Peter Sikkens
S1004239

Bachelor Eindopdracht

Het Ontstaan van de Seizoenen

UT/IO - 30-Novermber-2012

Universiteit Twente
Opleiding Industrieel Ontwerpen
Postbus 217
7500 AE ENSCHEDE
tel. (053)4899111

Bachelor Eindopdracht
Peter Sikkens - s1004239

Bedrijf: Cosmos Sterrenwacht
Bedrijfsbegeleider: J.A. van Alsté
UTwente Begeleider: J.H.F Beeloo
Tweede examinator: M.C. Van der Voort

Inhoudsopgave

- Inleidend (7)
  - Actoren (8)
  - Projectkader (10)
  - Doelstelling (10)
  - Het Ontstaan van de Seizoenen (12)
- Vooronderzoek (14)
  - Concurrentieonderzoek (16)
  - Doelgroeponderzoek (18)
  - Omgevingsonderzoek (30)
  - Vormonderzoek (32)
  - Programma van Eisen (36)
- Ontwerp (38)
  - Ideeen (40)
  - Concepten (53)
  - Conceptdetaillering (74)
- Test (102)
  - Prototype (104)
  - Gebruikstest (106)
  - Aanpassingen (110)
- Eindontwerp (113)
  - Eindontwerp (114)
  - Kostenschatting (117)
- Conclusie & Discussie (119)
  - Conclusie (120)
  - Discussie (123)
- Bronnnen (124)
- Bijlagen (127)
  - A t/m G (128)

Inleiding

Elk jaar weer ervaren wij op aarde het komen en gaan van de vier seizoenen; lente, zomer, herfst en winter. Hoe fenomenen als deze ontstaan is niet altijd even simpel en is zeker geen basiskennis bij iedereen. Om dit gat in de kennis op te vullen hebben natuur-technische musea en (publieke) sterrenwachten een deel van hun educatieve aanbod gericht op het onstaan van de seizoenen op aarde.

Op dit moment bezit de Cosmos Sterrenwacht geen middelen om bezoekers zelfstandig te laten uitvogelen hoe de seizoenen op aarde ontstaan. Om dit gebrek op te lossen en dus het aanbod van de Sterrenwacht te Lattrop kwalitatief te verbeteren is door Cosmos de opdracht verstrekt voor het ontwerpen van een object, speciaal gericht op het voor de doelgroep inzichtelijk maken van het ontstaan van de seizoenen. Hiervoor zijn diverse onderzoeken uitgevoerd en verschillende ontwerpfasen doorlopen om tot een passend eindresultaat te komen.

Het proces en de resultaten van de omschreven bacheloropdracht vindt u in dit verslag.

1. Inleidend

Actoren

Hier staan alle belangrijke actoren (belanghebbenden) voor deze bachelor eindopdracht. Het specificeren van de actoren is van belang om de opdracht zo uit te kunnen voeren dat er naar de belangen van alle actoren wordt geluisterd. Tevens is een duidelijke specificatie nodig om de expertises van de actoren goed op een rij te hebben.

Cosmos Sterrenwacht

De Cosmos Sterrenwacht is de opdrachtgever bij deze Bachelor Eindopdracht. Cosmos wil dat het eindresultaat van de opdracht een toevoeging is aan hun huidige aanbod aan educatieve middelen. Dit nieuwe object zal gericht zijn op een specifiek onderwerp uit de sterrenkunde. De door Cosmos gehanteerde educatieve stijl is een zeer interactieve. De mening van de sterrenwacht is dat zowel kinderen als volwassenen het beste en meeste leren als er een hands-on benadering wordt gebruikt.

Expertise: De sterrenwacht is een kennisbron op het gebied van sterrenkunde.
Belangen: De sterrenwacht wil hun educatief aspect verbeteren. Doordat dat een kwalitatieve verbetering zal opleveren zal dit de status van de sterrenwacht verhogen. De nieuwe toevoeging mag niet teveel geld kosten.

Peter Sikkens

De afstudeerstudent die de Bachelor Eindopdracht Industrieel Ontwerpen zal uitvoeren. Peter Sikkens moet kennis vergaren over het sterrenkundig onderwerp waarvoor hij zal ontwerpen. Tevens zal hij onderzoek moeten doen naar hoe het educatieve aspect van de opdracht het best uitgevoerd kan worden. Mocht er tijd over zijn zal hij het ontworpen object realiseren voor de Cosmos Sterrenwacht.

Expertise: Peter Sikkens moet kundig zijn in Industrieel Ontwerpen. Bij deze opdracht is vooral het ontwerpen voor een specifieke doelgroep belangrijk.
Belangen: Het belangrijkste voor Peter Sikkens is succesvol afstuderen en de opdracht succesvol afronden. Hiernaast wil hij een goede indruk achterlaten de andere actoren.

Dr. Ir. Jan van Alsté

De directeur van de Cosmos Sterrenwacht. Dhr. Van Alsté is tevens contactpersoon van de sterrenwacht en de bedrijfsbegeleider van Peter Sikkens.

Expertise: Dhr. Van. Alsté is bekend met de gang van zaken bij de Cosmos Sterrenwacht. Hij weet hoe de sterrenwacht als bedrijf/onderneming opereert.
Belangen: De positie van de sterrenwacht verbeteren door educatief kwalitatieve verbeteringen. De belangen van de sterrenwacht behartigen.

Jeroen Beeloo
Docent aan de Universiteit Twente. Begeleider van Peter Sikkens vanuit de UTwente

Expertise: Jeroen Beeloo is universitair docent van de studie Industrieel Ontwerpen. Specifiek gericht op modelbouw en tekenen.
Belangen: De student die de opdracht zal uitvoeren begeleiden en hem ondersteunen in het behalen van een goed, succesvol eindresultaat.

Bezoekers van de sterrenwacht
De sterrenwacht trekt bezoekers met zeer diverse achtergronden, leeftijden en kennisniveaus. Zo komen er ouderen, volwassen en kinderen, elk met een andere educatieve en sociale achtergrond. Het eindresultaat van de Bachelor Eindopdracht moet gericht en afgestemd zijn op deze bezoekers.

Expertise: Geen.
Belangen: De bezoekers komen naar de sterrenwacht om meer te leren over sterrenkunde, gecombineerd met een leuk (mid)dagje uit.

Experts
Voor het verkrijgen van (juiste) informatie zijn er vele experts die benaderd kunnen worden. Bij experts valt te denken aan sterrenkundigen, docenten Industrieel Ontwerpen, kinderen.

Expertise: Divers.
Belangen: Geen.

Universiteit Twente
De UTwente is de overkoepelende organisatie achter de student en de opleiding Industrieel Ontwerpen.

Expertise: nvt.
Belangen: De UTwente wil dat studenten afstuderen met een zo goed mogelijk resultaat. Dit om een goede positie te behouden binnen de universitaire sector.

Projectkader

Cosmos is een compacte publiekssterrenwacht wat naast een observatorium ook beschikt over een planetarium, een filmzaal, een expositieruimte, een laboratorium, een sterrentuin en een klein openlucht theater aan de rivier de Dinkel. Het educeren van kinderen in basis- en voortgezet onderwijs is de belangrijkste doelstelling.

De sterrenwacht brengt informatie en kennis over door de bezoekers te laten interacteren met de krachten en fenomenen die het universum maken en bij elkaar houden. Leren door zelf te voelen en mee te maken is de gedachte. Hiernaast wordt er ook 'klassikale' les in gegeven. Dit in de vorm van powerpoint presentaties en het geprojecteerde planetarium. Vooral voor de hoofddoelgroep is het interactieve aspect wat hierbij komt kijken zeer belangrijk. Spelenderwijs pikken kinderen het meeste op en kunnen ze hun energie kwijt zonder hierbij verveeld te raken.

Het hoofddoel van de sterrenwacht is het verzorgen van sterrenkundige educatie van kinderen van basis en voorgezet onderwijs. Echter moet er ook voor volwassenen voldoende interessante informatie zijn. Alle onderwerpen die in het huidige educatieve aanbod van de Cosmos Sterrenwacht zitten worden voldoende begrepen door de diverse bezoekers van de sterrenwacht, op één onderwerp na. Over het algemeen vinden de bezoekers het ontstaan van seizoenen door het samenspel van de zon en aarde een lastig concept om te snappen. De Cosmos Sterrenwacht wil dat het huidige educatieve aanbod uitgebreid wordt met een object wat het ontbrekende stuk educatie invult.

Doelstelling

De Cosmos Sterrenwacht wil een nieuw object voor in hun expositieruimte(s). Dit object moet het samenspel van de zon en aarde inzichtelijk te maken. In het bijzonder het ontstaan van de seizoenen. Het doel van deze Bachelor Eindopdracht is het ontwerpen van dit object. Het eindresultaat is dus een onderbouwd ontwerp voor het nieuwe object voor de sterrenwacht. Dit bestaat uit globale maatekeningen en omschrijvingen van het object en haar onderdelen. De uitwerking moet zodanig zijn dat een of meerdere andere bedrijven aan de hand van die tekeningen en omschrijvingen het product kunnen realiseren.

Het eindproduct moet aansluiten bij de doelgroep, werkwijzen en stijl van Cosmos Sterrenwacht en mag vele vormen aannemen; bijvoorbeeld een digitale (leer)omgeving met grafische user interface (GUI) of een fysiek object waarmee fysieke interactie mogelijk is.

Dit alles zal gedaan worden door eerst een analyse te maken van de nodige sterrenkundige principes en de manieren om deze leerstof over te brengen op kinderen (en volwassenen). Vervolgens zal aan de hand van eisen en wensen een ontwerp worden gemaakt wat de functie goed kan vervullen. Als er een ontwerp gereed is zal dit moeten worden getest met de doelgroep om te bepalen of het voldoet aan alle gestelde eisen.

Het ontstaan van de Seizoenen

Niet iedereen is bekend met het ontstaan van de seizoenen. Omdat de principes van het ontstaan van de seizoenen ten grondslag liggen aan deze bachelor eindopdracht en kennis van het onderwerp dus noodzakelijk is voor het begrijpen van de opdracht zal hier worden verklaard hoe de vier seizoenen op aarde tot stand komen.

De seizoenen

De seizoenen die wij hier op aarde kennen zijn de lente, zomer, herfst en winter. De zomer in Nederland is met een gemiddelde temperatuur van 17,0 °C [bron 1.1] (gemeten in de periode 1981 – 2010) aanzienlijk warmer dan de gemiddelde winter met een temperatuur van 3,4 °C [bron 1.2] (zelfde periode). De lente en herfst zijn de overgangsseizoenen tussen respectievelijk winter en zomer, en zomer en winter.

Wat veroorzaakt de seizoenen?

De afstand tussen de zon en de aarde fluctueert regelmatig tussen de 146,6 en de 152,6 miljoen kilometer[bron 2]. In tegenstelling tot wat sommige mensen denken is de invloed van dit fenomeen op de temperatuur op aarde verwaarloosbaar klein. Het ontstaan van de seizoensverschillen op aarde heeft een andere oorzaak, namelijk de scheefstand van de aarde.

De as waar omheen de aarde roteert (de aardas), waardoor er een 24-uurs dag en nacht cyclus is, staat niet loodrecht op het vlak waarin de aarde om de zon draait. Als dit wel het geval zou zijn[afbeelding 1], zouden het hele jaar door geen verschillen zijn in de temperatuur. De inclinatie van de as waar omheen de aarde draait is 23,439 graden[bron 2]. Ten gevolge hiervan verschuift het gebied op aarde wat het dichts bij de zon staat gedurende een jaar. Zoals te zien in [afbeelding 2] is tijdens de Nederlands zomer de noordelijke helft van de aarde meer naar de zon toe gekeerd, waar dit tijdens de Nederlandse winter meer de zuidelijke helft is.

Hoe veroorzaakt dit de seizoenen?

Deze oorzaak van de seizoenen, de scheefstand van de aarde, heeft een tweetal fenomenen tot gevolg welke samen verantwoordelijk zijn voor het temperatuurverschil en de daarbij behorende diverse weersomstandigheden.

Doordat in de winter het noordelijk halfrond van de zon af is gekanteld zal de zon eerder onder gaan en later op komen dan 's zomers. Hierdoor is het tijdsbestek waarin het aardoppervlak per dag zonnestraling ontvangt korter en hierdoor is de temperatuur lager. De tweede reden voor het verschil tussen seizoenen is het feit dat door de scheefstand van de aarde, de zonnestraling 's zomers meer loodrecht op het aardoppervlak valt dan 's winter. Bij een vlakkere hoek wordt de zonnestraling verdeeld over een groter oppervlak. Ook hierdoor bereikt 's winters minder zonnestraling de aarde dan 's zomers.

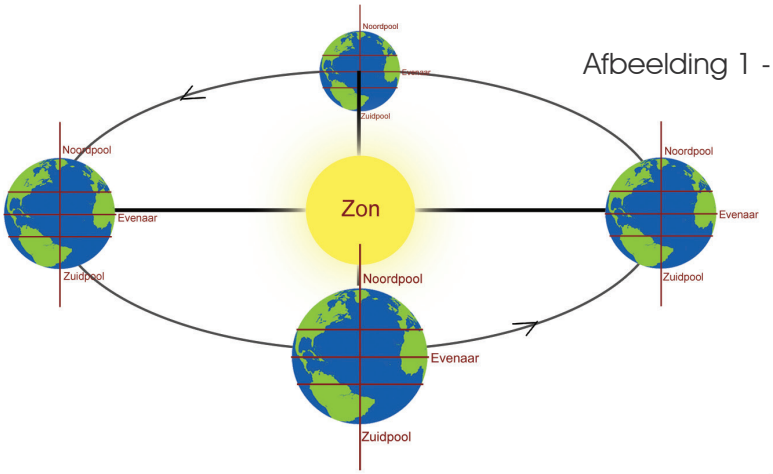
Zomer en Winter

Het begint van de zomer op het noordelijk halfrond is wanneer de aardas aan de noordzijde van de planeet precies in lijn staat met het horizontale centrum van de zon. De plaats waar de zonnestraling loodrecht op de aarde valt is op dat moment op zijn noordelijkst. De lijn door dit punt, parallel aan de evenaar, heet de Kreeftskeerkring. Het begin van de winter (op het noordelijk halfrond) is wanneer de aardas aan de zuidzijde van de planeet precies in lijn staat met het horizontale centrum van de zon. Het noordelijk halfrond is op dat moment het verst afgekeerd van de zon, welke dan recht boven de Steenbokskeerkring op het zuidelijk halfrond staat.

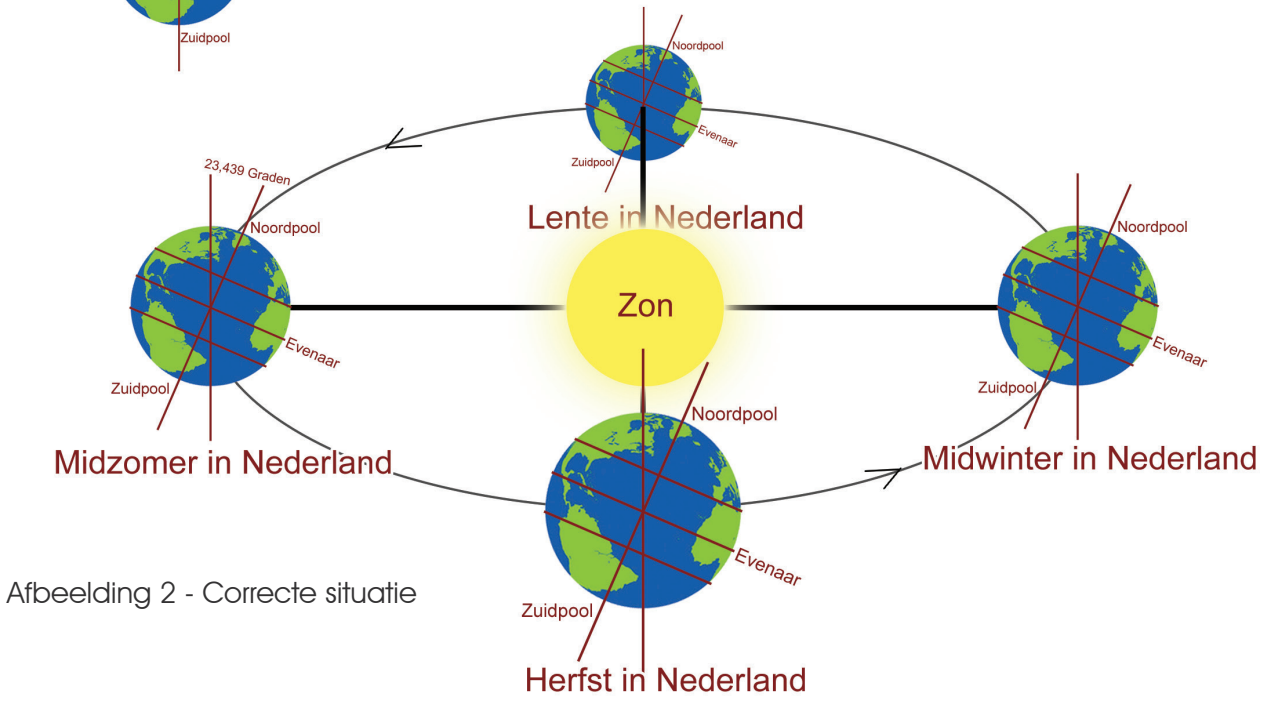
Lente en Herfst

De lente en de herfst beginnen op het moment, dat de zon recht boven de evenaar staat. Dit gebeurt dus twee keer per jaar. Als de lente begint op het noordelijk halfrond begint de herfst op het zuidelijk halfrond en omgekeerd.

Doordat wij het ontstaan van de seizoenen als mensen puur vanaf de aarde kunnen observeren is dit voor velen een redelijk abstract fenomeen. Dit maakt het voor veel mensen lastig om het volledig te begrijpen.



Afbeelding 1 - Incorrecte situatie



Afbeelding 2 - Correcte situatie

2. Vooronderzoek

Het is noodzakelijk om voorafgaand aan het daadwerkelijk ontwerpen van het object onderzoek uit te voeren. Tijdens dit onderzoek moet informatie gewonnen worden over diverse aspecten die komen kijken bij het ontwerp.

Eerst zal er onderzocht worden welke middelen er reeds bestaan/verkrijgbaar zijn waarmee het ontstaan van de seizoenen aan de doelgroep kan worden verklaard.

Vervolgens zal er onderzocht worden wat de doelgroep precies inhoudt. Dit onderzoek bestaat uit een literatuuronderzoek, gedragsobservaties van de doelgroep in een museumomgeving, een enquete over museumbezoeken, diverse scenario's over het gedrag en de dagelijkse bezigheden van de doelgroep en een onderzoek gericht op de grafische stijl zoals die gehanteerd worden in literatuur gericht op de doelgroep.

Hieropvolgend zal de omgeving van de doellocatie van het te ontwerpen object onderzocht worden.

Ten slotte zal er een vormonderzoek worden gehouden. Hier wordt gelet op welke vormen en kleuren aantrekkelijk worden gevonden door de doelgroep. Dit gebeurt middels een enquete met diverse afbeeldingen.

Deze vier hoofdonderzoeken vormen samen een goede basis van informatie om, in combinatie met directe eisen en wensen van de sterrenwacht, het Programma van Eisen en Wensen op te stellen. Dit PvE zal gebruikt worden bij het beoordelen van het object.

De resultaten van de vier onderzoeken zullen tevens tijdens het ontwerpproces gebruikt worden als inspiratiebron voor ideeen en als controle om ideeen en concepten te testen op bruikbaarheid en kwaliteit.

Concurrentieonderzoek

Om te weten te komen welke producten en methoden andere sterrenwachten gebruiken om het ontstaan van de seizoenen inzichtelijk te maken is er een kort onderzoek uitgevoerd. Bij dit onderzoek zal duidelijk worden welke methoden reeds bestaan, of deze aangepast kunnen worden voor gebruik in Cosmos Sterrenwacht of dat er een volledig nieuwe methode moet worden ontwikkeld. Voor het onderzoek zijn dertien Nederlandse sterrenwachten benaderd. Van deze dertien hebben de volgende vijf gereageerd:

- Sterrenwacht Hellendoorn
- Sterrenwacht Tweelingen Spijkernisse
- Volkssterrenwacht Amsterdam
- Sterrenwacht Copernicus
- Sterrenwacht Mercurius

De twee vragen die de sterrenwachten hebben beantwoord zijn als volgt:

1. Welke middelen gebruikt uw sterrenwacht om het ontstaan van de seizoenen inzichtelijk te maken?
2. Leveren deze middelen het beoogde resultaat?

