (z.d.). *Dr. Nikola TESLA.* Geraadpleegd op 14 april 2014, van http://www.teslaplay.com/index.html

Nikola Tesla Museum. (z.d.). *Reconstruction of Nikola Tesla's handwriting.* Gedownload op 24 juli 2014, van

http://www.tesla-museum.org/download/Tesla%20OTF.zip

Nikola Tesla Museum. (z.d.). *Tesla.* Geraadpleegd op 14 april 2014, van http://www.tesla-museum.org/meni_en.htm

Papic, K. (1980). *The Secret of Nikola Tesla.* [DVD]

PBS. (z.d.). *Tesla master of lightning.* Geraadpleegd op 14 april 2014, van http://www.pbs.org/tesla/index.html

ProyectogTelevision. (2012, 14 september). *Tesla vs. Edison - Grandes peleas de la ciencia - Proyecto G.* [Videobestand] Geraadpleegd op 2 juli 2014, van https://www.youtube.com/watch?v=vdSUSP3uUXY

Ruud de Moor Centrum. (z.d.). *Didactische richtlijnen - Inleiding workshop.* Geraadpleegd op 7 mei 2014, van http://cop.rdmc.ou.nl/digilessenvo/onlineworkshop/richtlijnen/default.aspx

Saxion. (2013, 9 april). *Piëzo in product design.* Gedownload op 27 juli 2014, van http://www.saxion.nl/wps/wcm/connect/532efa3e-8037-4fc9-84ea-6056d6566026/IMPT_Pi%C3%ABzo_v0.1.pdf?-MOD=AJPERES

SchoolTV. (z.d.) *Elektriciteit.* Geraadpleegd op 8 mei 2014, van http://archief.schooltv.nl/weekjournaal/onderwerpen/item/2389585/elektriciteit/

Science Center NEMO. (2013). *Werkblad energie.* Gedownload op 7 juni 2014, van http://www.e-nemo.nl/media/filer_public/05/25/0525b593-c614-4daa-94a2-492ececb4e90/10220-42_energie-wbinnemo_v02.pdf

Science Center NEMO. (z.d.). *Over het museum.* Geraadpleegd op 12 mei 2014, van http://www.e-nemo.nl/nl/bezoek/over-het-museum/

Techniekmuseum HEIM. (z.d.). *Bezoekersinfo.* Geraadpleegd op 7 mei 2014, van http://www.techniekmuseumheim.nl/nl/

Tesla Memorial Society of New York. (z.d.). *Keep the Memory of Nikola Tesla Alive.* Geraadpleegd op 14 april 2014, van http://www.teslasociety.com/index.html

Tesla Universe. (z.d.). *Tesla Patents.* Geraadpleegd op 14 april 2014, van http://www.teslauniverse.com/

The Biography.com website. (2014). *Nikola Tesla.* Geraadpleegd op 14 april 2014, van http://www.biography.com/people/nikola-tesla-9504443#awesm=~oF02rt9zE6xXcB

TU Delft. (2012). *DINED.* Geraadpleegd op 25 juli 2014, van http://dined.io.tudelft.nl/ergonomics/

Universiteit Twente. (2012). *Technotheek.* Geraadpleegd op 27 juli 2014, van http://technotheek.utwente.nl/wiki/Hoofdpagina

Uth, R. (2000). *Tesla: Master of Lightning.* [DVD]

Wyers. A. (2012, 23 juli). *Tesla vs. Edison - ELF Weapons - Nikola Tesla's quest to Control the Weather.* [Videobestand] Geraadpleegd op 23 juli 2014, van https://www.youtube.com/watch?v=gzml8qOaNzs

Zwijsen. (2012, 18 december). *Wat leren kinderen bij ... natuur en techniek in groep 7-8?* Geraadpleegd op 8 mei 2014, van http://www.zwijsenouders.nl/Artikel/Wat-leren-kinderen-bij-...-natuur-en-techniek-in-groep-78.htm

Bijlage B: Omschrijving museuminstallaties TwentseWelle

1. Onderzoek
Een interface stelt je een vraag. Door op een van de vijf knoppen onder het beeldscherm te drukken kies je een antwoord. Op dat moment wordt ook de 'scanner' in werking gezet. Onder een glasplaat zie je de lichtbalk naar het bijbehorende bot verschuiven en deze scannen. Daarna wordt de afbeelding op het beeldscherm getoond en aanvullende informatie gegeven. De installatie laat zien hoe je onderzoek doet en is bedoeld voor kinderen rond de 14 jaar. De installatie is de oudste van het museum.