De vragen zijn er op gericht te weten te komen welke middelen worden gebruikt om het ontstaan van de seizoenen uit te leggen en of deze middelen goed functioneren. De verkregen antwoorden staan in onderstaande tabel verwerkt. (Doordat sommige sterrenwachten meerdere technieken en producten gebruiken zijn er bij een vraag meer dan vijf antwoorden)

Welke middelen gebruikt uw sterrenwacht om het ontstaan van de seizoenen inzichtelijk te maken?	
Dia's	III
Tellurium	II
Lamp + Losse Aardbol	II
Animatie	I

Leveren deze middelen het beoogde resultaat?	
Ja	II (1x tellurium, 1x lamp + losse bol)
Nee	
Weet niet	III

Uit het onderzoek blijkt dat afbeeldingen en het tellurium het meest gebruikt worden, respectievelijk 3 en 2 keer. De lamp met een losse bol of globe wordt ook bij twee instellingen gebruikt echter wordt dit

middel vaker incidenteel gebruikt bij bijvoorbeeld minicursussen in scholen en is het niet opgenomen in het standaard programma.

Het gebruik van dia's en animaties is vaak in een presentatie setting. Hierbij wordt niet aan elke bezoeker achteraf gevraagd of de leerstof begrepen is. Hier wordt over het algemeen wel van uit gegaan, maar de controle ontbreekt.

Conclusie

De antwoorden die gegeven zijn op vraag twee zijn stuk voor stuk zonder onderbouwing. Geen van de vijf sterrenwachten heeft een goede controle op het overbrengen van de leerstof. Dit is echter van minder belang door de antwoorden op vraag 1: Wat uit alle reacties naar voren komt is dat de technieken en producten die gebruikt worden om het ontstaan van de seizoenen uit te leggen stuk voor stuk verbale uitleg nodig hebben. Gebruik van een tellurium of een diashow is nutteloos zonder adequate uitleg. Bij de Cosmos Sterrenwacht is verbale uitleg niet mogelijk. Het object moet op zichzelf de educatieve taak kunnen vervullen. Het gebruik van puur een tellurium of slide show is dan ook niet geschikt voor Cosmos Sterrenwacht.

Een zoektocht op internet naar middelen om het ontstaan van de seizoenen uit te leggen komt eveneens niet verder dan de middelen die hierboven reeds zijn omschreven: Het tellurium, afbeeldingen en het gebruik van een globe.

Er zal dus een nieuwe methode moeten worden ontwikkeld of een aanpassing worden gedaan om de huidige methoden volledig zonder verbale uitleg te kunnen gebruiken.

Tellurium[bron 3]

Doelgroeponderzoek

Om het ontwerp goed aan te kunnen laten sluiten op de doelgroep is het noodzakelijk onderzoek uit te voeren naar deze doelgroep. Er wordt onderzocht hoe de doelgroep werkt, leert en denkt en wat de doelgroep aantrekkelijk vindt. Met deze informatie valt een goed ontwerp te maken waarmee kinderen zelfstandig het ontstaan van de seizoenen kunnen leren. Er wordt voornamelijk gekeken naar de doelgroep in de context, in musea. De enige plaats waar de doelgroep in aanraking kan komen met het in eindproduct is namelijk in de sterrenwacht dus dat is de enige locatie waar het object goed tot zijn recht moet komen. Daarnaast zijn er minder omvangrijke delen van de onderzoeken gericht op de doelgroep in algemene omgevingen, los van musea of sterrenwachten. Dit om een beter beeld te krijgen van de dagelijkse bezigheden van kinderen.

De volgende subonderzoeken maken deel uit van het doelgroeponderzoek:

- Literatuuronderzoek
    - Hoe leert de mens, en hoe leert de doelgroep.

- Gedragsobservatie op locatie in musea
    - Dit om vast te stellen welke soorten gewenst en ongewenst gedrag de doelgroep vertoont binnen musea. Wat spreekt de doelgroep juist wel en juist niet aan?

- Scenario's over het gedrag van de doelgroep
    - Schetst een beeld van de doelgroep. Hoe ziet een dag van een persoon uit de doelgroep er normaliter uit? Zowel op locatie in een museum als thuis of op school.

- Doelgroep collage
    - Schetst op grafische wijze een beeld van de doelgroep.

- Enquête onder de doelgroep over museumbezoek
    - Bevat vragen over de frequentie van bezoeken en favoriete musea en activiteiten.

- Onderzoek van tijdschriften binnen het onderwerp, gericht op de doelgroep.
    - Onderzoek naar de grafische stijl gericht op de doelgroep.

Literatuuronderzoek

Om te kunnen begrijpen hoe de mens en specifieker de doelgroep leert is het noodzakelijk hier literatuuronderzoek naar te doen. Voor dit onderzoek zijn een tweetal belangrijke stromingen in het leren van mensen bekeken. De theorieën van Skinner en de theorieën van Piaget.

Skinner[bron 4]

Skinner's belangrijkste bijdrage aan de wetenschap van het leren is zijn theorie over operant conditioneren, een voortborduursel op de werken van E.L. Thorndike. Skinner stelt dat organismen waaronder de mens leren door middel van straf en beloning. Deze straffen en beloningen worden uitgereikt bij tonen van respectievelijk ongewenst en gewenst gedrag. Dit operant conditioneren van organismen vergroot de kans dat het organisme gewenst gedrag vertoont en verlaagt de kans op de aanwezigheid van ongewenst gedrag.

Deze theorie kan gebruikt worden bij het overbrengen van de leerstof op de doelgroep. Door bijvoorbeeld het belonen van gewenst gedrag kan er voor gezorgd worden dat de gebruikers het gewenste gedrag blijven vertonen en zo (onbewust) aangemoedigd worden de stof beter tot zich te nemen. Andersom kan het bestraffen van ongewenst gedrag ook helpen.

Piaget[bron 5]

Piaget heeft het vergaren van kennis opgedeeld in drie mechanismen: assimileren en accomoderen onder invloed van equilibratie. Bij assimileren wordt het meemaken van een gebeurtenis (in de breedste vorm) gecategoriseerd aan de hand van de bestaande notie. Bij accomoderen wordt deze bestaande notie van een object of begrip aangepast door het zien of meemaken van specifieke objecten of gebeurtenissen. De balans tussen deze twee mechanismen wordt onder controle gehouden door equilibratie.

De ontwikkeling van een mens vanaf de geboorte is door Piaget opgedeeld in 4 fases. De sensomotorische(0-2 jaar), de preoperationele(2-6), de concreet operationele (6-11) en de formeel operationele fase (11 en ouder). De doelgroep van deze bacheloropdracht bevindt zich in de laatst genoemde fase. Deze fase kenmerkt zich door de komst van het abstracte denken. Kinderen van 11 jaar en ouder kunnen redelijk geabstraheerde processen en gebeurtenissen begrijpen en omzetten naar een denkbeeld van de werkelijkheid. Ook leren kinderen in de formeel operationele fase de beginselen van de wetenschappelijke methode van leren. Experimenteren en conclusies trekken.

De hier omschreven theorieën worden gebruikt bij de ontwerpfasen om met name het leerproces wat plaats moet vinden bij/door het object goed af te stemmen op de doelgroep.

Gedragsobservatie

Om de eigenschappen van 12 jarigen, de doelgroep, vast te stellen is er een tweetal verschillende gedragsonderzoeken uitgevoerd. Ten eerste is er een bezoek gebracht aan Naturalis te Leiden en het NEMO Science Center te Amsterdam. Het tweede onderzoek vergelijkt observaties uit de musea met ervaringen van docenten. Naturalis is een groot museum met veel ervaring met excursies van scholen en het organiseren van passende programma's voor de doelgroep. NEMO is speciaal gericht op interactie tussen kind en natuur/techniek. Om deze redenen zijn Naturalis en NEMO gekozen voor dit onderzoek. In beide musea is naar twee zaken gekeken. Ten eerste de stijl van het museum, met daarbij de kleuren, taalgebruik, looproutes, indeling etcetera. Ten tweede het gedrag van de bezoekers. Welke onderwerpen trekken veel bekijks, welke juist niet, welke objecten trekken de aandacht? Houden de objecten de aandacht vast? Een selectie van deze observaties van de doelgroep staan hieronder in de tabel weergegeven. De rest is te vinden in bijlage A. De voor de selectie gekozen observaties zijn de belangrijkste factoren uit de lijst die verantwoordelijk zijn voor het overdragen van leerstof en het vasthouden van de aandacht.

Bij het observeren is van een afstand naar de bezoekers gekeken en bijgehouden welke aspecten positieve of negatieve reacties opwekken. Hierbij is rekening met het aantal keer dat de doelgroep positief of negatief reageert op een onderdeel van de exposities. Hoe vaker, hoe algemener de observatie geldt voor de hele doelgroep.

Science Center NEMO te Amsterdam
Zelf een aanpassing maken aan een systeem en dan zien wat de gevolgen zijn is een effectief leermiddel.
Niet ergens naar kijken of een bord lezen, maar zelf doen.
Deelname zorgt voor een beter begrip van de leerstof.
Interactie, zelf doen, zelf oorzaak en gevolg. Interessant.

NCB Naturalis Natuurhistorisch Museum te Leiden
Dingen aanraken, voelen trekt veel kinderen aan.
Kinderen blijven lang stilstaan bij opmerkelijke, opvallende zaken/objecten.
Tekst moet afgestemd zijn op de doelgroep. Woordgebruik.
Tekst moet afgestemd zijn op de doelgroep. Zinslengte en tekstlengte.
Lijsten zijn kort, bondig en verstrekken veel informatie.
Vergelijkingen maken veel duidelijk. A is groter dan B, maar B is groter dan C. Maakt dingen goed inzichtelijk.
Een beloning krijgen voor het volbrengen van een opdracht of speurtocht zorgt voor betere resultaten en meer enthousiastme.

Volgend op de museumbezoeken zijn er gesprekken gehouden met meerdere docenten van middelbare basisschool RSG Magister Alvinus te Sneek. De observaties zijn voorgelegd aan de docenten en er is ze gevraagd commentaar te geven. De docenten bevestigen de observaties van het gedrag van 12 jarigen. Voor een deel gebruiken zij bij het lesgeven dezelfde technieken als hiervoor beschreven om leerstof over te brengen op de kinderen.

Conclusie

Uit de observaties blijkt dat interactieve deelname in welke vorm dan ook een belangrijk aspect is van een object wat effectief is in het halen van de doelen. Belangrijk is dus niet alleen het aantrekken van de doelgroep maar het bij het object vasthouden van de aandacht. Daarnaast is het afstemmen van taalgebruik en de opbouw van de uitleg van groot belang.

Scenario's

Om een beter beeld te kunnen krijgen van het gedrag van de doelgroep zijn er een aantal scenario's geschreven. De eerste twee gaan over twee personen uit de doelgroep die een bezoek brengen aan een museum. Een over een kind wat van nature niet zo snel geinteresseerd is door het onderwerp, en een over een kind wat van nature juist wel geinteresseerd is. Hierdoor wordt het duidelijk wat er nodig is om interesse te wekken bij álle personen uit de doelgroep. Scenario drie gaat over twee kinderen, los van een museumsetting. De scenario's zijn gebaseerd op de bezoeken aan basisschool St. Maarten te Bolsward en de beide musea te Leiden en Amsterdam.

Zo wordt er een beeld geschetst zowel in een museum als daarbuiten. Deze scenario's in het achterhoofd worden gehouden tijdens het ontwerpproces worden gebruikt ter controle van het eindontwerp.

Doelgroepscenario 1 - Kim

Samen met haar hele klas, juf Anna en assistent Frits is de 12 jaar oude Kim op weg naar een of ander museum, ze weet niet eens echt goed welke. Het is de op een na laatste excursie van het jaar, over anderhalve maand gaan ze alweer op kamp naar de bossen. Zelf heeft ze niet zo'n zin in vandaag; gelukkig zijn al haar vriendinnen mee. Als ze na een ellenlange busreis aankomen blijkt dat het een saai museum over wetenschap is. "Dan moeten we straks zeker weer luisteren naar die verhalen over vroeger en hoe goed wetenschap wel niet is enzo.." zegt ze tegen haar beste vriendin Margje. Als de hele klas eindelijk binnen is kunnen ze vrij snel door naar een korte rondleiding langs een aantal bijzondere wetenschappelijke experimenten die enthousiast worden gedemonstreerd. Kim zit het grootste deel van de tijd voor zich uit te staren op een bankje achter de groep. Pas als er een aantal grote bliksemschichten door de zaal vliegen is haar aandacht er ook bij. "Woooow, vet eng!" roept ze . Door de schrik liet ze bijna haar telefoon vallen. Na de rondleiding mag iedereen zelfstandig door het museum lopen. Na dat spannende experiment valt alles wel een beetje tegen. Een paar museumobjecten later, en een paar informatiebordjes verder heeft ze het wel gezien. Met haar vriendinnen wacht kijkt ze nog wat in het winkeltje en wacht de rest van de tijd uit in het restaurant.

Doelgroepscenario 2 - Sander

Eindelijk is het weer zaterdag. Sander is nog maar 11 jaar oud maar hij weet al meer van wetenschap, natuur en techniek dan de meeste kinderen van zijn leeftijd. Om de week gaat hij op zaterdag met zijn opa en oma iets leuks doen. Zijn opa was vroeger astronoom, dus Sander vindt het altijd maar al te leuk als opa een activiteit in die richting kiest, want hij kan zo leuk verhalen vertellen. Oma vind het allemaal wel best. Waar ze ook heen gaan, oma geniet als ze opa en Sander vrolijk en enthousiast bezig ziet. Ze stappen in de auto, op weg naar een klein maar leuk museum een klein half uurtje verderop. In het museum weet opa bij alles wel een anekdote te vertellen waar niet alleen Sander maar ook oma aandachtig naar luistert. Elk object, elk verhaal vindt Sander interessant. Vooral ook de dingen waar je aan mag zitten en zelf mee mag experimenteren zijn leuk. Dan zie je ze ook eens echt van dichtbij. Sander vindt alles zelfs zo interessant dat het alweer bijna sluitingstijd is. Als allerlaatste verlaat hij met opa en oma het museum. Snel terug naar huis, warm eten en dan lekker voor de buis met een kop chocolademelk.

Doelgroepscenario 3 (Los van museum)

De wekker gaat. Vrijdag ochtend, kwart voor zeven. Tweeling Julia en Daan moeten nog een halve dag naar school en dan is het eindelijk weer weekend. Julia staat vanochtend lang onder de douche, dus Daan kijkt nog maar even op het rooster. "Kut. Aardrijkskunde, een blokuur wiskunde, en dan ook nog Duits." Roept hij door de badkamerdeur. Snel nog even Facebook checken, vlug douchen en ontbijten. Ze hebben allebei 's ochtends totaal geen honger. Het zal wel in de genen zitten. Gelukkig is het buiten droog, dus samen de 5 km fietsen valt nog wel mee. Ze zitten bij elkaar in de klas, wat de lessen een flink stuk leuker maakt, maar ze hebben in dit eerste jaar ieder ook een hechte vriendengroep opgebouwd. Na school fietsen ze in aparte groepen weer naar huis. Julia gaat met haar vriendinnen cupcakes bakken voor de filmavond vanavond, en Daan gaat op zolder met twee vrienden gamen op de Playstation 3. Oh, het is al 5 uur, Mythbusters begint. Een programma waar ze allebei graag naar kijken. Etenstijd. De vrienden van Daan zijn al weer naar huis toe, net als een van de drie vriendinnen van Julia. De andere twee blijven pannenkoeken eten. 's Avonds kijken ze met z'n allen op de bank de nieuwe film die Daan gisteren gedownload heeft.

Conclusie

Er kan geconcludeerd worden dat er zeer veel variatie binnen de doelgroep is. De interesses, activiteiten en het gedrag wisselen sterk van persoon tot persoon. De huidige jeugd is, net als elke generatie, anders qua stijl dan de volwassenen. Het taalgebruik is kenmerkend voor de jeugd, zowel qua niveau als qua woordkeuze. Ook kan de doelgroep zeer goed overweg met moderne techniek en apparaten.

Doelgroepcollage

Collage Doelgroep

Om de scenario's te ondersteunen is een collage gemaakt van de doelgroep. Deze schetst net als de scenario's zelf een beeld van de doelgroep.

Bron 9

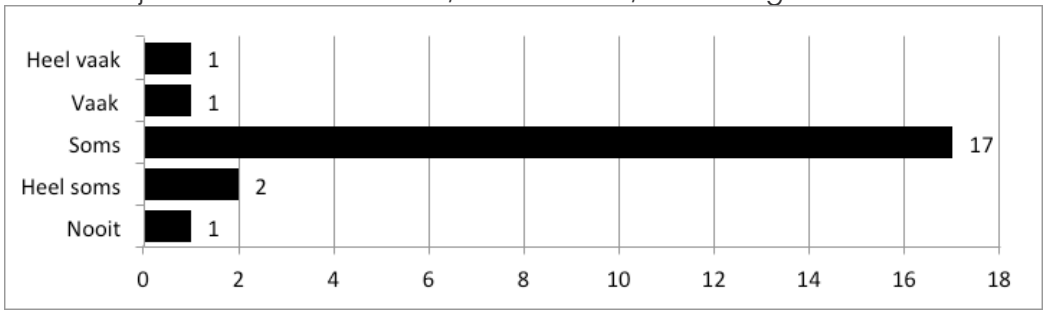
Enquête

Het tweede doelgroeponderzoek betreft een enquête over de museumervaringen van de doelgroep. Deze enquete is afgenomen bij een groep 7/8 klas met 26 respondenten van de Sint Maarten basisschool te Bolsward. Gemiddelde leeftijd: 11,0 jaar. Verdeling: 12 Jongens, 14 Meisjes.

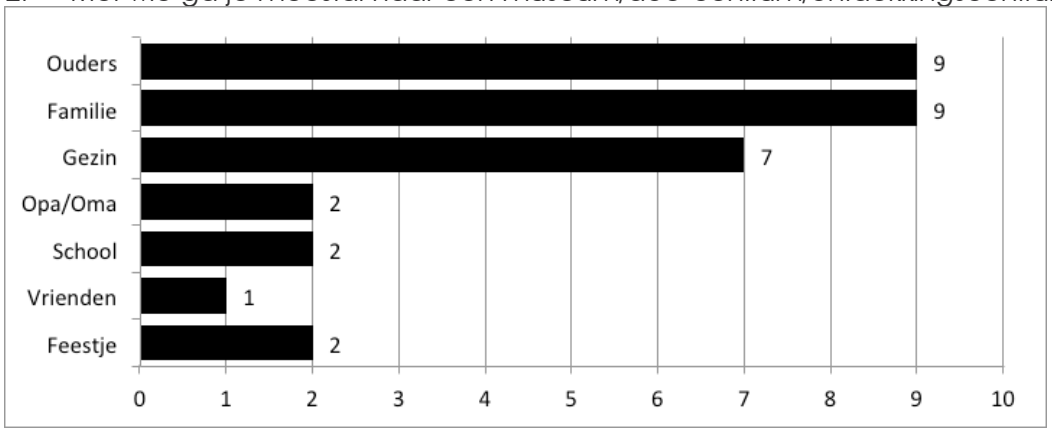
De vragen in deze enquête zijn erop gericht informatie te krijgen over de setting waarin kinderen in een museum komen (alleen, met ouders, etc), welke musea het leukst gevonden worden, welke het minst leuk, en waarom dit zo is. Hieruit valt te leren wat er niet en juist wel goed is aan het huidige museumaanbod. Deze informatie zal gebruikt worden om het ontwerp beter te kunnen laten aansluiten op de interesses en ervaringen van de doelgroep.

Onder staat een samenvatting van de resultaten van de enquête; de volledige resultaten zijn te vinden in de bijlage. Alleen de min of meer gesloten vragen hebben de selectie gehaald. Een totaaloverzicht van alle vragen en antwoorden staat in bijlage B.

1. Kom je vaak in een museum/doe-centrum/ontdekkingscentrum?



2. Met wie ga je meestal naar een museum/doe-centrum/ontdekkingscentrum?



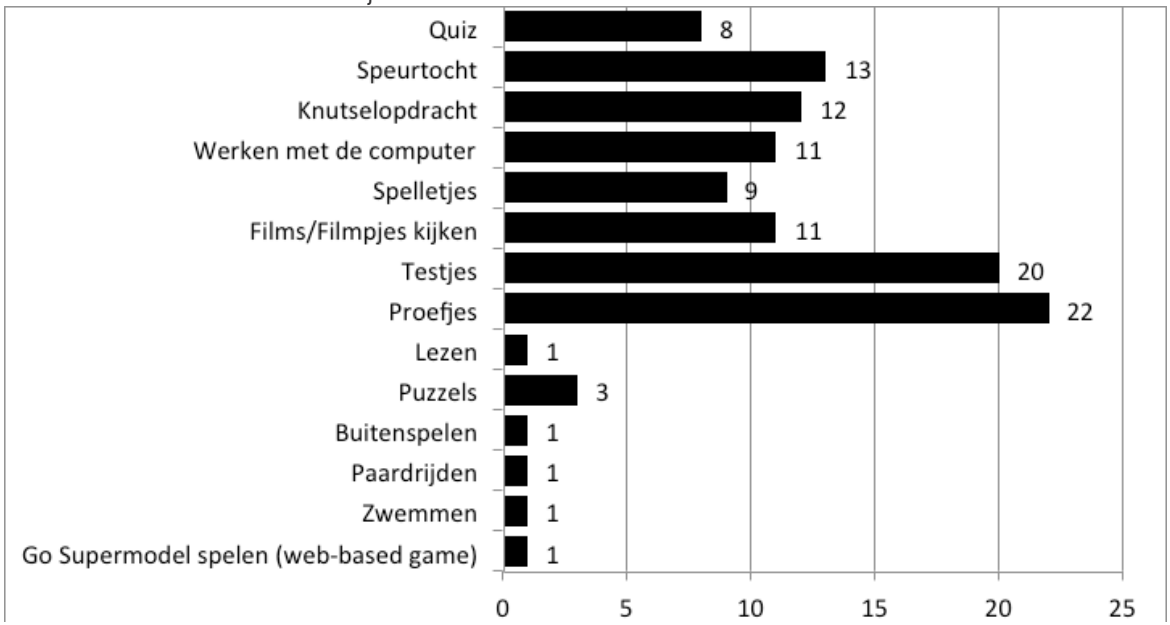
13. Ben je geinteresseerd in de ruimte, de sterren en planeten? Waarom wel/niet?

Ja	15
Nee	11

14. Weet je hoe de seizoenen (Lente, zomer, herfst en winter) ontstaan? Zo ja, hoe?

Ja	8	Aantal Volledig Correct	1
Nee	16	Aantal gedeeltelijk correct	4
Blanco	2	Aantal Fout	3

15. Welke activiteiten vind je het leukst?



Conclusie

Uit de enquête komt naar voren dat de meeste bezoeken aan musea in kleine groepen gebeurt. Met ouders, opa en oma of het gezin. Als er echter met school of in een andere groepssetting wordt gegaan is de groep aanzienlijk groter. De meeste groepsbezoeken zijn dus kleine groepen, maar de meeste individuele bezoekers uit de doelgroep komen in groot groepsverband. Hier moet rekening mee worden gehouden in het ontwerp.

Verder blijkt uit alle vragen dat de doelgroep behoefte heeft aan activiteit. Simpelweg bordjes lezen en langs objecten lopen wordt zoveel mogelijk vermeden. Vraag 15 leert dat vooral experimenten (proefjes en testjes) en de opdrachtgerelateerde onderdelen (quiz, speurtoch, knutselopdachten) goed scoren. Op een iets lagere maar niet onbelangrijke plaats staan de beeldende verhaal onderdelen. Het kijken naar filmpjes/foto's (en uit eerdere vragen) het luisteren naar verhalen. Lezen en moeten wachten scoren over het algemeen zeer slecht.

Tijdschriftonderzoek

Er is gekeken naar de stijl van een tweetal schriftelijke uitgaven gericht op kinderen in de doelgroepleeftijd. Deze tijdschriften zijn Kidzperiment en de Kidz Museum Gidz. Bij het onderzoek is er gelet op gelijkenissen en verschillen tussen de beide kindertijdschriften. De kenmerken die in beide kindertijdschriften voorkomen worden hier gezien als succesvol in het wekken van interesse, het aantrekken van de doelgroep en het overdragen van leerstof. Dit is van belang om de aandacht van de doelgroep te trekken en te houden.

Kidz Museum Gidz 2012 (door FC Klap)

Veel kleur
Schreeuwend
Vrolijke sfeer
"hip" taalgebruik
Quizjes, proefjes, experimentjes, testjes
Stappenplannen, processen
Strips (van foto's)
Achtergrond steeds zelfde opmaak, andere kleur
Schreeuwende koppen
Aandachttrekkend
Hele magazine is een grote comic
Grote letters
Doe-dingen
Knallend
Veel foto's
Iets fletser dan "Kidzperiment"

"Doe dingen"
"Stappenplan, processen"

"Veel foto's"
"Stripverhaal, comic"

"Fletsere kleurstelling"
"Schreeuwende koppen"

Kidszperiment (door FC Klap):

Veel kleur
Schreeuwend uiterlijk
Vrolijke sfeer
"hip" taalgebruik
Quizjes, proefjes, experimentjes
Elke pagina anders en nieuwe opmaak-stijl
Veel afbeeldingen
Veel vul-afbeeldingen (zonder doel)
Icoon-achtige afbeeldingen
Constant wisselende lettertypes
Kinderen serieus nemen, volwassen dingen laten doen.
Kinderen het gevoel geven met echte wetenschap bezig te zijn
Grappige afbeeldingen
Verhalen van andere kinderen, interviews
Simpele vormen
Grote letters
Doe-dingen

"Kinderen het gevoel geven met echte wetenschap bezig te zijn"

"Icoon-achtige afbeeldingen"
"Grappige afbeeldingen"

"Simpele vormen"
"Quizjes, proefjes, experimentjes"

Conclusie

Beide op kinderen gerichte tijdschriften trekken erg de aandacht. Nergens is er simpele saaie tekst te vinden. De tekst is of omgeven door schreeuwend grafische vormgeving, of is zelf schreeuwend in grafische vormgeving. Daarnaast is nergens precies dezelfde stijl terug te vinden. De hoofdlijnen zijn steeds hetzelfde, maar de fijne uitwerking is steeds anders. Dit houd de aandacht van de doelgroep bij de tekst.

Omgevingsonderzoek

Naast een drietal doelgroepscenario's zijn er ook twee omgevingsscenario's gemaakt. Een scenario gebaseerd op Cosmos Sterrenwacht en een gebaseerd op grotere musea als NEMO en Naturalis. De twee scenario's gaan over het uiterlijk van het museum, de locatie, de sfeer en de inhoud. Met deze scenario's kan een goed beeld worden gevormd van wat er wel (klein museum) en niet (groot museum) past bij de sterrenwacht. Het tweede scenario lijkt nutteloos maar het draagt zeker bij. Zonder duidelijk te hebben wat er niet bij de sterrenwacht past is er namelijk niet te weten wat er juist wel goed bij past.

Omgevingsscenario 1 – Klein museum

In een niet al te groot gebouw in een landelijke omgeving zit een compact museum. Alles is laagbouw, met veel groen en open ruimte. Binnen zet de zachtaardige sfeer zich voort. Een simpele welkomstruimte met kassa en de doorgang naar de tentoonstellingen. In de hoek zit een wat ouder echtpaar met hun kleinkinderen koffie en fris te drinken en naast de kassa staat een pilaar met folders over de omgeving en het museum zelf. De tentoongestelde objecten variëren van een paar oude instrumenten tot bijzondere stenen tot videobeelden over verscheidene onderwerpen. Er zitten hele leuke dingen tussen, maar het is wel wat ongeorganiseerd. Een lijn is niet echt te ontdekken. In een setting met een rondleiding of een georganiseerde dag is dit echter beduidend beter. Schoolklassen en groepsactiviteiten zijn altijd leuk en laagdrempelig georganiseerd en barsten van gezelligheid.

Omgevingsscenario 2 – Groot museum

Midden in een grote stad zit een museum, in een gloednieuw, door een team bekende architecten ontworpen gebouw. Zes verdiepingen vol verdieping in oude en moderne wetenschap en techniek. In feite is het volledige interieur van het museum een grote tentoonstelling. Opgezet in een strakke lijn, door een team bestaande uit mensen uit de marketing, techniek, pedagogiek en interieurarchitectuur. Het hele museum is zelfstandig te bezoeker. Voor iedere leeftijd is er wat wils. Het staat stampvol maar zo voelt het niet. Overal waar je loopt of kijkt is iets te vinden en toch is alles overzichtelijk en duidelijk.

Van de twee omgevingsscenario's is het eerste aanzienlijk meer van toepassing op deze bacheloropdracht dan het tweede. Dit eerste scenario schetst een goed beeld van de Cosmos Sterrenwacht.

Conclusie

Omgevingsscenario 2, het grote museum, is niet van toepassing op de Cosmos Sterrenwacht. Scenario 1 daarentegen is juist wel van toepassing op de sterrenwacht. Er is nu een duidelijker beeld geschetst van welke omgevings- en locatiefactoren wel en niet bij de Cosmos Sterrenwacht passen.

Collage Omgeving

Om de scenario's te ondersteunen is een collage gemaakt van de omgeving van Cosmos Sterrenwacht. Deze schetst net als de scenario's zelf een beeld van de omgeving van het museum.

Vormonderzoek

Om er achter te komen welke vormen en kleuren de toekomstige gebruiker juist wel en juist niet aanspreken is er een vormonderzoek gedaan. De 7 respondenten (uit de doelgroep) kregen ieder 9 afbeeldingen te zien. Er werd gevraagd de afbeelding een cijfer te geven en aan te duiden welke factoren het meest en minst aanspreken. De voor het onderzoek gekozen afbeeldingen zijn gerelateerd aan het heelal, sterrenwachten en science fiction. De eerste twee onderwerpen spreken bij deze opdracht voor zich. Science fiction is aan deze serie toegevoegd omdat er in science fiction vaak ruimtetaferelen worden gebruikt. Door films, televisie en boeken komt de doelgroep redelijk vaak in aanmerking met deze taferelen. Het is voor veel respondenten dus al een link naar de leerstof. Om deze reden zijn er, naast de andere twee onderwerpen, science fiction afbeeldingen gebruikt voor het vormonderzoek. Doordat veel van de afbeeldingen in dezelfde stijl zijn is beter te bepalen welke specifieke eigenschappen van de afbeeldingen de respondenten aanspreken in plaats van dat de respondenten letten afbeeldingen in het algemeen. De respondenten worden zo meer gedwongen naar details van de afbeeldingen te kijken.

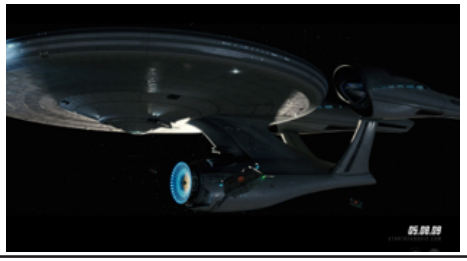
Dit is natuurlijk een onderzoek met een zeer beperkt aantal respondenten. Het is dus zeker geen gegeven dat de resultaten in een onderzoek van dit formaat in algemene zin geldend zijn. Toch geeft het onderzoek een redelijk overzicht van de meningen die de respondenten hebben over de afbeeldingen.

Over alle afbeeldingen werden steeds dezelfde vragen gesteld:

- Hoeveel spreekt deze afbeelding je aan, vooral als je let op vormen en kleuren in de afbeelding? (1 = Helemaal niet, 10 = Heel veel)
- Welke drie dingen spreken je het meeste aan in deze afbeelding? (Vormen, kleuren, onderdelen uit de afbeelding)
- Welke drie dingen spreken je het minste aan in deze afbeelding? (Vormen, kleuren, onderdelen uit de afbeelding)

Afbeelding	Gemiddelde cijfer
1	7,43
2	5,57
3	5,42
4	7,00
5	6,93
6	7,79
7	6,50
8	7,64
9	7,29

Conclusie

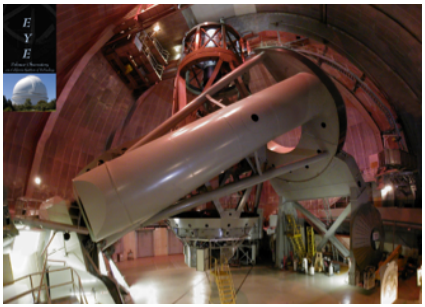
	
Afbeelding 6	Afbeelding 8

Uit de gemiddelde cijfers is op te maken dat afbeeldingen 6 en 8 het beste scoren van de negen afbeeldingen. Deze twee afbeeldingen spreken de respondenten dus het meeste aan.

Afbeeldingen 6 en 8 hebben een aantal grote overeenkomsten. De afbeeldingen zijn grotendeels donker, met een select aantal lichtere plekken. Deze plekken hebben door de fel blauwe/witte kleuren een sterk contrast met de rest van de afbeelding.

De respondenten pikken deze eigenschappen er ook uit als meest aantrekkelijk. De meest aansprekende aspecten van afbeeldingen 6 en 8 staan in de volgende tabel (alleen als het aspect 3 keer of vaker genoemd wordt)

Afbeelding	**Aspect**	**Aantal Meldingen**
6	Blauwe motor schijf	7
	Ronde schijf vorm	5
8	Blauwe kleur	5
	Cirkelvorm waar blauwe licht uit komt	4
	Witte lampen	3

	
Afbeelding 2	Afbeelding 3

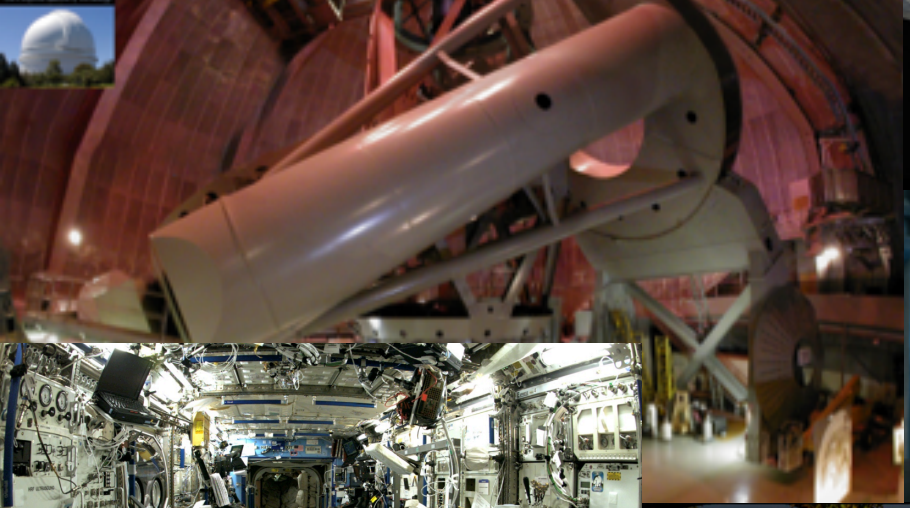
De twee minst aansprekende afbeeldingen zijn 2 en 3. In de volgende tabel staat van deze twee afbeeldingen weergegeven welke aspecten de respondenten het minst aanspreken. (alleen als het aspect 2 keer of vaker genoemd wordt).

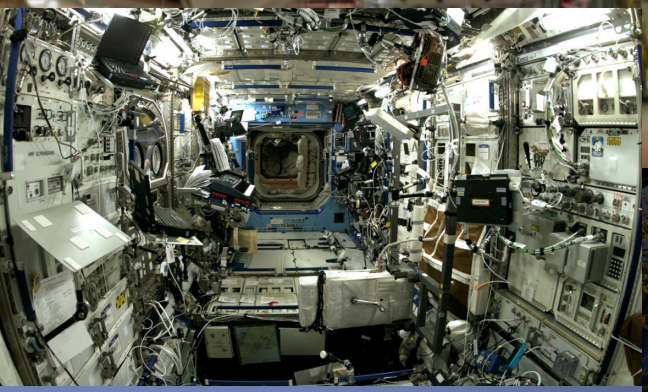
Afbeelding	**Aspect**	**Aantal meldingen**
2	De ruimte	2
	De aarde	2
	Rode lichten	2
	Ruimteschip	2
	Grijze/donkere stukken	2
3	Gele trappen	2
	Kruisconstructies bovenin	2

Aangezien het belangrijk is te weten welke aspecten van een beeld algemeen wel of niet gewaardeerd worden staat in bijlage C een tabel met daarin alle genoemde positieve en negatieve aspecten.

Er kan gezegd worden dat de respondenten en dus de doelgroep in eerste instantie minder goed letten op details en meer kijken naar de ' big picture'. Deze les moet worden meegenomen niet alleen in de vormgeving en het uiterlijk van het object maar vooral ook in het tekstuele aspect. Details zullen vrij snel over het hoofd worden gezien en genegeerd worden door de doelgroep

Op de pagina hiernaast staan alle 9 afbeeldingen die gebruikt zijn in het vormonderzoek.

E
Y
E




Programma van Eisen en Wensen

Eis	Toelichting
Het object moet het doel vervullen.	Dit is noodzakelijk voor het voldoen aan de opdracht: "Ontwerp een object waarmee de bezoekers van de Cosmos Sterrenwacht zelf kunnen leren hoe de seizoenen ontstaan"
Het object moet afgestemd zijn op de hoofddoelgroep.	Het is van belang dat de hoofddoelgroep, plusminus 12 jaar oude kinderen, goed gebruik kunnen maken van het object om het object zo effectief mogelijk te maken in het overbrengen van leerstof. Daarnaast is het noodzakelijk dat er rekening wordt gehouden met de fysieke afmetingen van de doelgroep[bron 6].
Het object moet gebruikt kunnen worden door de secundaire doelgroep.	Om zo min mogelijk bezoekers buiten te sluiten is het nodig dat deze bezoeker buiten de hoofddoelgroep ook gebruik kunnen maken van het object.
Het object moet veilig zijn voor alle gebruikers, zowel primair als secundair.	Spreekt voor zich. Gebruikers mogen bij redelijk gebruik geen verwondingen oplopen door het object, bij reparatie van het object of bijvoorbeeld bij het schoonmaken van het object.
Het object moet stabiel zijn	Er kan niet gegarandeerd worden dat de bezoekers van de sterrenwacht voorzichtig met het object om zullen gaan. Om deze reden is het noodzakelijk dat het object stabiel staat zodat er hierdoor geen gewonden vallen.
Het object moet zo weinig mogelijk onderhoud nodig hebben.	Eis door Cosmos. Onderhoud kost tijd en geld, om dit te besparen moet onderhoud zo veel mogelijk beperkt worden.
Het object moet robuust zijn.	Eis door Cosmos. Het object kan in aanraking komen met personen die er niet voorzichtig mee zijn. Het object mag dan niet zomaar sneuvelen. Hier moet bij het ontwerp rekening mee worden gehouden.
Het object moet passen in de stijl van de Cosmos Sterrenwacht of deze verbeteren.	De stijl van de sterrenwacht staat omschreven in bijlage D. Het object moet deze stijl handhaven of liever nog verbeteren.
Het object moet minder dan €10.000,- kosten.	Eis door Cosmos.

Eis	Toelichting
Het uiteindelijke object mag maximaal de afmetingen 1,80 x 1,80 x 2,20 m (L x B x H) hebben.	Eis door Cosmos. In hun expositiezaal is beperkt ruimte, dus mag het object niet groter zijn dan deze afmetingen. Hier moet tijdens het ontwerpen rekening mee worden gehouden.
Het object moet intuïtief te gebruiken zijn, zonder verbale uitleg.	Eis door Cosmos. Het object zal ook gebruikt worden buiten rondleidingen om. Dan zijn er geen vrijwilligers van Cosmos beschikbaar om uitleg te geven bij het object. Het object moet zelfstandig functioneren.
Het object moet uitdagend zijn.	Het object moet voor de meeste gebruikers een educatieve uitdaging zijn, dat wat de doelgroep van het object leert moet van hoog genoeg niveau zijn.
Het object moet uitnodigen tot gebruik.	De bezoekers moeten het object graag willen gebruiken en zo leren over de seizoenen.
Het object mag geen toezichthouder nodig hebben.	Eis door Cosmos. Bij de sterrenwacht is niet permanent toezicht in de expositiezalen.
Het object moet realiseerbaar zijn.	Om het object daadwerkelijk uit te kunnen voeren moet het object realiseerbaar zijn.

Wens	Toelichting
Het object moet door meerdere gebruikers tegelijkertijd kunnen worden gebruikt.	Om doorstroming bij de aanwezigheid van grotere groepen te verbeteren en alle bezoekers een kans te geven van het object gebruik te maken is het wenselijk dat er meerdere gebruikers tegelijkertijd mee kunnen werken.
Het object moet minder dan €5.000,- kosten	Wens door Peter Sikkens.

3. Ontwerp

Het ontwerpproces zal beginnen met het genereren van ideeen. De ideeen zullen aan een scoretest worden onderworpen om te bepalen welke ideeen het beste zijn. Deze zullen vervolgens in enkele variaties worden herschetst.

Dan worden selecties van ideeen samengevoegd tot concepten. Deze concepten ondergaan net als de ideeen de scoretest om te bepalen welk concept het beste ontwerp is.

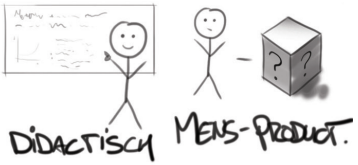
Het tot beste verkozen concept zal verder worden uitgewerkt. De werking en het uiterlijk van het object zullen worden gedetailleerd om er voor te zorgen dat het ontwerp aan alle eisen zal voldoen.