2. Klimaat
Een 3D-film die aangeeft dat Twente alle klimaten heeft gehad. Er kan gekozen worden tussen een Nederlandse en Duitse versie van de film. Dit wordt gedaan door op de bijbehorende knop te drukken. Bedoeld voor kinderen van groep 8.

3. Bodem en water
Een installatie bestaande uit twee beamers. Een representeert de bodem, de ander de effecten bovengronds. Door middel van een touchscreen dat ervoor staat kunnen verschillende waardes aangepast worden zoals de soort grond en de hoeveelheid water hierin. Via de beamers wordt het effect op het landschap gepresenteerd. Bedoeld voor kinderen in de 2e en 3e klas.

4. Jagers en verzamelaars
De installatie wordt geactiveerd door op een van de 8 knoppen te drukken. Via het beeldscherm krijgt men een inleidend filmpje te zien. Daarna wordt er een vraag gesteld over een bepaald onderwerp. De spelers, maximaal 4, kunnen kiezen uit twee antwoorden. Deze kunnen ze individueel aangeven door de gele of blauwe knop in te drukken. Daarna wordt het antwoord in het filmpje gegeven en krijgen de spelers te zien wie het antwoord goed hadden. Bedoeld voor 6/7 jarige.

5. Seizoenen
Door een luik kan naar een ronddraaiende maquette gekeken worden. Deze maquette bestaat uit een boerderij die door de seizoenen heen veranderd. Door middel van twee pepper-ghost projecties wordt er een filmpje toegevoegd aan deze maquette. Op het touchscreen ervoor kan overige informatie opgevraagd worden en het volgende seizoen geactiveerd worden. Bedoeld voor kleine kinderen van de basisschool.

6. Standenmaatschappij
Op een touchscreen kan een quiz gestart worden. Er wordt een vraag gesteld met 3 keuzemogelijkheden. Door middel van een soort kanon kunnen ballen in de mond van de juiste stand geschoten worden. Bij een juist antwoord verdien je een punt. Doel is om zoveel mogelijk vragen te beantwoorden binnen twee minuten. Deze installatie is erg populair maar ook erg storingsgevoelig. Daarnaast gaat het hierbij meer om het schieten dan om het informeren. De actie heeft te veel overhand op de kennis.

7. Geloof en rampspoed
Door op de rode knop te drukken worden er verschillende pepper-ghost projecties geactiveerd. Deze laten een filmpje zien over een bepaalde ramp of plaag. Daarna wordt een beeld getoond van de beschermheilige die daarbij hoort.

8. Twentse Sagen
Met een soort verrekijker stappen mensen in de wereld van de Twentse sagen. Er is een virtual reality wereld gecreëerd waarin mensen door heen kunnen lopen en om zich heen kijken door de verrekijker op dezelfde manier mee te bewegen. Bij een volledig rondje gelopen te hebben wordt de volgende sage geïntroduceerd met een korte tekst.

9. Winst
Dit is een soort gokkast. Door middel van het maken van keuzes wordt gekeken hoe rijk je bent na 10 generaties. De machine wordt geactiveerd door een muntstuk van 20 eurocent. Op een scherm verschijnt een situatie en met bijbehorend knoppen moet je een keuze maken. Hierbij speelt inzicht maar ook geluk een grote rol. Heb je aan het einde van het spel een bepaalde score behaald wordt je beloond met een zilveren of gouden munt.

10. Gezin
Een familiespel waarbij spelers kunnen kiezen welke stelling hen het meeste aanspreekt. Er zijn 4 spelplekken met elk een blauwe en gele knop beschikbaar aan de tafel. Op een centraal beeldscherm wordt een stelling voorgelegd. Door de knoppen kun je kiezen of je het er

mee eens bent of niet. Na een aantal stellingen wordt per speler bekend gemaakt welke rol hij heeft in het gezin.