Ideegeneratie

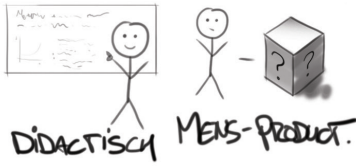
Aan de hand van inspiratie opgedaan in de twee musea, de tijdschriften en de enquete zijn er ideeën geschetst. De ideeën behandelen diverse aspecten van het beoogde eindresultaat. Zowel mens-product interacties, didactische aspecten en enkele uiterlijke kenmerken zijn meegenomen in de generatie. De 28 ideeën staan hieronder weergegeven. Deze ideeën kunnen gaan over uiteenlopende zaken als de vormgeving, ergonomie, een didactische oplossing of de mens-product interactie

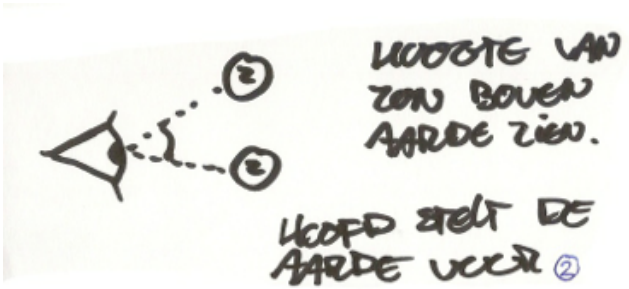
Bij elk idee staat uitleg gegeven over het idee. Middels iconen is aangegeven wat voor soort idee het is.

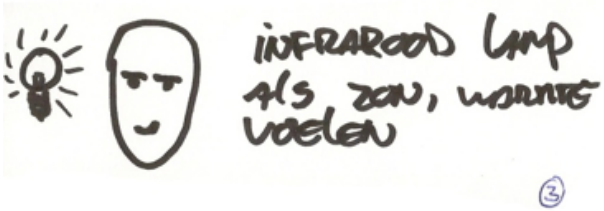
1. Een schijf, in het midden een model van de zon, op de schijf een model van de aarde. Door aan de schijf te draaien, draait de aarde om de zon.



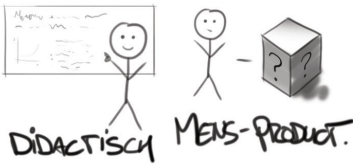
2. Om een vergelijking te kunnen maken tussen de hoogte van de zon in de winter en de zomer. Een tweetal weergaven van de zon waar naar gekeken wordt. Het hoofd stelt de aarde voor.



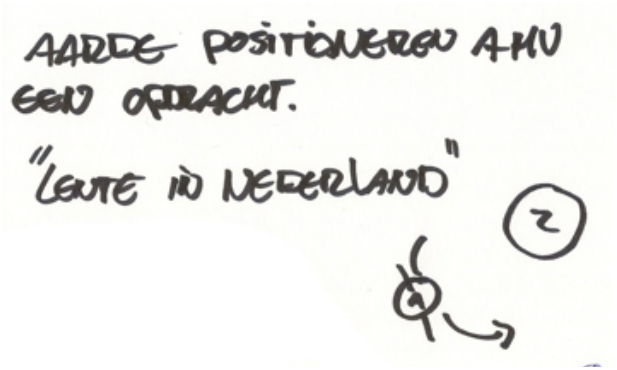




3. Om de energie van de zon te voelen: een infraroodlamp. Waar het gezicht warmer wordt komt meer energie, dus daar is het zomer.



4. Gebruik van een zwarte ruimte om te gebruiken als basis om een vorm van lichtspel te creeëren.

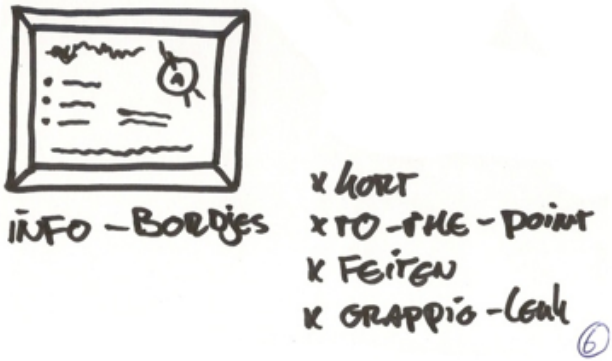


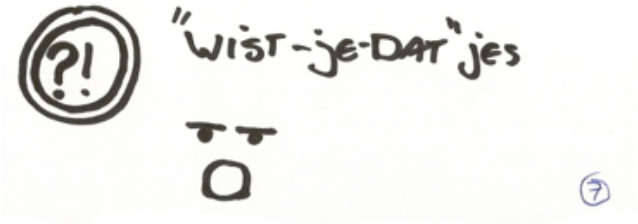
5. Het positioneren van de aarde aan de hand van een opdracht. Test om te weten of de leerstof begrepen is.

6. Gebruik van informatiebordjes om kennis over te brengen.

Goede eigenschappen van borden:
-Kort
-To the point
-Feiten
-Grappig/leuk

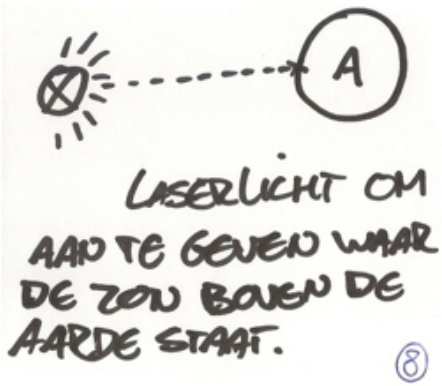
Didactisch

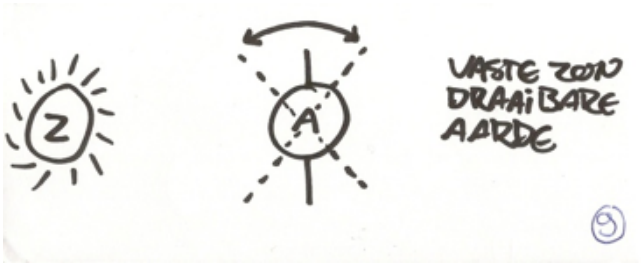




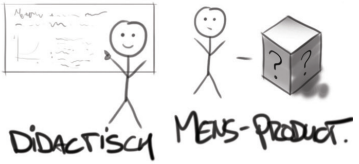
7. Gebruik van wist-je-dat'jes. Simpele feiten om korte stukjes extra informatie over te brengen.

8. De positie op een aarde waar de zon recht boven het aardoppervlak staat aangeven met laserlicht.

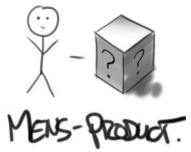




9. Een vast model van de zon, ernaast een model van de aarde. Deze aarde is draaibaar om de scheefstand na te bootsen.



10. Twee scheve knoppen waar met het hoofd op gedrukt kan worden. Door de scheefstand van de knop moet het hoofd ook scheef. Hierdoor bootst het hoofd de scheefstand van de aarde na. Met de knoppen kunnen lampen worden geactiveerd.

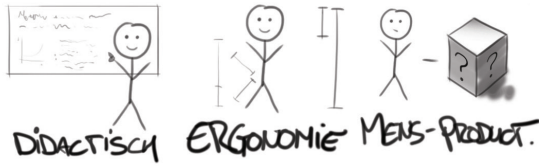


11. Een centraal model van de zon. Om deze zon staan 4 modellen van een aarde op een pilaar. Per seizoen een aarde. (met de juiste scheefstand)

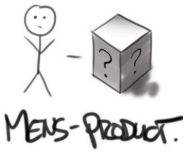
12. Een actief model van het zonnestelsel. Een model van de aarde die om een zon heen draait. Inclusief juiste scheefstand.

13. Het gebruik van fysieke knoppen om lampen/geluiden/bewegingen te activeren. Geen touch-knoppen of andere sensorische knoppen.

14. Informatie voor verschillende doelgroepen op verschillende hoogtes plaatsen. Gebruik makende van verschillen in lichaamslengte.



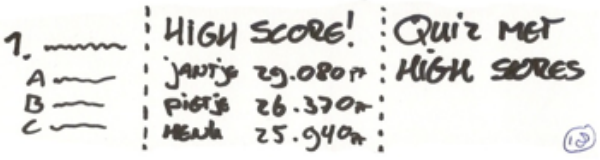
15. Een beweging van een aarde om een zon niet permanent aanhouden, maar activeren door middel van een knop. Interactie.

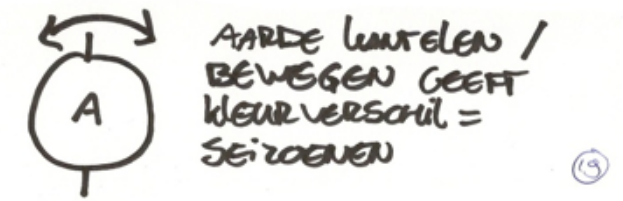


16. Het inbouwen van mini-games. Dit om gebruikers langer betrokken te houden bij het object. (voorkeur: minigames in het thema.)

17. De juiste scheefstand van de aarde raden door een draaibare aarde onder de juiste hoek te draaien.

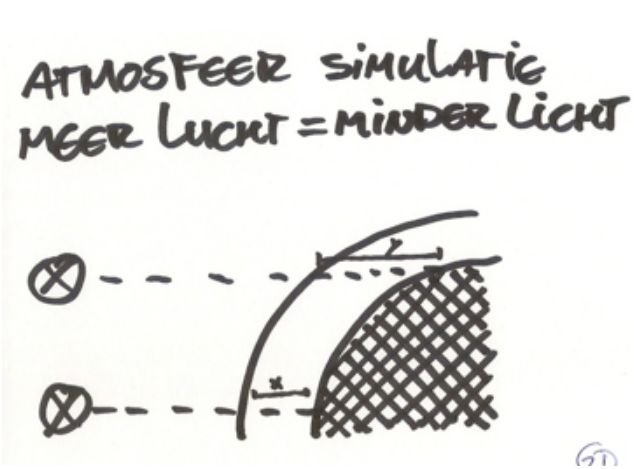
18. Quiz met vragen over het onderwerp. High-scores worden bijgehouden om de doelgroep intensiever te betrekken bij het willen/moeten leren van de stof om de scores te kunnen verbeteren.





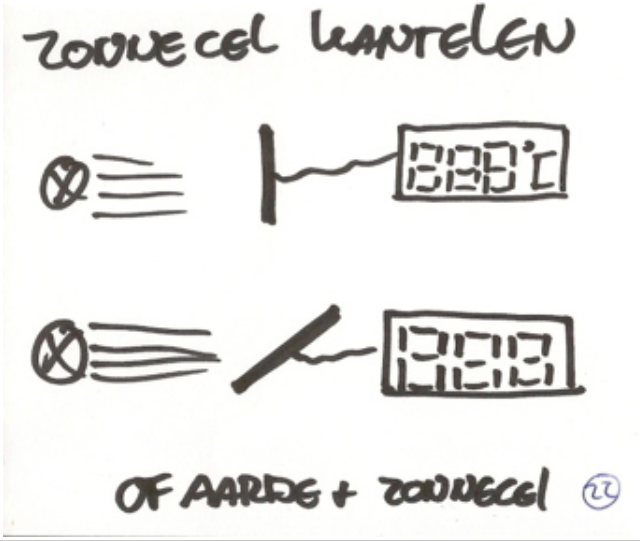
19. Door de aarde te kantelen verkleurt de aarde. Kleuren matchen met de seizoenen.

20. Bediening van het object door de handen, niet door electronica als knoppen en motoren.



21. Een simulatie van het afnemen van zonnekracht door dikteverschillen in atmosfeer. Meer lucht = minder licht.

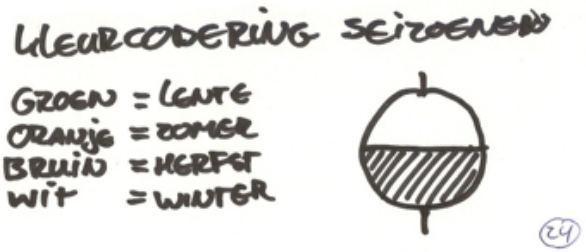
22. Het kantelen van een zonnecel of ander lichtgevoelig object om weer te geven dat een schuiner oppervlak minder licht ontvangt dan een oppervlak waar het licht recht op valt. Dit omdat het licht bij een schuiner vlak verdeeld wordt over een groter oppervlak.

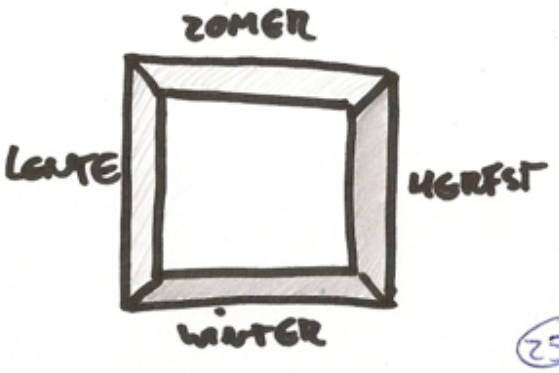


23. Een digitale weergave van het zonnestelsel. In het bijzonder de huidige situatie van de zon en aarde.

24. Kleurcodering van de seizoenen.

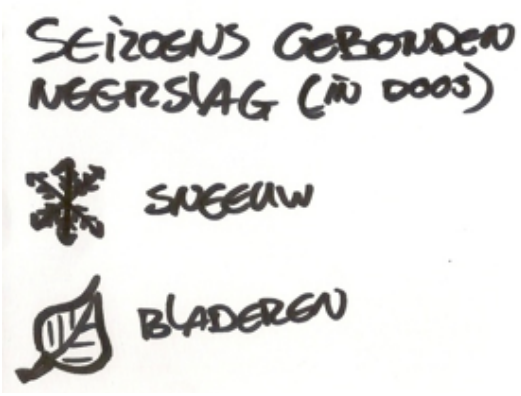
Wit voor de winter,
Bruin voor de herfst,
Lichtgroen met felle kleuren voor de lente
Diep groen voor de zomer.





25. Een vierkante pilaar.
Elke zijde van de pilaar wordt gewijd aan een seizoen.

26. Om duidelijker te maken over welk seizoen het gaat, en een interessanter beeld te creeëren: Seizoensgebonden neerslag.

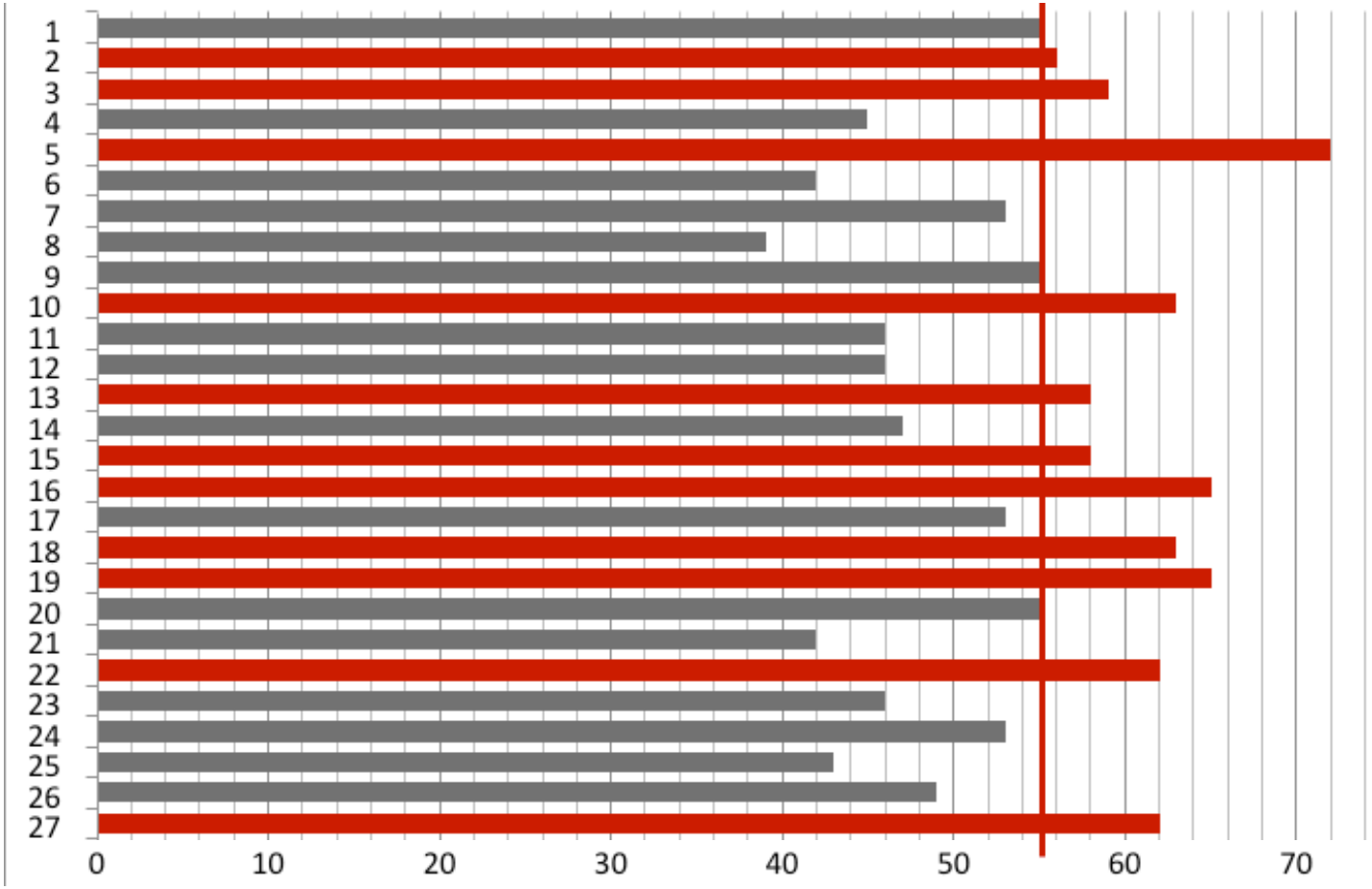


27. Twee stippen op een draaibaar model van de aarde. Op deze aarde schijnt een lichtbron. Door de aarde te kantelen en vervolgens de aarde te draaien is te zien welke stip eerst in het donker/licht terecht komt. Dit illustreert de lengte van de dag en nacht op verschillende plekken.

Ideekeuze

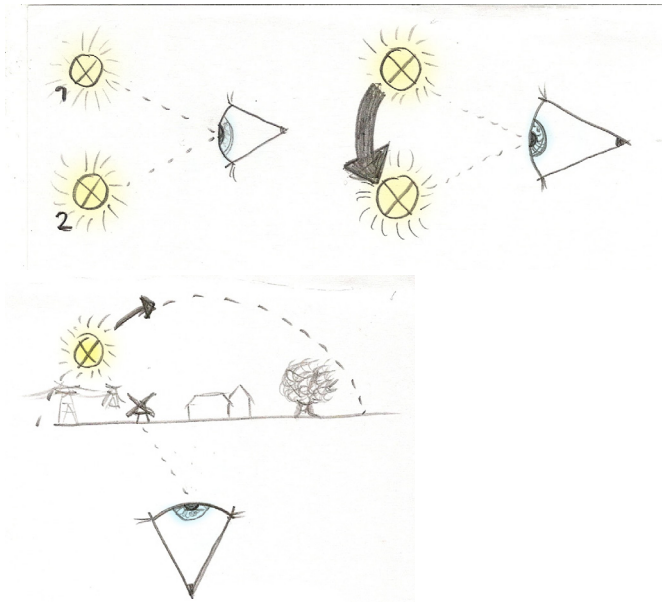
Om te kunnen bepalen welke ideeën de beste zijn is er een scoretabel opgesteld. In deze tabel krijgt elk idee een score aan de hand van een aantal factoren. Hoe hoger de score, hoe beter het idee aan die factor voldoet of die factor kan vervullen. Daarnaast heeft elke factor een weging , hoe hoger de wegingscore, hoe belangrijker die factor is voor de kwaliteit van een idee. In bijlage E staan de factoren scores gedefinieerd.

Hieronder staan de scores van de 28 ideeën. De ideeën die als beste uit de test komen zijn de ideeën die een eindscore van 56 of hoger halen. Deze zijn in de grafiek hierboven in het rood weergegeven. Door grote verschillen tussen de ideeën zijn deze niet 1 op 1 met elkaar te vergelijken. Dat een idee het niet tot de beste ideeën haalt wil niet direct zeggen dat het idee niet mee kan komen in het eindproduct. Het kan namelijk goed zijn dat dat idee geen hoge score heeft omdat het een nichepositie vult waardoor het niet hoog scoort op alle factoren.



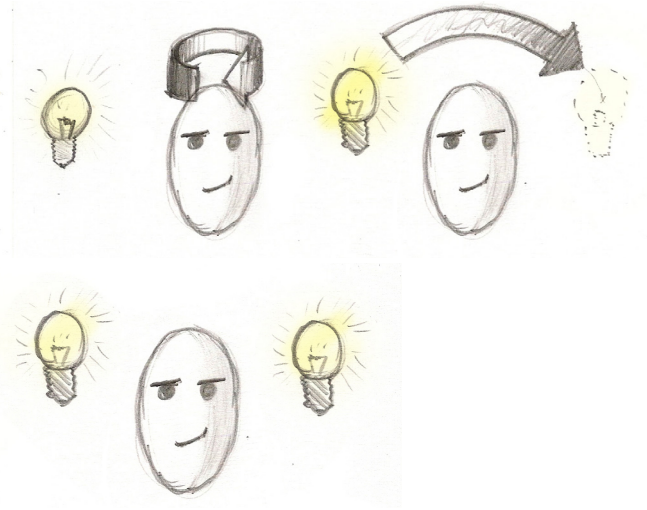
Herschetsen Beste Ideeën

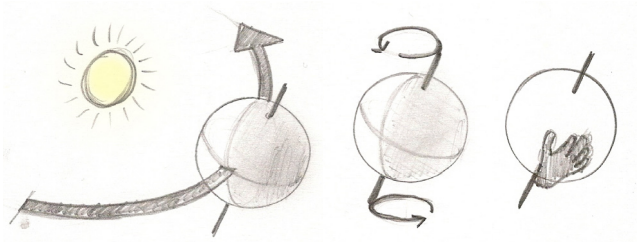
Van elk van de twaalf beste ideeën zijn twee of drie extra schetsen gemaakt om meer variatie aan te brengen. Deze schetsen zijn op de komende pagina's te vinden. Door meerdere variaties van de beste ideeën te maken kunnen de beste ideeën verder verbeterd worden voordat deze in de volgende fase worden samengevoegd tot concepten.



De lichtbron die de hoogte van de zon boven de horizon uit moet beelden kan verticaal verplaats worden, over een boog verplaatst worden of kan opgebouw worden uit twee (of meer) vaste lichtbronnen die om en om geactiveerd worden.

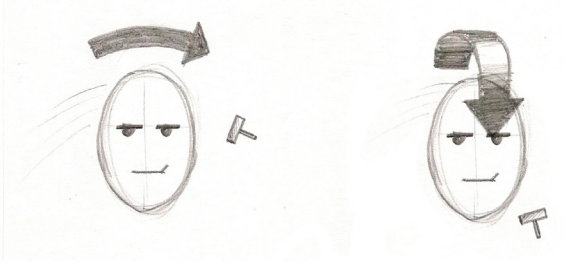
De gebruiker kan om zijn of haar as draaien om de lichtbron te laten passeren, de lichtbron kan om de gebruiker heen bewegen of er kunnen twee lichtbronnen gebruikt worden.

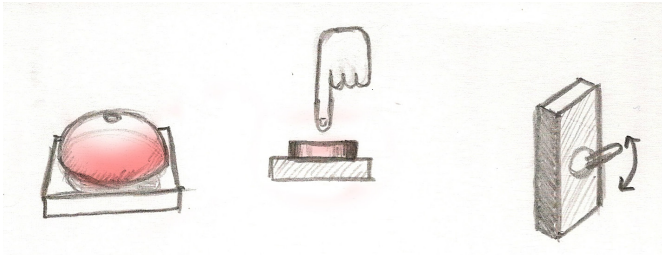




Het model van de aarde kan door het indrukken van een knop om de zon of om haar eigen as bewegen. Of de aarde kan met de hand worden gemanipuleerd.

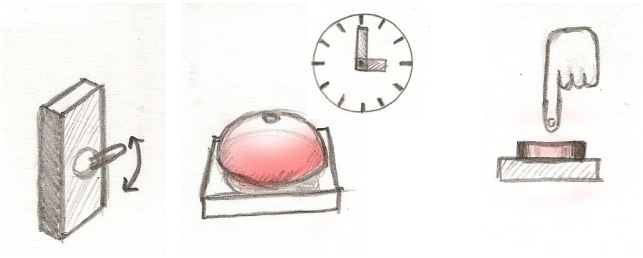
Een knop kan door middel van een zijwaartse of een voor-achterwaartse beweging van het hoofd worden ingedrukt.

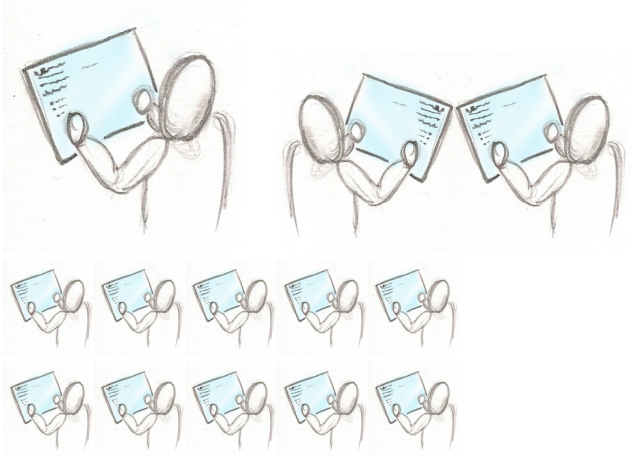




Een aantal verschillende knoppen zijn de grote rode knop die eenmalig ingedrukt wordt, een knop die de gebruiker ingedrukt moet houden of een knop die een aan en uit stand heeft.

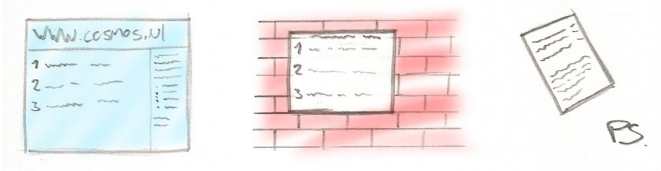
Een knop kan aan blijven staan tot de gebruiker de klop uit zet, hij kan na een bepaalde tijd weer uitschakelen of kan uit gaan zodra de gebruiker de knop los laat.

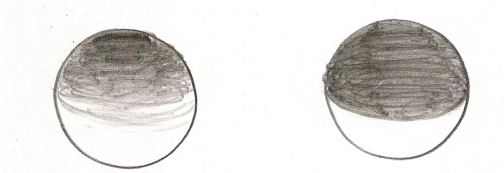




Spellen/opdrachten kunnen solo worden uitgevoerd, in duo's of in groepen.

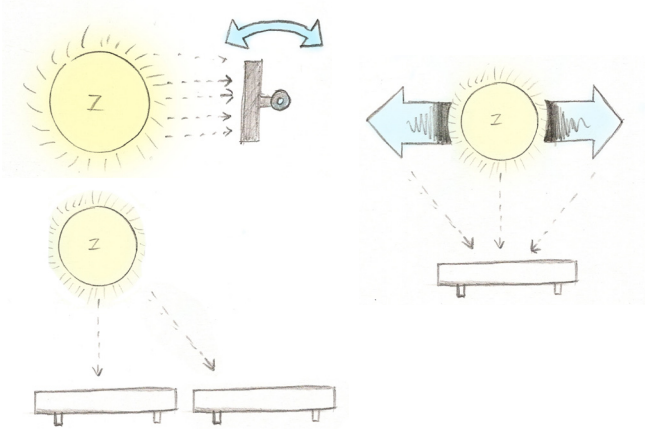
Scores van gespeelde spellen kunnen in het scherm getoond worden op de website van Cosmos, op een centrale muur of geprint meegegeven worden aan de gebruikers.

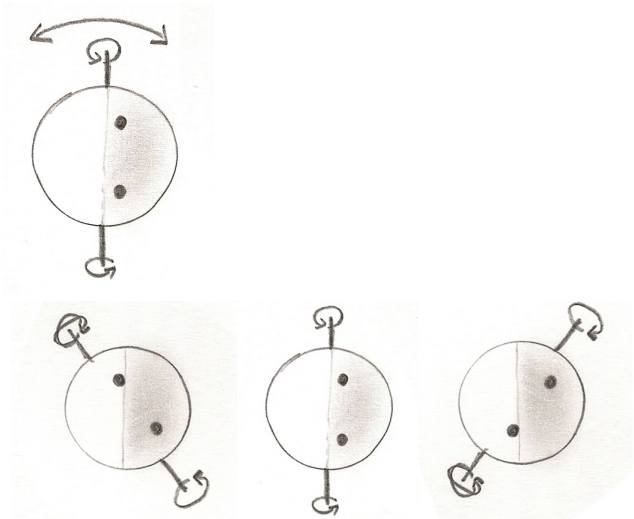




Overgang in kleur kan vloeiend verlopen of een scherpe grenslijn hebben.

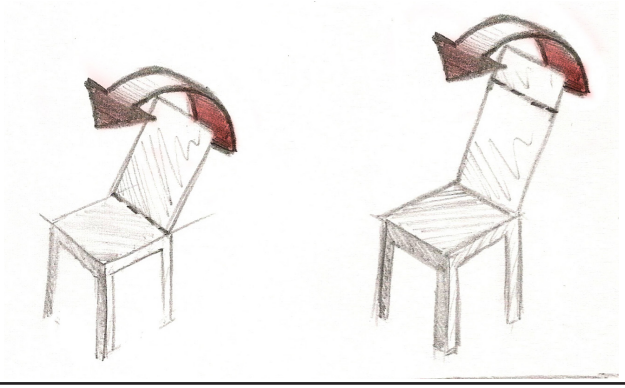
Om de lichtintensiteit op de zonnecel te veranderen kan de cel gekanteld worden, de lichtbron of cel kunnen verplaatst worden of er kunnen meerdere zonnecellen worden gebruikt.





Voor de daglengte kan het model van de aarde kantelen, er kunnen een drietal aardmodellen gebruikt worden of het model kan om een model van de zon draaien.

Van de stoel kan de hele leuning of de hoofdsteun kantelen, of de stoel kan om de zon heen draaien.



Conceptgeneratie

De seizoenen ontstaan op aarde door een tweetal gebeurtenissen, de verandering van daglengte en de invalshoek van straling door de atmosfeer naar aarde. Om deze reden is het niet mogelijk om het ontstaan van de seizoenen met slechts één idee inzichtelijk te maken voor de doelgroep. Daarnaast zijn er een aantal ideeën gegenereerd die gericht zijn op zaken als vormgeving, of de interactie tussen de gebruiker en het product.

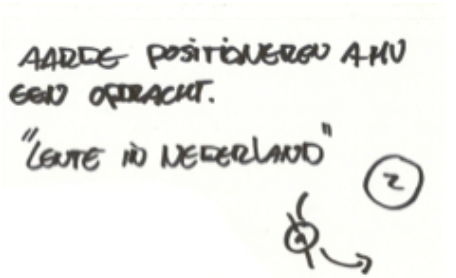
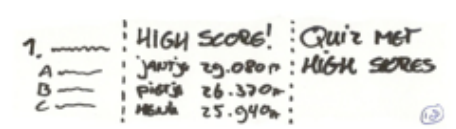
Anders dan bij veel productontwikkelingen bestaan de concepten die gegenereerd zullen worden dus niet slechts uit één of twee ideeën maar uit meerdere. Deze (beste) ideeën bij elkaar vormen zo een product wat de volledige functie adequaat kan vervullen. Als er slechts een enkel idee gebruikt zou worden voor het opzetten van een concept zou het niet kunnen voldoen aan de eisen. Het samenvoegen van vele ideeën is noodzakelijk voor het maken van goede concepten.

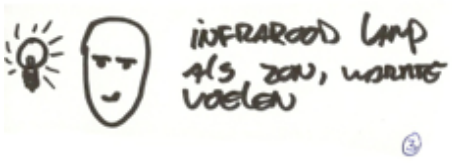
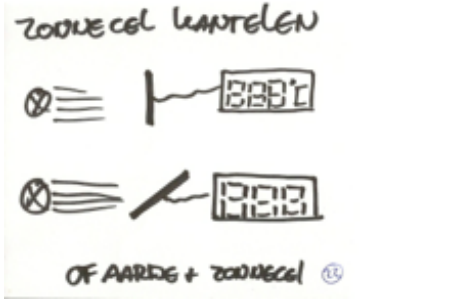
In de concepten is geprobeerd zo goed mogelijk de beste ideeën te combineren tot een product wat kan voldoen aan de eisen en bovenal de functie vervult. Aangezien het door de grote hoeveelheid ideeën vrij complexe concepten zijn zal de detaillering van het concept volgen na de conceptkeuze.

Op de volgende pagina's staan de concepten weergegeven. Bij de tekeningen van elk concept staan omcirkelde nummers. Deze nummers refereren naar de ideeën waaruit dat deel van het concept is opgebouwd.

Concept 1

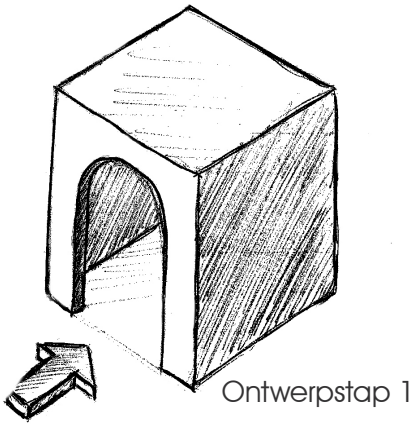
Concept 1 is opgebouwd uit de volgende ideeën:

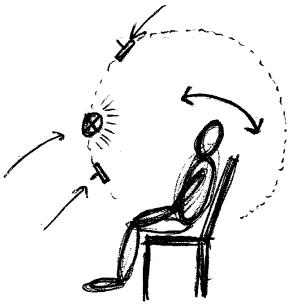
Idee No.	Idee	Uitleg
4		Donkere ruimte om een experiment in uit te kunnen voeren. Als een huisje.
5		Kennis juist moeten toepassen om verder te kunnen komen in het proces.
15		Zelf de oorzaak zijn van bewegingen, interactie.
16		Losse minigames (gerelateerd aan de leerstof). De bezoekers kunnen meer verspreid worden en toch bezig blijven met de materie.
18		Onderlinge competitie opwekken. Het beter willen doen, dus het beter willen leren.

Idee No.	Idee	Uitleg
3		Het fysiek voelen van de seizoenen. Leren door meemaken. Hoofd stelt de aarde voor.
27		Experiment om het verschil in daglengte te kunnen achterhalen. Een van de oorzaken van de seizoenen.
22		Experiment om de lichtintensiteit te kunnen uitvinden. Een van de oorzaken van de seizoenen.
6		Bordjes met extra informatie, weetjes. Om de experimenten uit te leggen en meer leerstof aan te reiken dan de experimenten zelf doen.

In een donker en koel huisje plaatsnemen om zelf middels een warmtebron te kunnen voelen hoe de seizoenen ontstaan. Bijvoorbeeld zomer op de linkerwang, winter op de rechterwang.

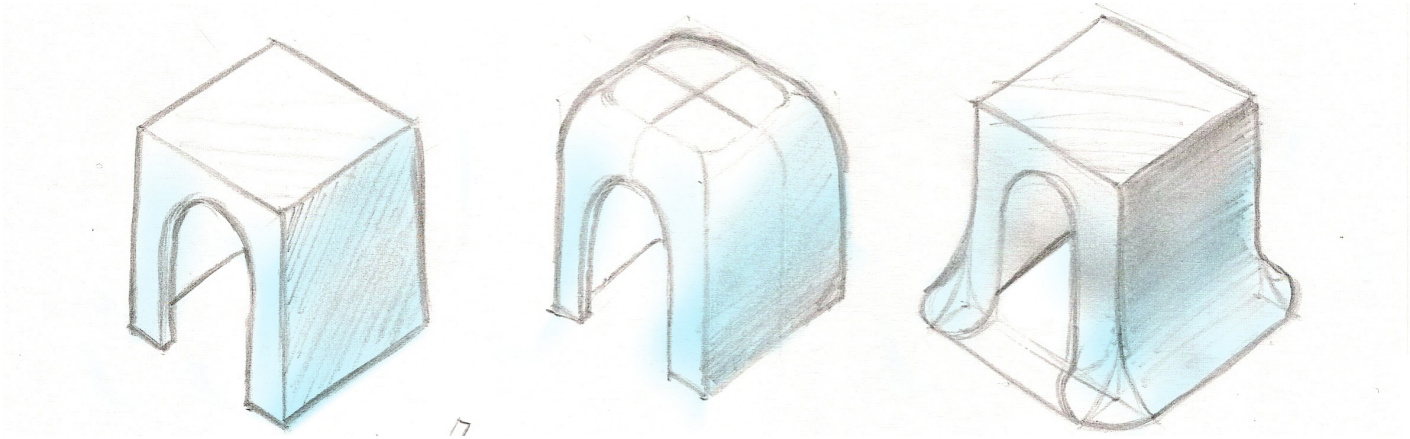
De buitenzijde van de hiervoor gebruikte "black box" laat ruimte over voor extra bezigheden. Experimenten die door meerdere personen tegelijkertijd kunnen worden gebruikt, of geen donkere koele ruimte nodig hebben. De buitenzijde is een goede plek voor mini-games.





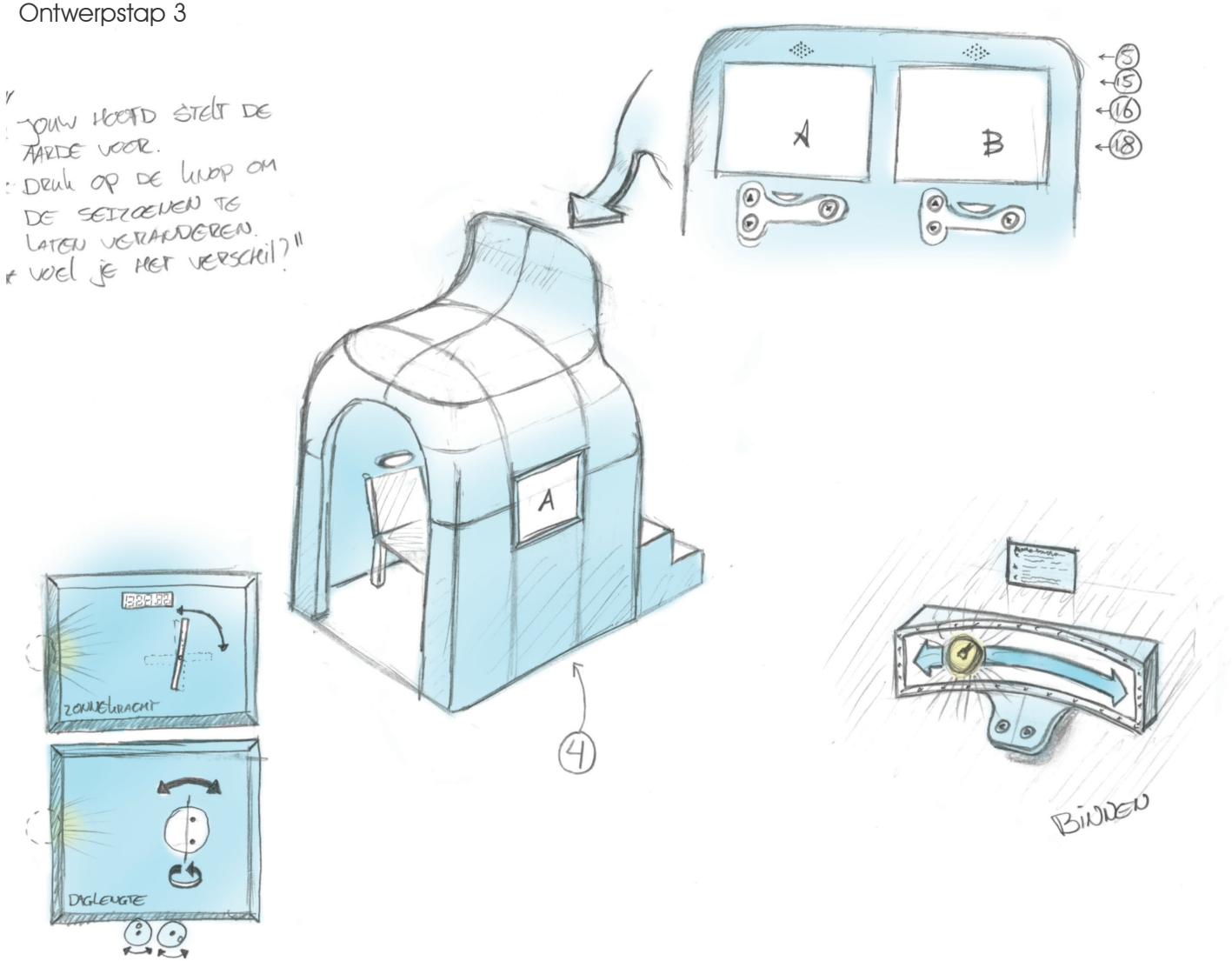
Ontwerpstap 1

Het huisje is te hokkerig, het lijkt teveel op een blok. Het toepassen van meer vloeiende vormen zal dit verbeteren.



Ontwerpstap 2

Ontwerpstap 3



De hoofdvorm van concept 1 is een huisje. Om de binnenzijde af te sluiten van de buitenwereld is dit huisje nodig om eem black box te realiseren: Een lege, neutrale ruimte waarin het experiment goed tot zijn recht kan komen.

Buitenom zijn een tweetal experimenten te vinden. Een voor de scheefstand en lichtintensiteit, en een voor de lengte van de dag.

Tegenover de ingang van het huisje is, op een verhoging, een tweetal spel-stations. Hier kunnen twee

gebruikers alleen of tegen elkaar een aan het onderwerp verbonden game spelen.