11. Versnelling
Achter een kijkertje wordt een film afgespeeld. Deze film kun je bekijken op het moment dat je op het krukje ervoor plaats neemt. Door middel van twee luidsprekertjes die om je oor gericht staan hoor je de gesproken tekst uit het filmpje.

12. Natuur
In een aparte ruimte kun je naar een grote pepper-ghost installatie kijken. Deze wordt geactiveerd door op een rode knop te drukken. Op dat moment wordt er aan de maquette verschillende projecties toegevoegd die een verhaal vertelt over de invloed van water.

13. Arm en rijk
Er zijn twee schermen zichtbaar waarop continue filmpjes worden afgespeeld. Het ene beeldscherm representeren de armen, de ander de rijken. Je ziet beide klassen door de dag heen bezig met de dagelijkse activiteiten. Hierdoor kun je zelf verschillen opmerken tussen rijke en arme mensen en hun leven. Er is verder geen interactie met de installatie, de filmpjes lopen continu door zonder gebruik van geluid.

14. Energie
Links bevinden zich moderne apparaten, rechts apparaten van vroeger. Deze apparaten kunnen geactiveerd worden door aan een hendel te draaien. Er begint een led-balk te vullen en langzamerhand worden alle apparaten in werking gezet. Door dit zowel bij de moderne als oude apparaten te doen moet het duidelijk worden dat we tegenwoordig meer maar energiezuiniger producten hebben en vroeger juist minder maar meer anti-energiezuinige apparaten. Vergelijking tussen elektrische apparaten van vroeger en nu.

15. Wereldkaart
De wereldkaart bevindt zich helemaal aan het begin van het museum. Het bestaat uit een wereldkaart geprojecteerd door twee beamers. Door middel van een bewegingcamera worden bezoeker geregistreerd die dicht in de buurt staan. De kaart (projectie) reageert hierop door beelden te laten zien bij de bezoeker.

16. Thuis
Bezoekers kunnen plaats nemen op een bank voor een tv. Door op de afstandsbediening te drukken wordt de installatie geactiveerd. Plots verschijnt er een projectie van een inwoner uit Enschede in de stoel die zijn verhaal over Twente gaat vertellen. De gehele kamer transformeert hierbij naar een bijpassende sfeer door middel van projecties en bewegende kasten met inhoud. Door nogmaals op de knop te drukken kunnen er andere personen geselecteerd worden.

17. Taaltafel
Een beamer projecteert een kaart van Nederland op een ronde tafel. Met een touchscreen dat er naast staat kan een Nederlandse zin geselecteerd worden. Deze wordt vervolgens uitgesproken in verschillende dialecten. Op de kaart is te zien waar het dialect vandaan komt en hoe het geschreven wordt.

Bijlage C: Interactievormen museuminstallaties TwentseWelle

#	Soort interactie	Interactie-object	Resultaat-object
1	Quiz / Informatie opvragen	Touchscreen	Scanner en touchscreen
2	Starten (van film)	Knoppen (keuze NL of DU)	Beeldscherm
3	Oorzaak-gevolg	Touchscreen	Beamerprojectie
4	Quiz	Knoppen (twee per persoon, max. vier personen)	Beeldscherm
5		Touchscreen	Draaiende maquette met pepper-ghost
6	Quiz	Touchscreen en Kanon	Touchscreen
7	Starten (projectie)	Knop	Pepper-ghost projectie
8		Kijker (door beweging)	Beeldscherm in kijker
9	Quiz	Knoppen	Beeldscherm en munt
10	Quiz	Knoppen (twee per persoon, max. vier personen)	Beeldscherm
11	Starten (van film)	Knoppen (keuze NL of DU)	Beeldscherm
12	Starten (van pepper-ghost film)	Knop	Pepper-ghost projectie
13	Geen	-	Beeldscherm
14		Draaihendels (vroeger en nu)	Het aangaan van apparaten
15	Informatie opvragen	Beweging	Beamerprojectie
16	Informatie opvragen	Knop	Beamerprojecties, beeldschermen, pepper-ghost projecties en inrichting kamer.
17		Touchscreen	Beamerprojectie

Bijlage D: Checklist museuminstallaties

Algemeen
Wat is het onderwerp van de installatie?
Wat is de doelgroep?

Aandacht
Wat trekt de doelgroep aan? (Kleuren? Vormen? Andere mensen die erbij staan? Geluid?)
Hoe hou je aandacht vast?
Hoe spreek het mensen buiten de doelgroep toch aan?

Interactie
Welke soort van interactie is er? (Quiz, activeren, oorzaak-gevolg, informatie opvragen)

- Interactie gebruiker – museumobject
  - Aanraking? (draaien, drukken, trekken, bewegen)
- Interactie gebruiker – gebruiker
  - Spelvorm? (Samen werken of juist battlen)
  - Alleen / 1 tegen 1 / groep

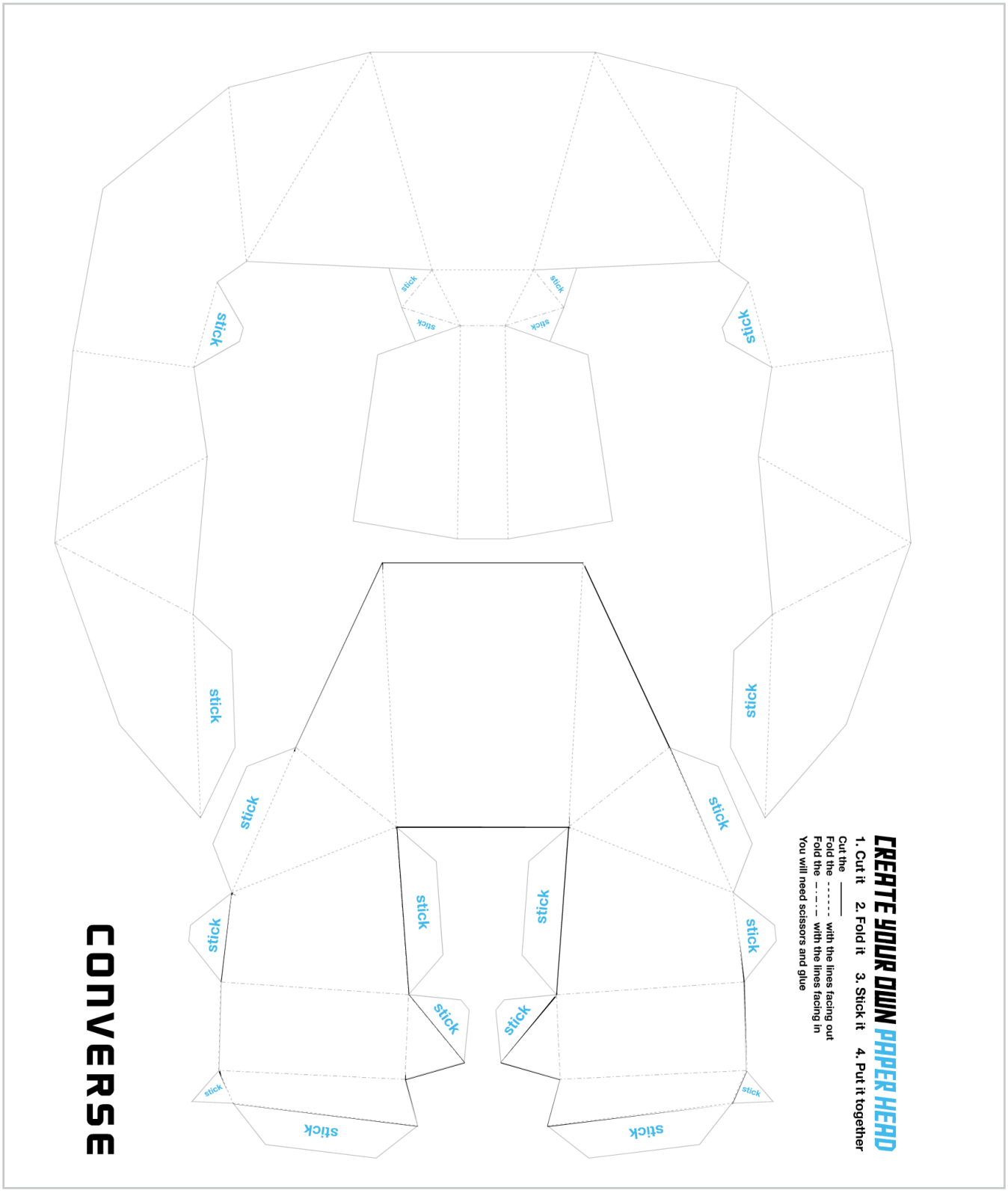
Hoe is het duidelijk dat er interactie mogelijk is?
Wat is het interactie-object? (de bediening)
Wat is het resultaat-object?