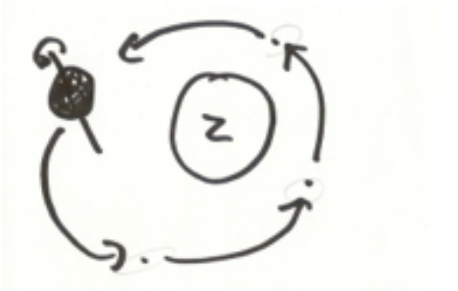
Binnenin het huisje kan een gebruiker plaatsnemen op een stoel. Voor de gebruiker bevindt zich dan een interface. Via deze interface kan de gebruiker met een tweetal knoppen een licht/warmtebron horizontaal verplaatsen. Hierdoor is te voelen dat de ene zijde van het hoofd warmer wordt dan de andere zijde. Het hoofd van de gebruiker stelt dan de aarde voor waar het 's zomers warmer is dan 's winters.

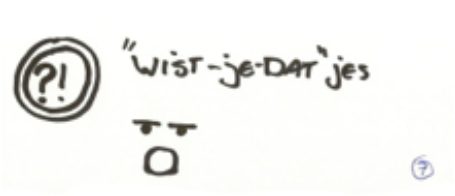
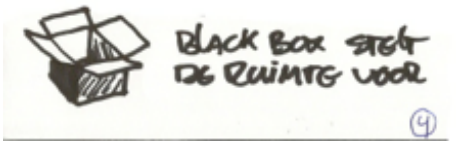
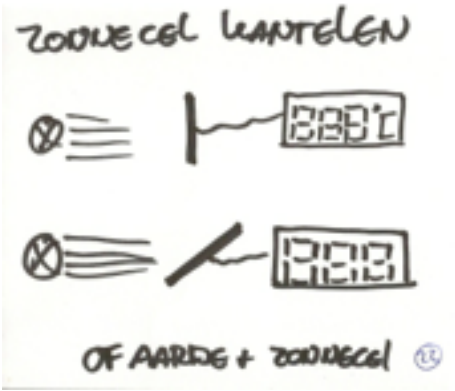
De combinatie van de 2 experimenten op de buitenzijde en het experiment in het huisje vormt een deugdelijke uitleg over de seizoenen.

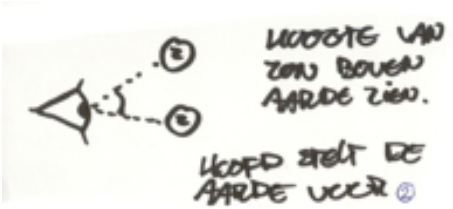
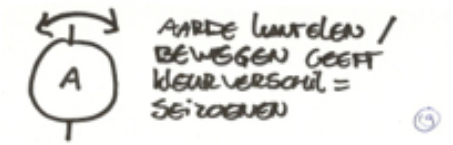
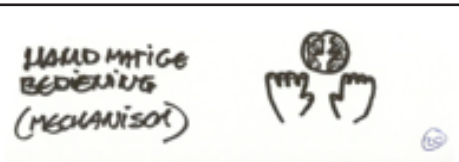
De experimtenten en mini-games zijn in één lijn vormgegeven. Omkaderd, simpel en effectief.

Concept 2

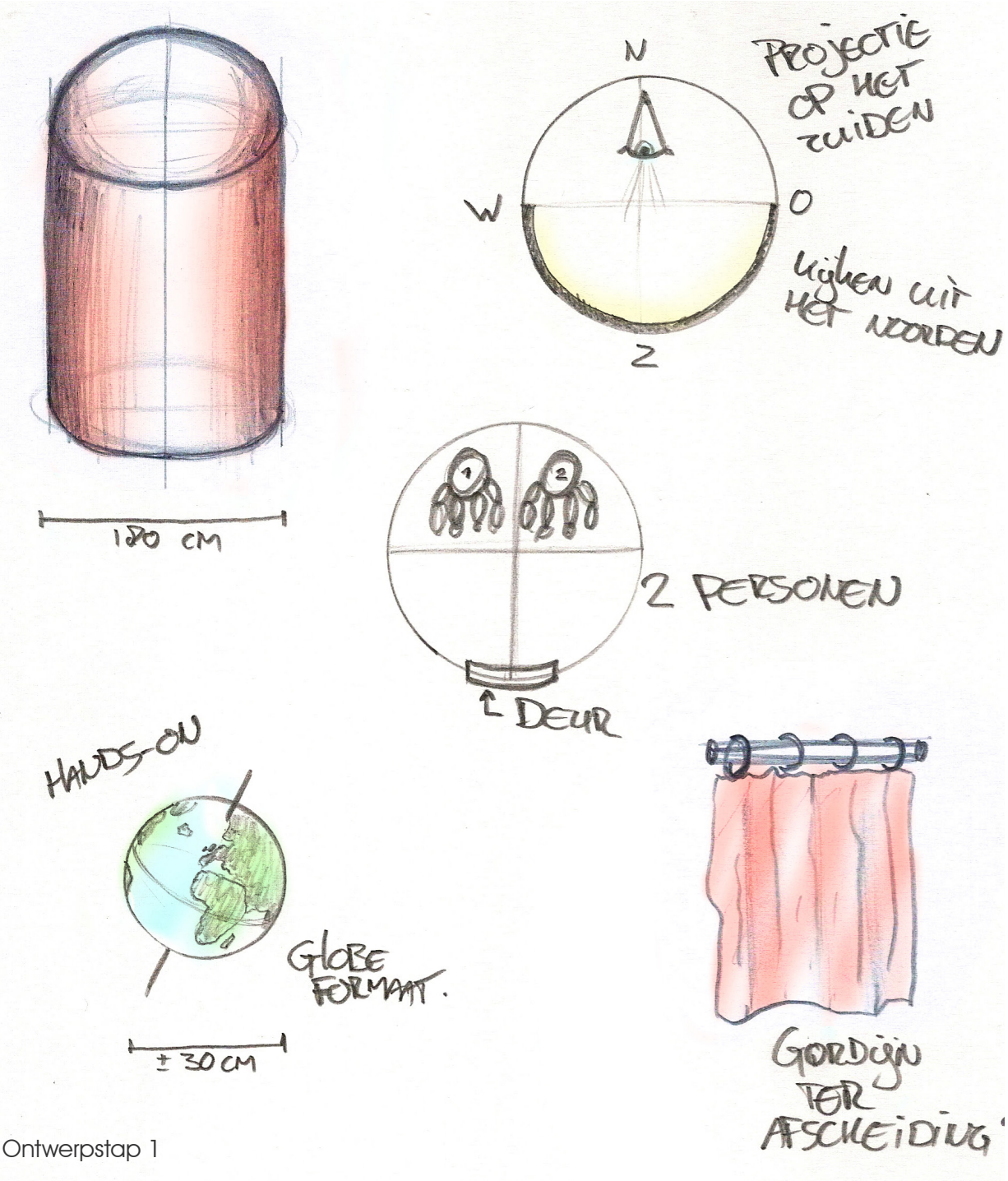
Concept 2 is opgebouwd uit de volgende ideeën:

Idee No.	Idee	Uitleg
1		Handmatig een aardmodel positioneren om een zon. (inter)actiever dan door knoppen.
12		(zelf op te wekken) beweging van een aardmodel om een zon.
15		Modellen doen bewegen door een knop. Meer voor gebruik daar waar het te bewegen model buiten handbereik is.
6		Bordjes met extra informatie, weetjes. Om de experimenten uit te leggen en meer leerstof aan te reiken dan de experimenten zelf doen.

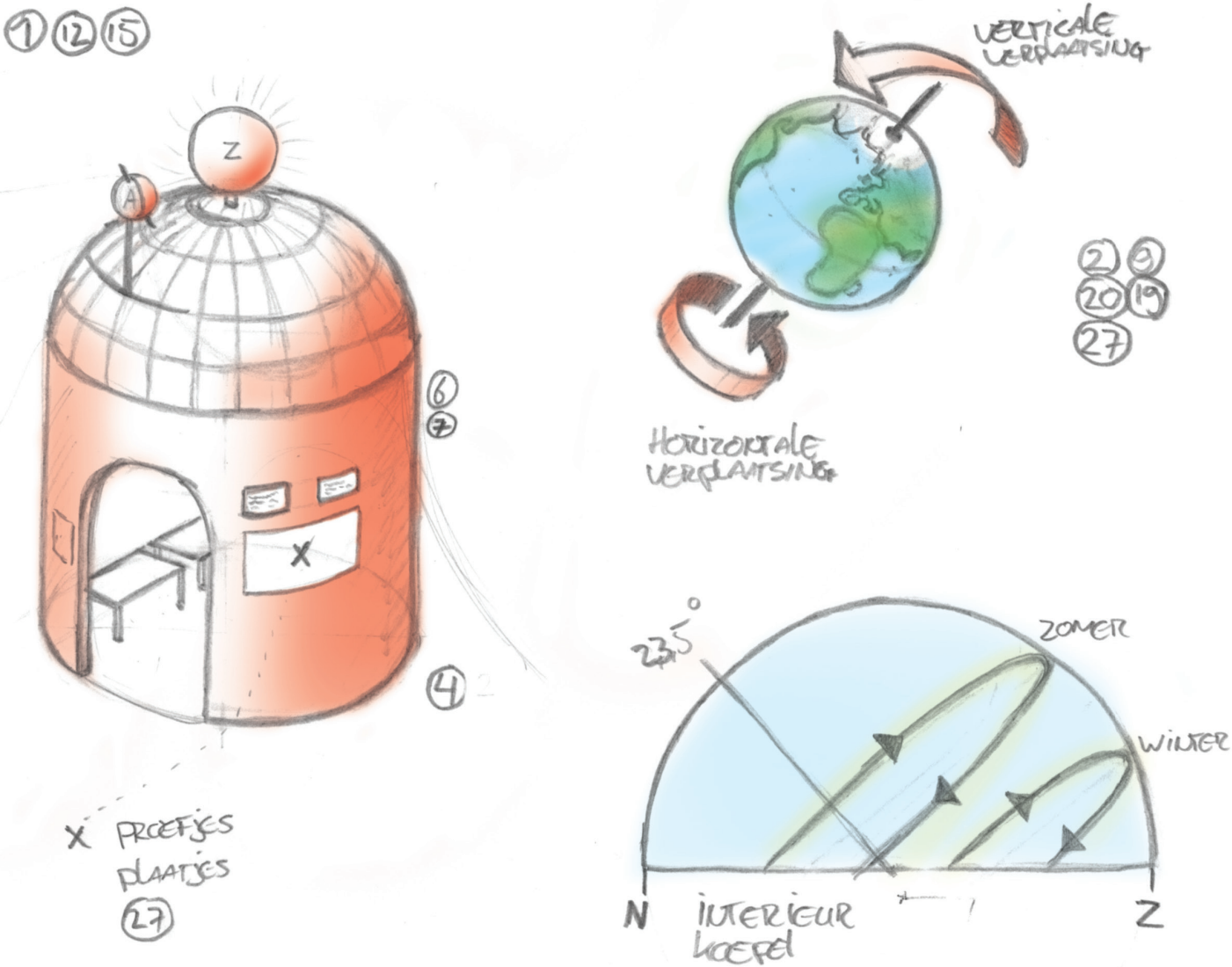
Idee No.	Idee	Uitleg
7		Snelle kleine feitjes om extra kennis over te brengen op een simpele leuke manier.
4		Donkere ruimte om een experiment in uit te kunnen voeren.
27		Experiment om het verschil in daglengte te kunnen achterhalen. Een van de oorzaken van de seizoenen.
22		Experiment om de lichtintensiteit te kunnen uitvinden. Een van de oorzaken van de seizoenen.

Idee No.	Idee	Uitleg
2		Zelf direct de vergelijking kunnen maken tussen de zonnehoogte in de zomer en winter. Verschil zien.
9		Experiment om de scheefstand te weten te komen. Een van de oorzaken van de seizoenen.
19		Seizoensaanduiding in kleur.
20		Handmatig een aardmodel positioneren om een zon. (inter)actiever dan door knoppen.

Een huisje, net als in concept 1, maar dan vormgegeven als een kleine sterrenwacht koepel. Binnenin is een projectie zichtbaar. Deze projectie bevat de zon en sterren. De projectie is zelf door middel van een interface aan te passen. Zo zijn alle seizoens-situaties door de gebruiker zelf na te bootsen in het huisje. Dit op zich draagt echter niet de leerstof over, hiervoor zijn losse experimenten nodig. Concept 2 biedt de ruimte aan twee personen.



Ontwerpstap 1



Ontwerpstap 2

De hoofdvorm van concept twee is eveneens een huisje. Dit maal met een koepeldak net als de telescoopkoepel van een sterrenwacht. Op de buitenzijde van het huisje bevinden zich een aantal experimenten waar de leerstof in overzichtelijke stappen/delen wordt aangeleerd aan de gebruiker.

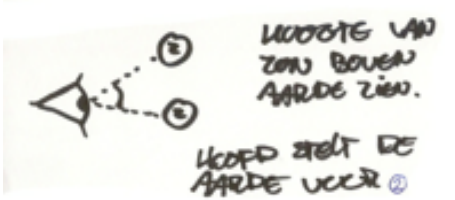
Binnenin het huisje kunnen twee gebruikers simultaan plaatsnemen. In het huisje is op het koepeldak een projectie zichtbaar. Deze projectie laat zien hoe de zon aan de hemel staat tijdens de vier seizoenen. De gebruikers kunnen de projectie op de binnenzijde van de koepel zelf bedienen door het manipuleren van een schaalmodel van de aarde. Dit schaalmodel kan kantelen om de scheefstand, en om haar as draaien om het dag-nacht ritme te simuleren.

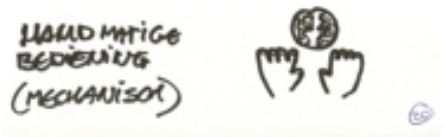
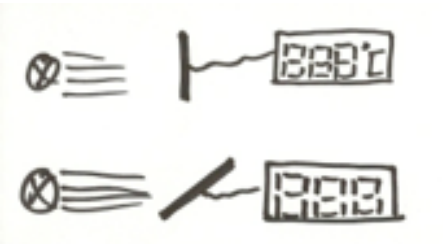
De vorm van het huisje, de sterrenwacht koepel, is een referentie naar de mogelijkheden in het huisje. Met een telescoop wordt naar de hemel gekeken, in het huisje kunnen de gebruikers dit middels een digitale simulatie ook.

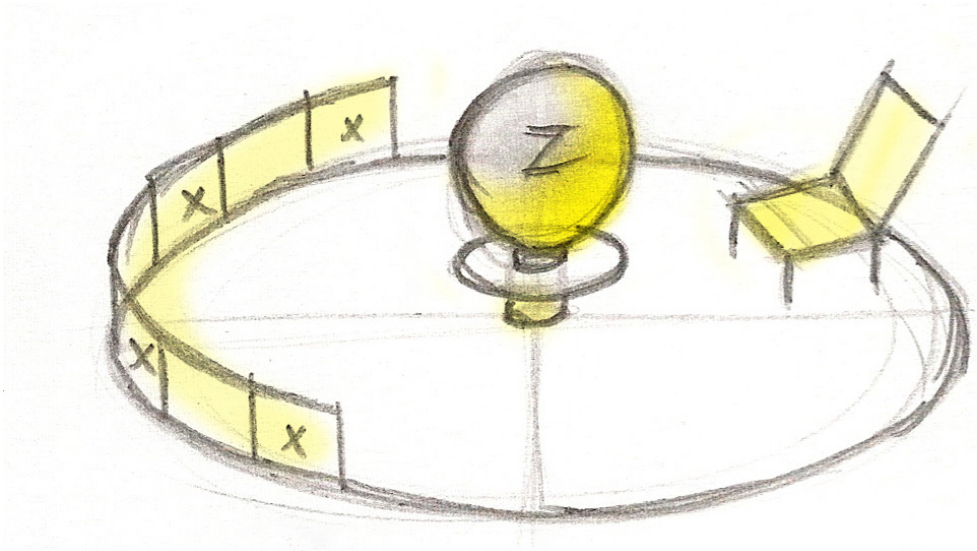
Van het schaalmodel van de aarde zijn de scheefstand en de aardrotatie aan te passen. Hierdoor kan in feite elke dag van het jaar nagebootst worden. De scheefstand bepaalt de hoogte van de zon boven de horizon en de draaiing bepaalt de horizontale positie van de zonsprojectie.

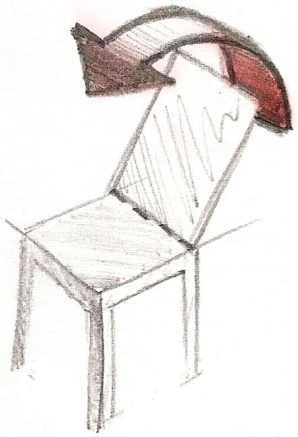
Concept 3

Voor concept 3 zijn de volgende ideeën gecombineerd:

Idee No.	Idee	Uitleg
1		Hoofdonderdeel van concept 3.De gebruiker stelt zelf de aarde voor op een draaibare schijf.
2		Zelf direct de vergelijking kunnen maken tussen de zonnehoogte in de zomer en winter. Verschil zien.
3		Bij veranderende positie van de gebruiker voelen wat de invloed daarvan is op de waargenomen temperatuur.
6		Bordjes met extra informatie, weetjes. Om de experimenten uit te leggen en meer leerstof aan te reiken dan de experimenten zelf doen.

Idee No.	Idee	Uitleg
10		Het kantelen van de gebruiker, net zoals de aarde kantelt, geeft het gevoel van seizoenen op de gebruiker.
12		De gebruiker(s) draaien, als model van de aarde om een zon.
20		De beweging om de zon gebeurt handmatig. Dit is (inter)actief.
22		Experiment om de lichtintensiteit uit te vinden. Door kantelen van het lichaam verandert de intensiteit van licht op het lichaam.





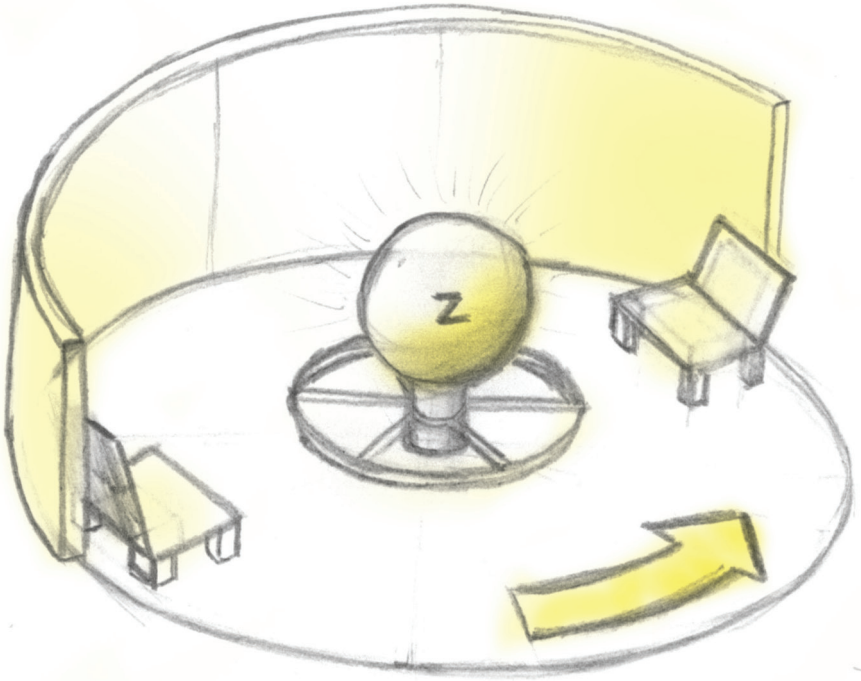
Ontwerpstap 1

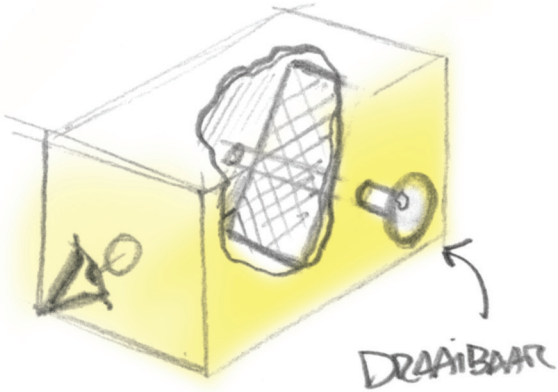
Een grote draaischijf met daarop een stoel. De gebruiker kan op de stoel plaatsnemen en zich handmatig rond de zon bewegen door zich af te zetten tegen een schijf. Bij het draaien om de zon verandert de stand van de rugleuning van de stoel waarop de gebruiker zit. Door deze hoekverandering bootst de gebruiker in een rondje om de zon de beweging van de aarde in een jaar na.

Bij het draaien ervaart de gebruiker zelf hoe de lichtinval veranderd gedurende een jaar. Eventueel kan dit uitgebreid worden met een infrarood lamp waardoor het effect ook voelbaar is door temperatuurverschillen op diverse lichaamsdelen.

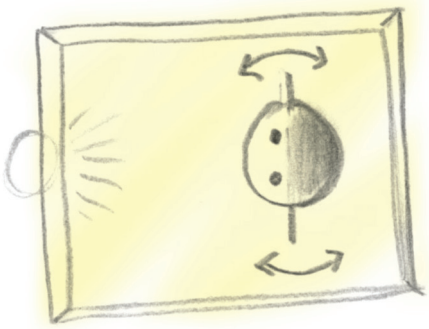
Een hek-achtige constructie voorkomt ongelukken en biedt extra ruimte voor verdere uitleg over de leerstof. Hier kunnen bijvoorbeeld informatiebordjes, experimenten en multimedia voor worden gebruikt.