Informatie
Hoe brengt het object informatie over?
Wat is een geschikte hoeveelheid informatie?
Hoe maak je dingen inzichtelijk?

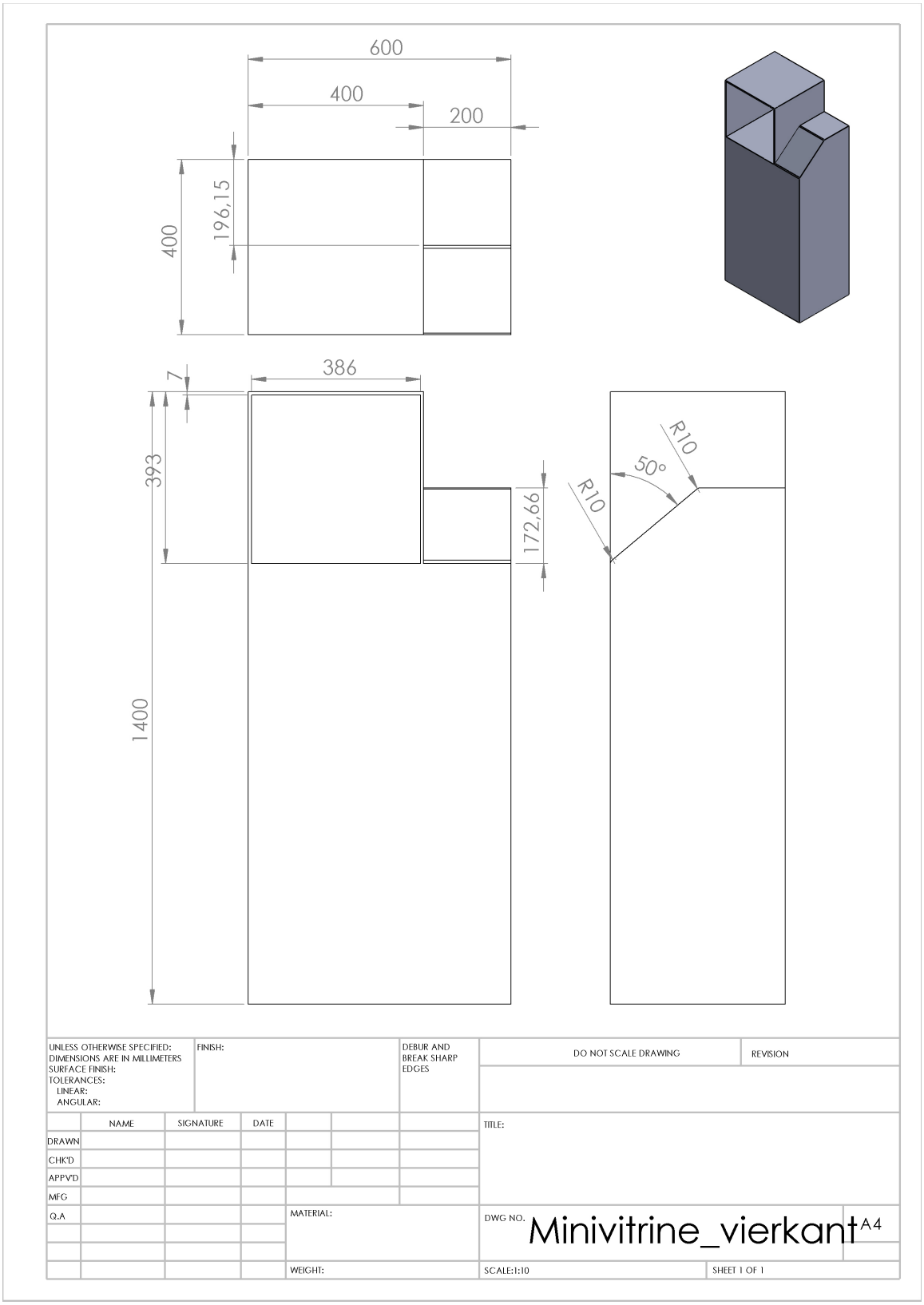
Installatie
Afmetingen?
Ruimte er omheen/ligging in museum?
Aantal personen?
Uiterlijk? (kleuren, vormen)

Overige
Wordt er iets over elektronica uitgelegd?
Hoe wordt er informatie gegeven over een bepaalde persoon(lijkheid)?

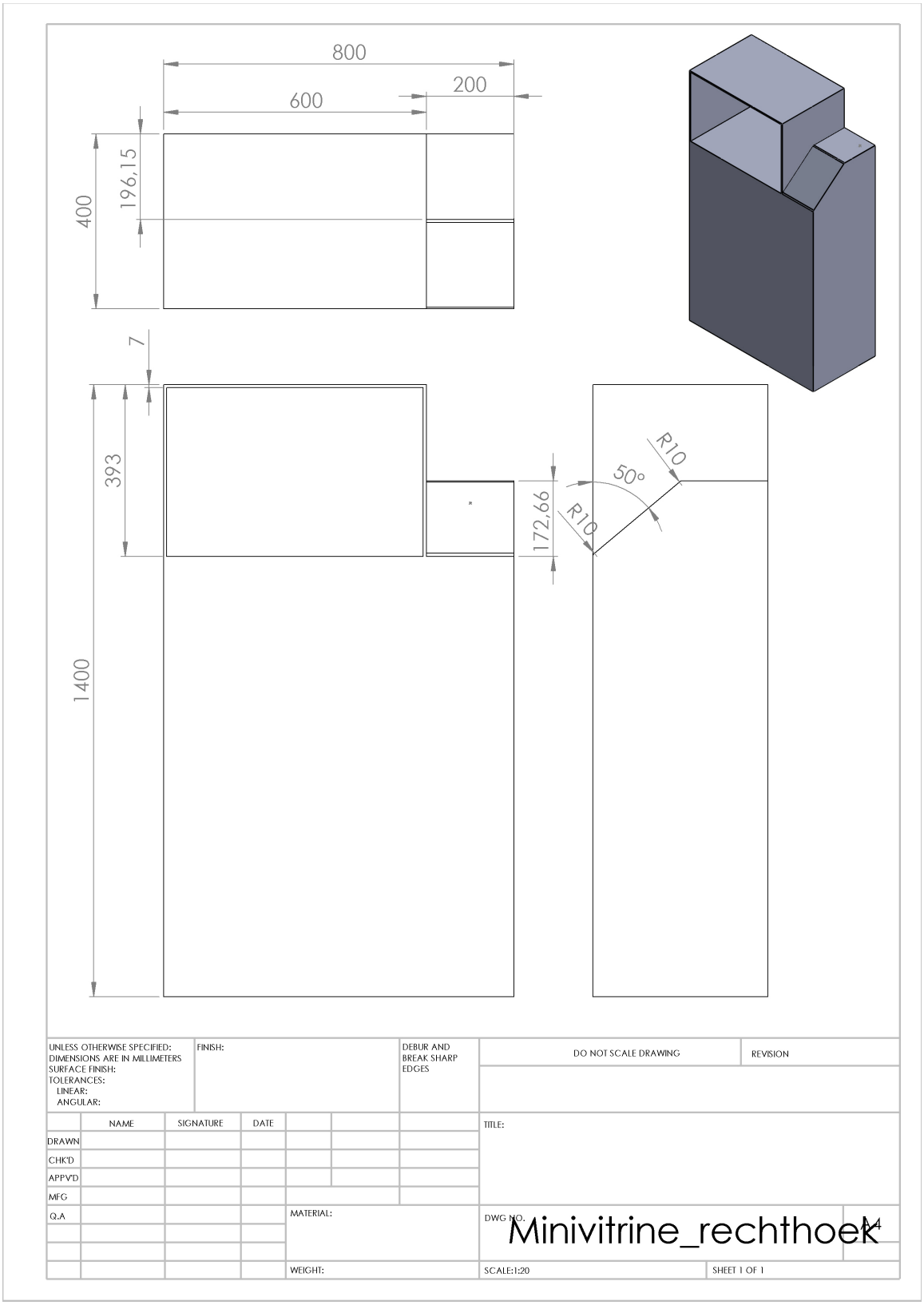
Bijlage E: Masker Converse