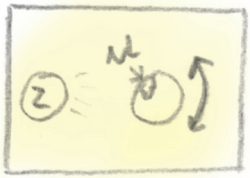
VOELEN WAT DE ZON
EN AARDE DOEN.





DAGLENGTE





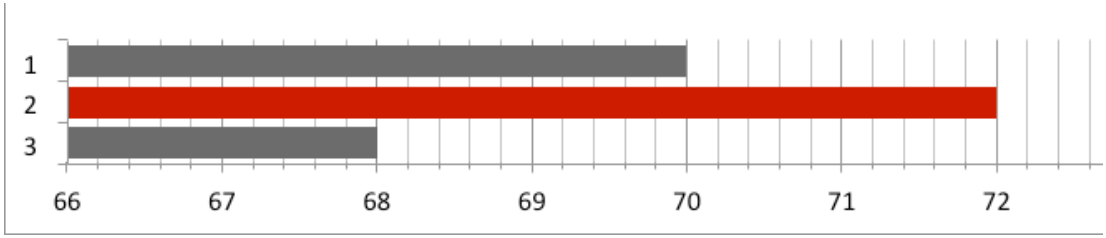
Ontwerpstap 2

Concept drie is in basis een grote draaischijf met centraal daarop een model van de zon. Twee gebruikers kunnen op twee stoelen op de draaischijf plaatsnemen. Dit maakt het gebruik van het object tot een groepsactiviteit wat het plezier ervan verhoogt. Tevens is de draaischijf met twee stoelen beter in balans.

De gebruikers stellen ieder een aarde voor. De gebruikers draaien de schijf zelf rond door zich af te zetten tegen een centrale ring. De rugleuning van de stoel past zicht aan aan de positie van de gebruiker ten opzichte van de zon. Zo wordt de scheefstand gecreëerd. Doordat de gebruikers tegenover elkaar zitten zijn op ieder moment twee tegengestelde seizoenen zichtbaar. Dit maakt vergelijkingen tussen de seizoenen makkelijker. Ook hier zijn buitenom de schijf losse experimenten en extra informatie te vinden.

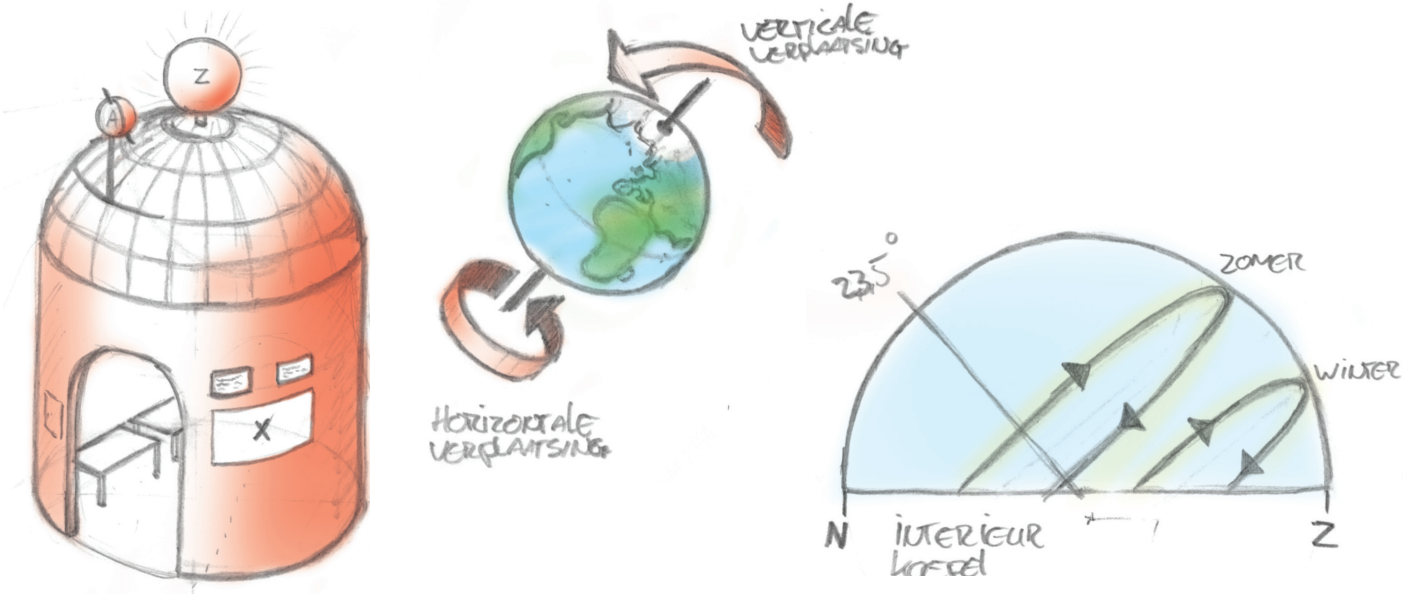
Conceptkeuze

Om te bepalen welke van de drie gegenereerde concepten de beste is, is er gebruik gemaakt van dezelfde scorebepaling als bij de ideeën: een normering aan de hand van een aantal factoren. Om een lijn te houden in de kwaliteitsbepalingen van de concepten zijn dezelfde dertien factoren gehandhaafd (bijlage E). Tevens kan er een vergelijking worden gemaakt tussen de kwaliteit van de ideeën op zich in verhouding tot de concepten. Hieronder staat de scoretabel van de concepten.



De gemiddelde score van alle drie de concepten is 70. De gemiddelde score van de ideeën is 54. De concepten scoren dus aanzienlijk beter dan de ideeën. Dit betekent dat het combineren van ideeën heeft geleidt tot een concept met meer positieve aspecten dan de ideeën op zich bezitten. Zelfs in vergelijking met de beste 12 ideeën is er nog een duidelijk verschil op te merken. De beste ideeën scoren gemiddeld 62,33. Een totaal van 7,67 punten lager dan het gemiddelde van de concepten.

Zoals te zien in de grafiek is concept twee het beste. Met dit concept zal dus verder worden gegaan in de detailleringsfase.



Concept 2

Bij een vergadering over de drie concepten kwam er vanuit Cosmos het verzoek een interactiever concept naar voren te brengen. Aanvankelijk werd hiervoor een poging gedaan concept 3 nieuw leven in te roepen. Het bleek echter practisch onmogelijk om van concept 3 een object te maken wat werkt en het doel vervult.

Tijdens een brainstormsessie met Jan van Alsté zijn er nog diverse suggesties naar voren gekomen over de mechanische uitwerking.

De leuning van de stoel waarop de gebruiker plaats neemt moet constant dezelfde kant op wijzen, net zoals de aardas. Dit is in winter en zomerstand practisch goed te doen. De leuning staat dan respectievelijk naar achteren en naar voren gekanteld. Wanneer het in het model herfst en lente is wordt de stand van de rugleuning echter lastig. Deze moet in die twee gevallen ofwel naar links ofwel naar rechts opzij leunen. Dit op een dusdanige manier dat de gebruiker ook gedwonen wordt mee te leunen. Deze functionaliteit is technisch lastig te realiseren en een onprettige houding voor de gebruiker, waardoor de aandacht wordt afgeleid van het object en de leerstof.

Een kritiekpunt van mijzelf op concept drie is dat het ondanks dat het een leuk speeltoestel zou zijn te laag scoort op het educatieve aspect. Leren hoe de seizoenen ontstaan gebeurt niet zomaar door op een schijf rond een zon te draaien. Aangezien educatie het hoofddoel is van het object valt concept drie daarmee definitief af.

Uit de conceptkeuze scoretest kwam reeds naar voren dat concept twee slechter scoort op de punten "Spel", "Plezier" en "Activiteit". Dit gebrek aan activiteit en interactiviteit is op te lossen door de functionaliteit van concept twee aan te passen. Om de bezoekers van de sterrenwacht meer en beter te betrekken bij het concept moet vooral hierop gericht worden in de conceptdetaillering.

Een goede leidraad om te hanteren bij het werken met spel en plezier factoren is het principe van de Game Mechanics.

"The term "game mechanics" is often used mechanics to describe the rules, objects, actions and space that are at the core of a game. All games include game mechanics that describe the playing area, the players, the rules of play and how play proceeds. Game mechanics set up the challenges and rewards that make game play enjoyable." (bron 7: Brian Burke – Gartner – Gamification – 2011)

In totaal zijn er 47 game mechanics (Bron 8: voorbeelden: SCVNGR (2010)), waarvan er acht goed toepasbaar zijn op concept twee. De omschrijvingen en voorbeelden van deze acht mechanics staan op de volgende pagina weergegeven.

1. Achievement

Definition: A virtual or physical representation of having accomplished something. These are often viewed as rewards in and of themselves.

Example: a badge, a level, a reward, points, really anything defined as a reward can be a reward.

7. Cascading Information Theory

Definition: The theory that information should be released in the minimum possible snippets to gain the appropriate level of understanding at each point during a game narrative.

Example: showing basic actions first, unlocking more as you progress through levels. Making building on SCVNGR a simple but staged process to avoid information overload.

9. Communal Discovery

Definition: The game dynamic wherein an entire community is rallied to work together to solve a riddle, a problem or a challenge. Immensely viral and very fun.

Example: DARPA balloon challenge, the cottage industries that appear around McDonalds monopoly to find "Boardwalk"

11. Contingency

Definition: The problem that the player must overcome in the three part paradigm of reward schedules.

Example: 10 orcs block your path

12. Countdown

Definition: The dynamic in which players are only given a certain amount of time to do something. This will create an activity graph that causes increased initial activity increasing frenetically until time runs out, which is a forced extinction.

Example: Bejeweled Blitz with 30 seconds to get as many points as you can. Bonus rounds. Timed levels

16. Envy

Definition: The desire to have what others have. In order for this to be effective seeing what other people have (voyeurism) must be employed.

Example: my friend has this item and I want it!

33. Progression Dynamic

Definition: a dynamic in which success is granularly displayed and measured through the process of completing itemized tasks.

Example: a progress bar, leveling up from paladin level 1 to paladin level 60

41. Social Fabric of Games

Definition: the idea that people like one another better after they've played games with them, have a higher level of trust and a great willingness to work together.

Example: From Jane McGonicgal's TED talk where she suggests that it takes a lot of trust to play a game with someone because you need them to spend their time with you, play by the same rules, shoot for the same goals.

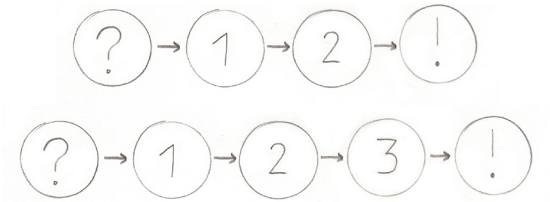
Er is dus gekozen voor het aanbrengen van een spel/speurtocht element. Dit versterkt het spel en plezier gevoel (twee factoren waaraan het concept nog onvoldoende scoort) en betrekt de gebruikers meer door het toepassen van de deze acht game mechanics.

Spel-/Speurtochelement

Bij het ontwerp zoals het nu is ontbreekt het aan opbouw in de leerstof. De gebruikers kunnen de experimenten in elke willekeurige volgorde doen of kunnen zonder problemen direct aan het werk met de projectie in het huisje. Om deze reden is het beter om een spel/speurtocht element toe te voegen aan het concept. Deze manier van zoektocht gevolgd door beloning zorgt zowel voor een betere lijn in het aanleren van de leerstof alsmede geeft het de gebruikers een doel om voor te werken. Het toepassen van een element als deze vereist dat de binnenkant van het huisje niet direct, niet zonder barrière toegankelijk is.

Er wordt een deur toegevoegd aan het concept. Deze deur is voorafgaand aan het gebruik van het object gesloten. Om de deur te openen moeten er de informatie waaruit de leerstof is opgemaakt in stukken worden ingevoerd middels een user interface. De exacte data die hierbij sequentieel moet worden ingevoerd is te halen uit de experimenten rondom het huisje en omvat samen de volledige leerstof. Buiten leren, binnen combineren is hierbij de achterliggende gedachte. Buitenom zijn de experimenten stap voor stap uit te voeren waar deze binnen in het huisje bij het bedienen en bekijken van de projectie gecombineerd kunnen worden. Dit sluit tevens aan bij de game mechanics 1, 7, 9, 16 en 33. (zie vorige pagina)

De eerste stap van 'Geen kennis' tot 'De aarde staat scheef en hierdoor verandert de lichtintensiteit gedurende een jaar' is een grote stap. Om de leerstof beter op te delen in niveaus zullen er drie experimenten zijn in plaats van de eerder genoemde twee. De experimenten zijn als volgt (in correcte volgorde):



- Scheefstand van de aarde
- Lengte van de dag
- Stralingsintensiteit

De data die ingevoerd moet worden om de deur te kunnen openen is dan als volgt:

1. Scheefstand van de aarde
   a. Hoek in de zomer
   b. Hoek in de winter

2. Stralingsintensiteit
   a. Percentage van maximale lichtsterkte in de zomer
   b. Percentage van maximale lichtsterkte in de winter.

3. Lengte van de dag
   a. 's Zomers is het langer/korter licht dan in de winter
   b. 's Winters is het langer/korter donker dan in de zomer

Conceptdetaillering

Voor de conceptdetaillering is het noodzakelijk om de volgende onderdelen van het concept verder uit te werken:

- Vorm van het huisje
  - Buitenzijde
  - Indeling van de buitenzijde.
  - Binnenzijde
  - Deur
  - Plaatsing

- Uitwerking van externe experimenten
  - Algemeen
  - Experiment A
  - Experiment B
  - Experiment C

- Licht en geluidseffecten

- Stoelen

- Interne bediening
  - Werking
  - Uiterlijk
  - Plaatsing

- Kijkramen

- Projectie

- Stroomschema

De uitwerkingen van deze onderdelen staan op de komende pagina's weergegeven.

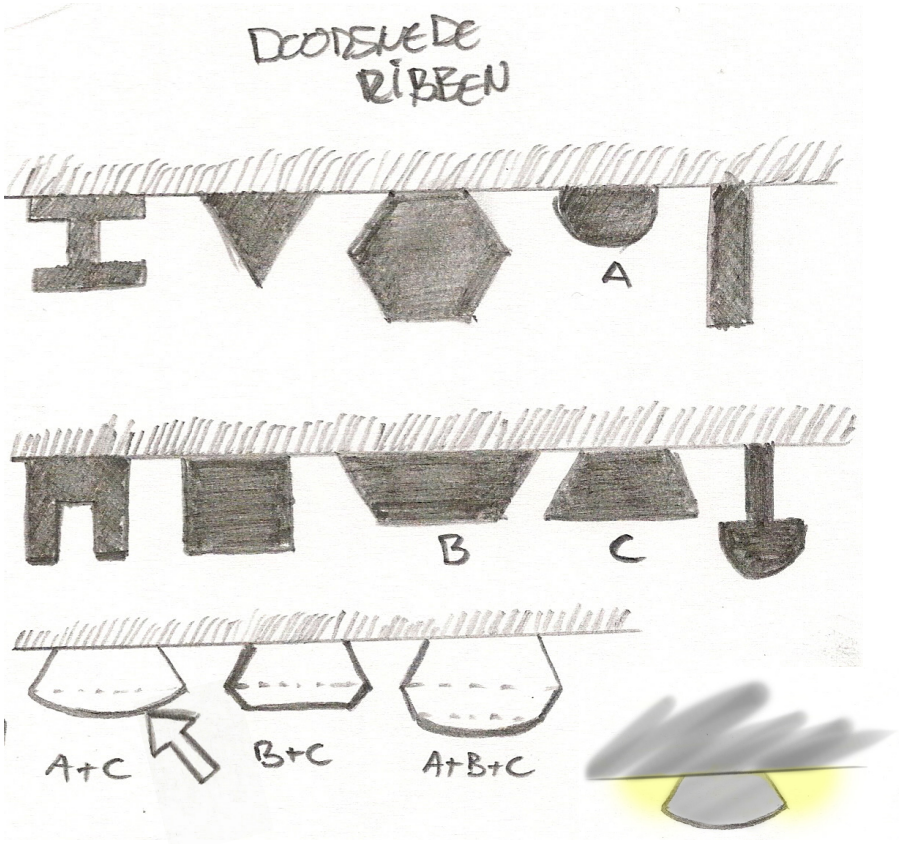
Bij de conceptdetaillering zijn voornamelijk eindresultaten weergegeven. Overige schetsen zijn te vinden in bijlage F

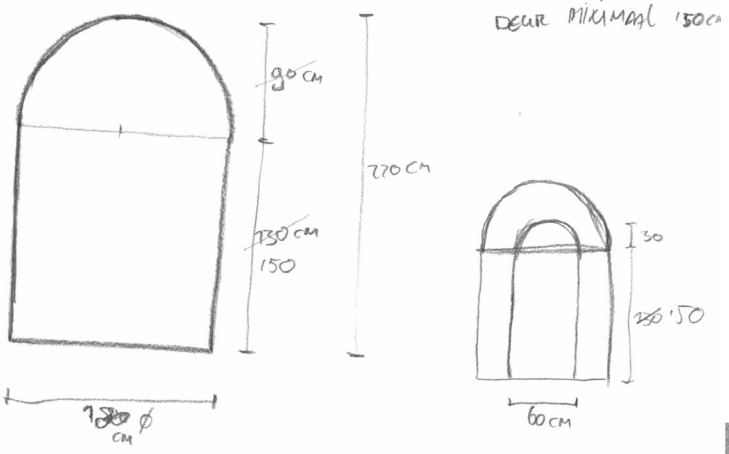
Vorm van het Huisje - Buitenzijde

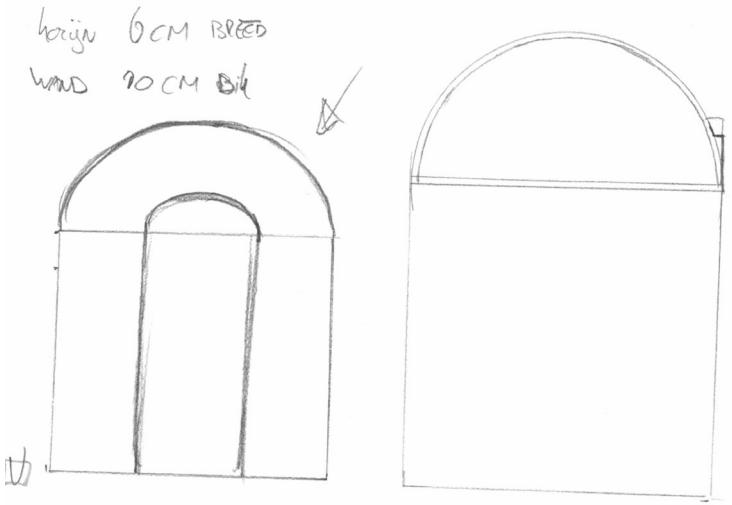
In basis is het het huisje cilindervormig met een koepeldak. Dit is een referentie naar een sterrenwacht koepel. Binnin wordt namelijk, net als in een koepel van een sterrenwacht, naar de hemel gekeken. De maximale afmetingen van het beschikbare oppervlak is 1,80 x 1,80 meter. Om het oppervlak in het huisje te maximaliseren zijn de buitenwerkse afmetingen maximaal gekozen.

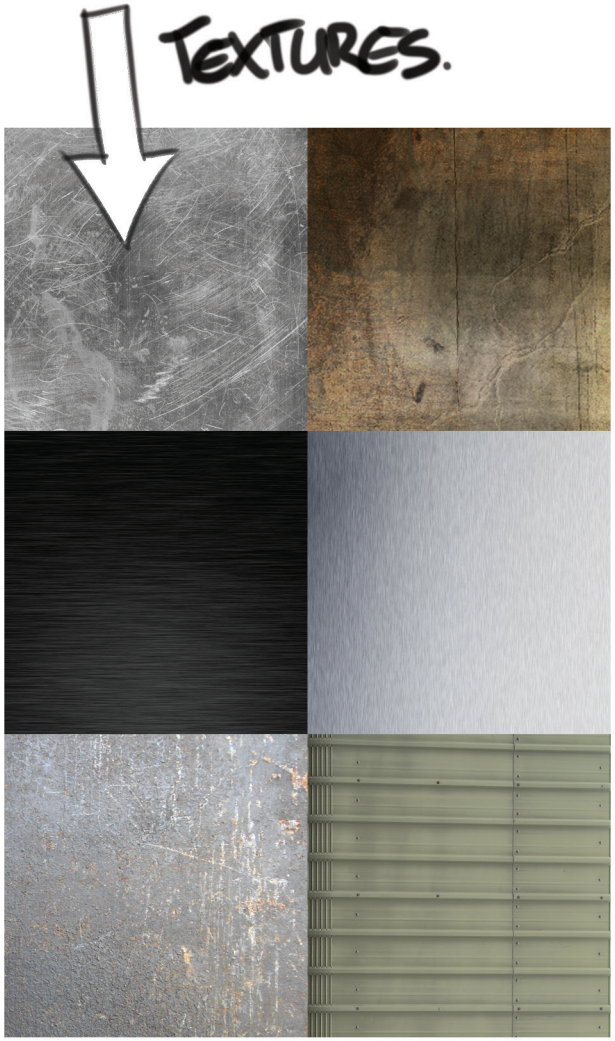
Een bolvormig koepeldak zou in dat geval 90 cm van de maximale hoogte in gebruik nemen. Dit laat een zeer nauwe ruimte over voor de deur en experimenten. Het koepeldak moet worden afgeplat tot een ellipsvormig dak. Zo blijft het koepel-uiterlijk genoeg behouden en blijft er ruimte beschikbaar voor de invulling van de wanden.