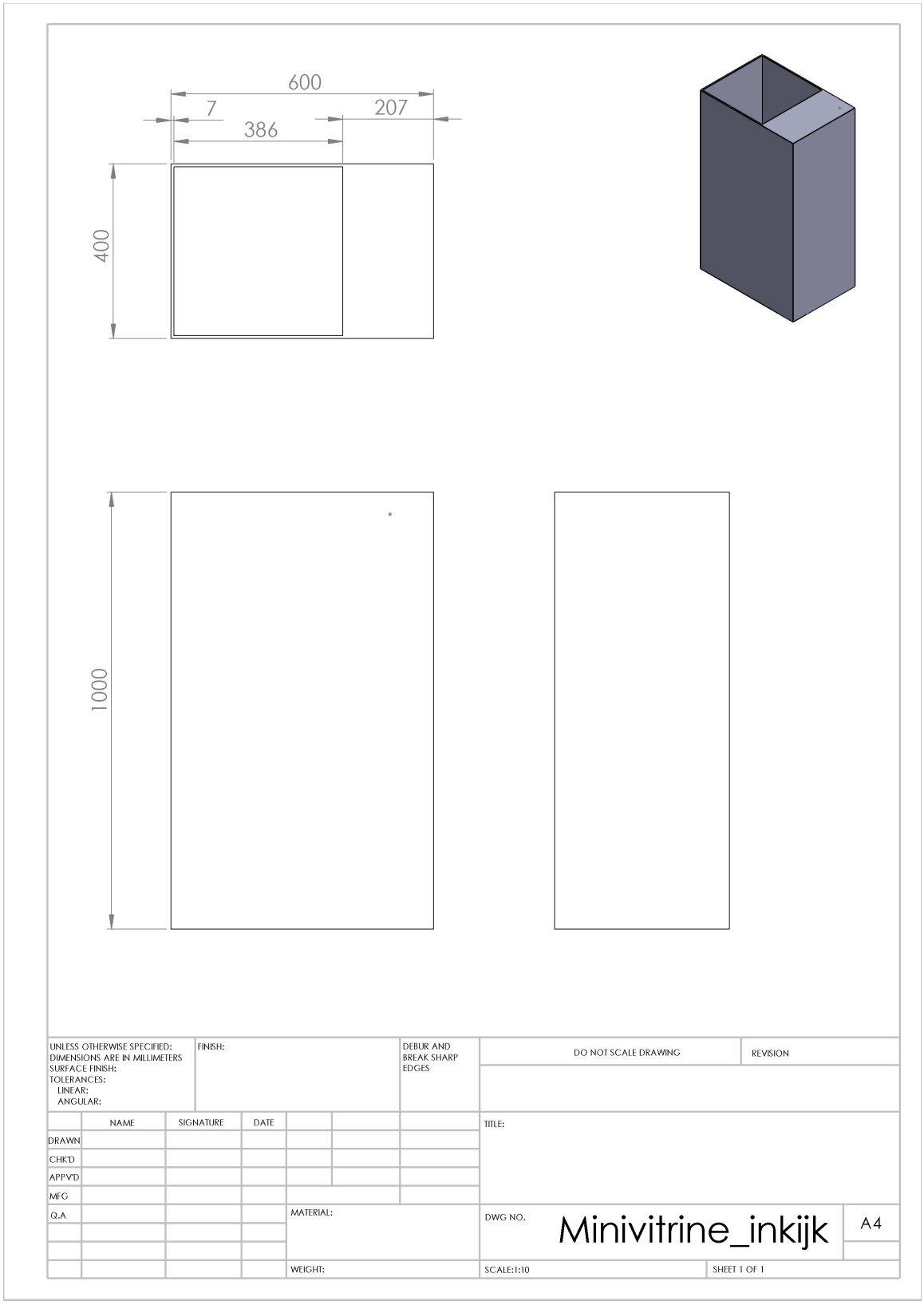
Bijlage F: Maattekeningen minivitrine vierkant



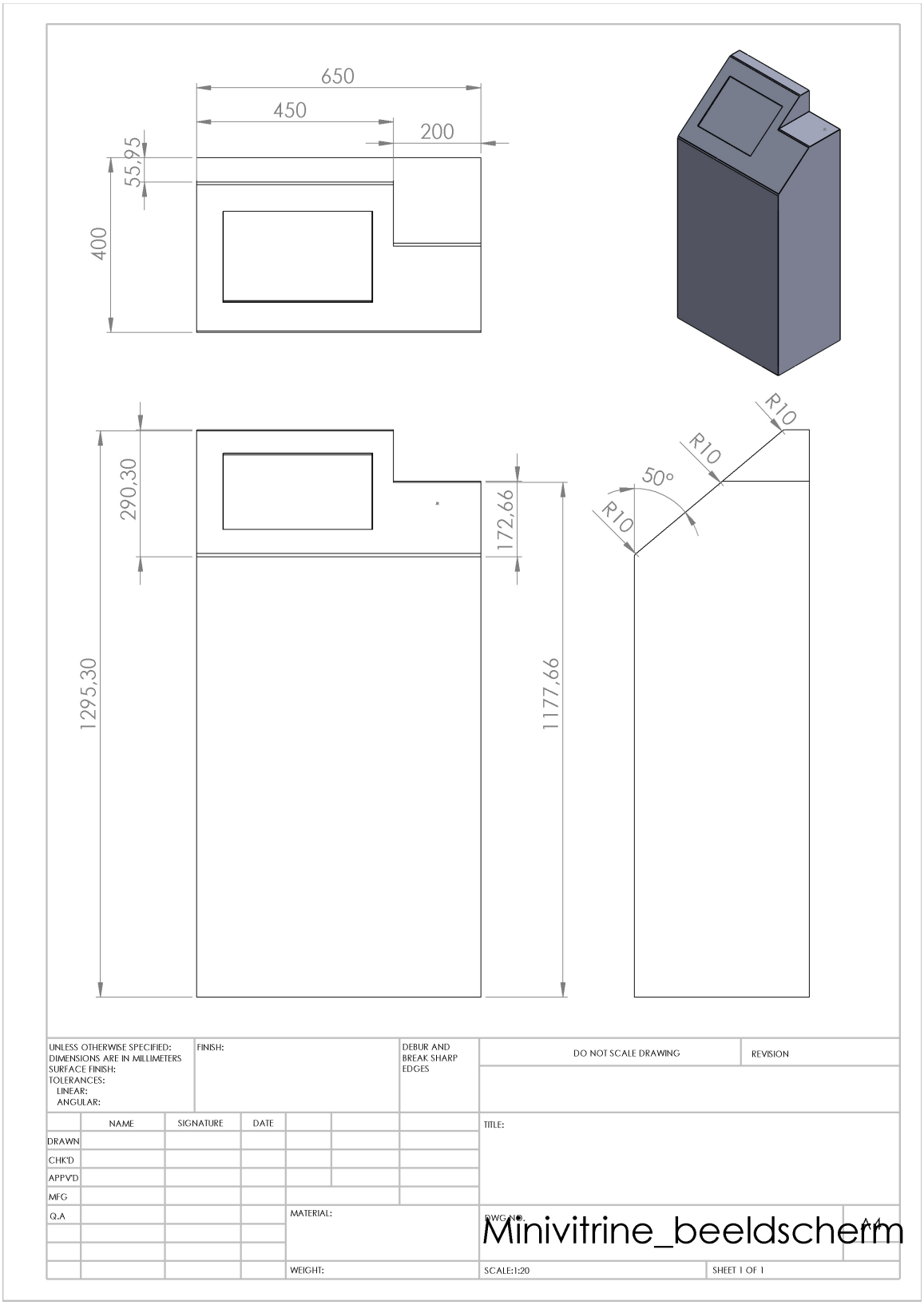
Maattekeningen minivitrine rechthoek



Maattekeningen minivitrine inkijk



Maattekeningen minivitrine beeldscherm



Bacheloropdracht Kay Hoogsteder