Om het beeld van een sterrenwacht koepel te versterken moet de buitenzijde meer gedetailleerd worden. Nergens is een sterrenwacht koepel een glad object. Het toevoegen van ribben op de buitenzijde van het huisje maakt het een sterker beeld. Daarnaast verstevigt de toevoeging van ribben de constructie en zorgt het voor een vorm van scheiding tussen de experimenten en andere onderdelen op de buitenwand van het huisje.




DEUR MINIMAAL 150CM
90 CM
270 CM
150
30
150
60 CM


90 CM


TEXTURES.

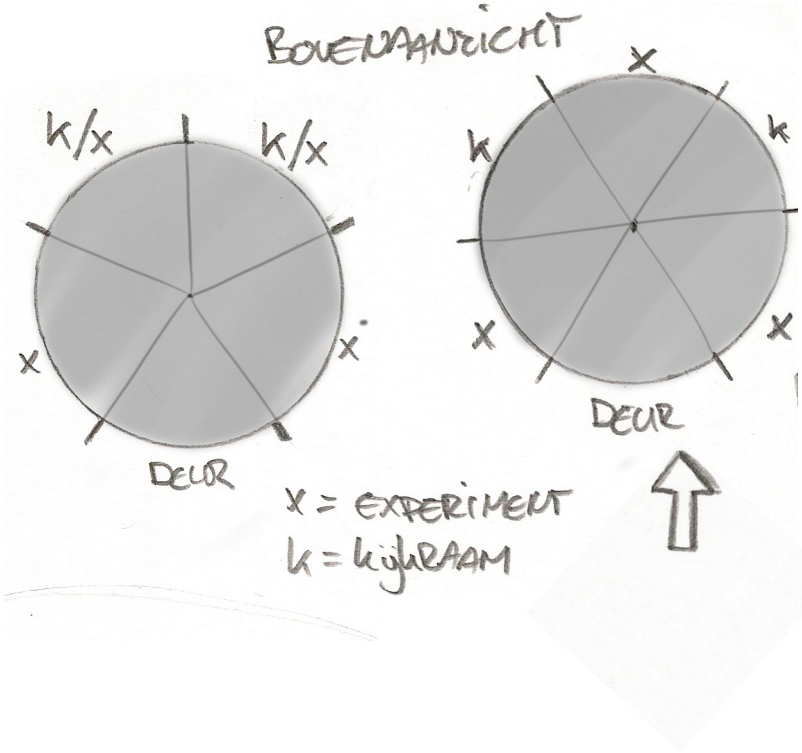
Vorm van het Huisje - Indeling Buitenzijde

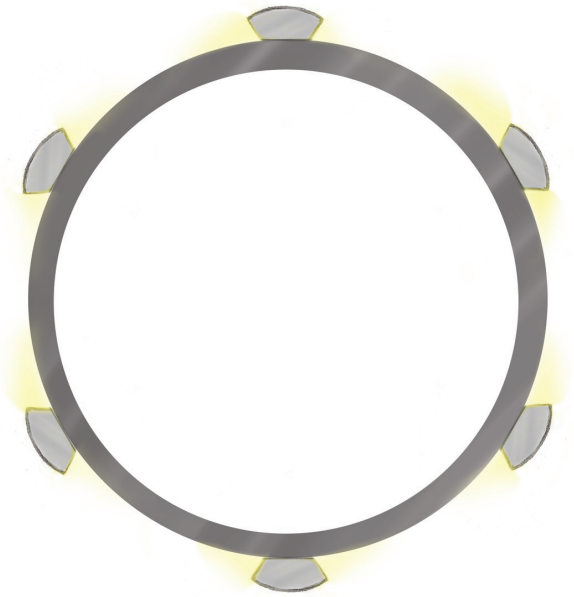
Op de buitenzijde van het huisje moet plek zijn voor een aantal onderdelen, namelijk: de 3 experimenten, de deur en een kijk-'raam'. Dit betekent dat de buitenzijde (door de ribben) moet worden opgedeeld in een vijftal vlakken.

Deze indeling in 5 vlakken geeft echter het probleem van asymmetrie. Om te voorkomen dat de ene zijde van het huisje drukbezocht wordt en de andere zijde niet is het van belang de experimenten, deur en kijkraam goed te verdelen. Bij 5 vlakken komen er altijd 2 of meer experimenten naast elkaar. De oplossing is een extra kijkraam. Nu wordt de buitenzijde van het huisje als hieronder getoond opgedeeld in 6 vlakken.

In elk kijkraam kan nu een van de beide bezoekers in het huisje zichtbaar zijn, zonder verder veel informatie over de inhoud prijs te geven. De experimenten zijn rondom gelijkmatig verdeeld. Hierdoor moeten de bezoekers volledig om het object heen.

Het verdelen in 6 vlakken maakt de afmetingen van de vlakken practischer. Door de cilinder van 1,80 meter diameter rondom in 6 gelijke vlakken te verdelen worden deze vlakken 94 cm breed. In het geval van 5 vlakken zouden deze 1,13 meter breed zijn. Dit is erg breed voor een enkel experiment.



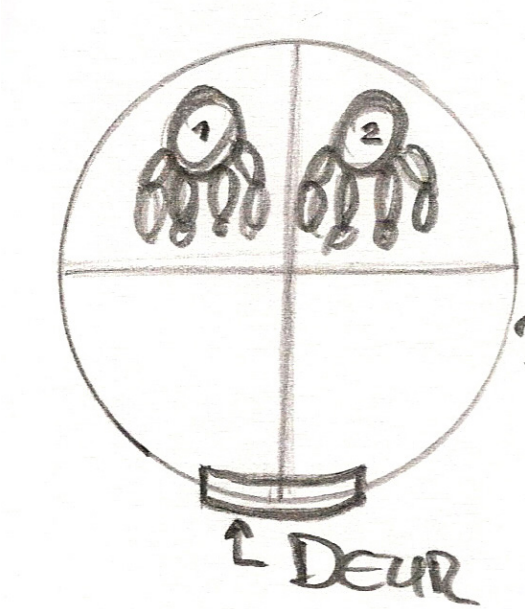


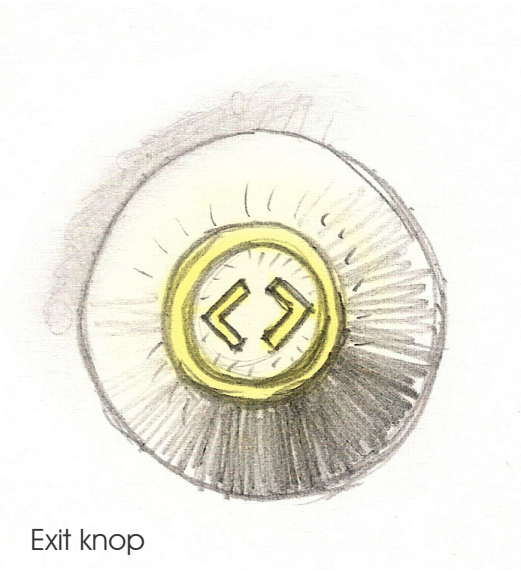
Vorm van het Huisje - Binnenzijde

Het uiterlijk en de vorm van de binnenzijde van het huisje zijn er op gericht de projectie en de ervaring van de projectie goed naar voren te laten komen. De binnenzijde van het huisje is zwart en donker, met uitzondering van subtiele verlichting en het licht afkomstig van de projectie. De wanden hebben grotendeels hetzelfde uiterlijk als aan de buitenzijde. Op de rand waar de verticale wand over gaat in de koepel is een gradient nodig om een soepele overgang tussen wand en projectie mogelijk te maken.

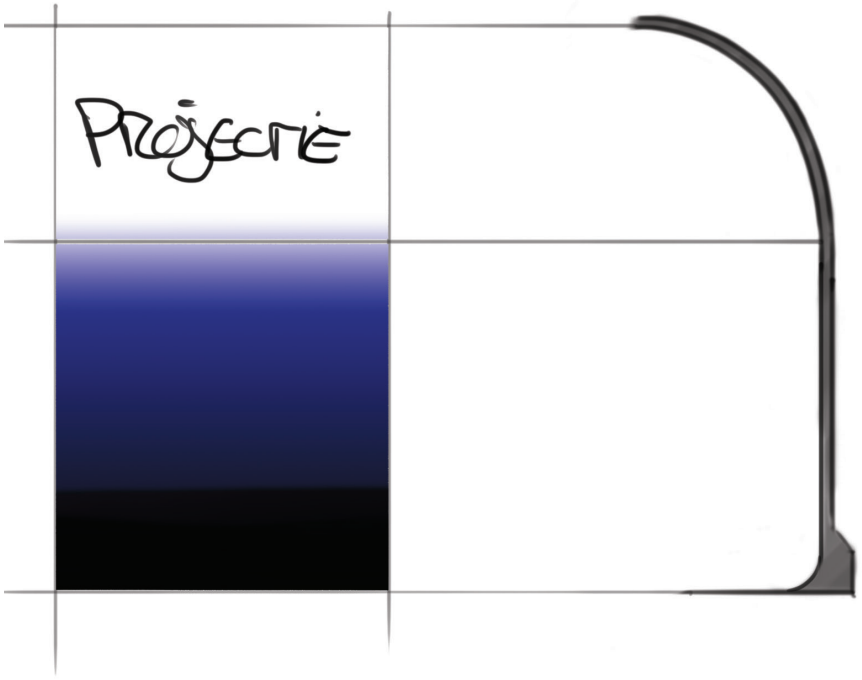
Recht tegenover de deur staan beide stoelen. Bij binnenkomst lopen de gebruikers dus recht op de stoelen af. Om de deur te allen tijde te kunnen openen moet er niet slechts een knop binnen in het huisje aanwezig zijn, deze moet ook goed zichtbaar zijn. In de donkere ruimte komt dit er op neer dat de knop voldoende verlicht moet worden. Om niet met taalbarrieren te zitten moet de functie van de knop middels iconen worden weergegeven.

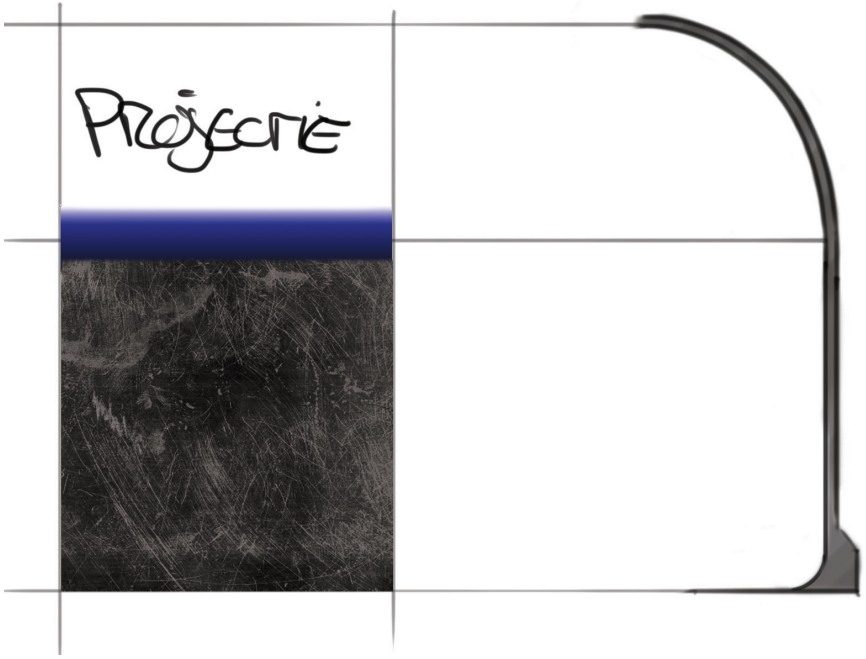
Omdat bijna alle randen in het object afgerond zijn zal ook de plint op de vloer aan de binnenzijde worden afgerond.





Exit knop


Projecté

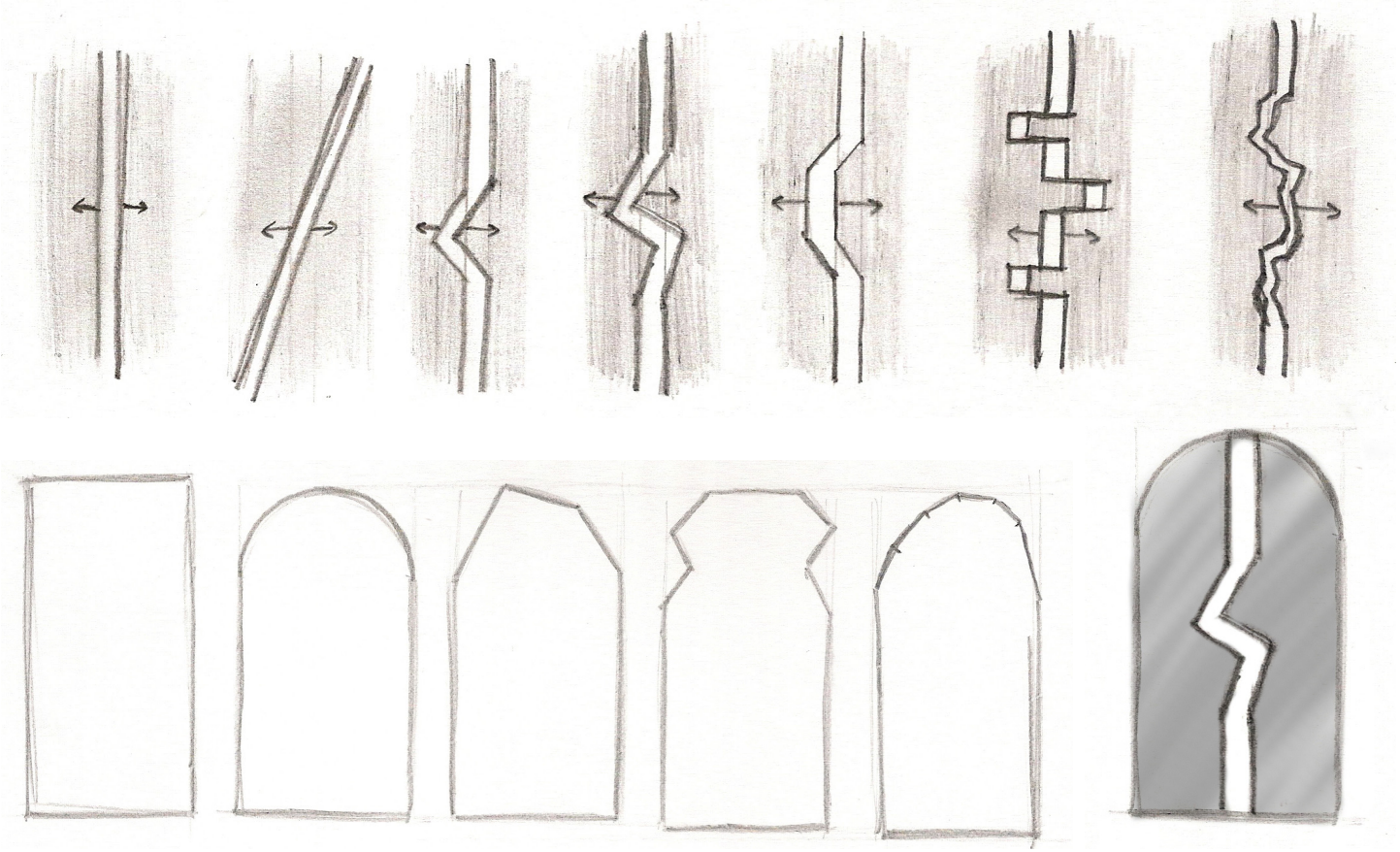

Projecté

Vorm van het Huisje - Deur

De deur van het object verzorgt een groot deel van het mysterie. Het verbergt de inhoud van het huisje. De deur moet dus aansluiten in de stijl van de ruimte, het heelal. Er is gekozen voor een deur met een hoekig gevormde afgeronde bovenkant. Dit geeft het idee van een poort naar de binnenzijde. Om dit beeld compleet te maken splitst de deur zich bij openen in tweeën. De gekozen stijl van deze splitsing sluit aan de vormen aan de bovenzijde van de deur. Bij het modelleren in 3D bleek dat deze vorm niet goed past bij de rest van het huisje. De deur met de ronde bovenkant is de nieuwe keus. De splitsing blijft gelijk.

Op de deur bevindt zich ook het paneel met de vragen die beantwoord moeten worden voor toegang en de interface waarop deze gegevens ingevoerd kunnen worden. De interface is een referentie naar de sluiting zoals te vinden is op de deur van een kluis of een andere beveiligde doorgang.

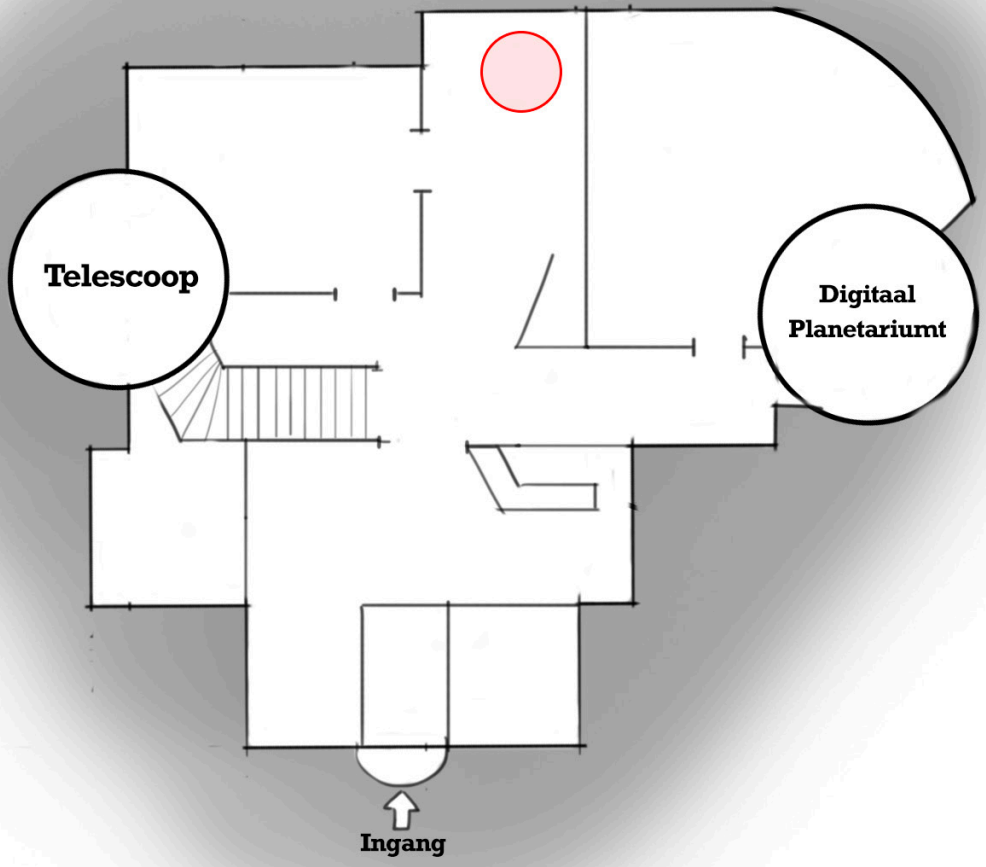
De deur moet in geval van nood altijd van beide kanten te openen zijn. Aan de binnenzijde is een 'open' knop geplaatst. Aan de buitenzijde is dit ook nodig, echter op een plek waar de knop niet zomaar toegankelijk is voor kinderen. Deze knop bovenop het kozijn van de deur geplaatst worden. De kracht waarmee de deur zonder knop geopend kan worden mag bovendien niet te hoog liggen.



Vorm van het Huisje - Plaatsing

De beste locatie voor het object zou zijn in de 'lichtzaal'. Hier is voldoende vrij vloeroppervlak en voldoende vrije hoogte. Aangezien de voornaamste oorzaak van de seizoenen (de veranderingen van) het licht van de zon is, past het object ook om deze reden goed in de hiervoor genoemde zaal.

De beste oriëntering is met de deur van het huisje richting de hoofdingangingang van de sterrenwacht. Zo is de deur van het huisje gelijk goed zichtbaar en zijn de experimenten redelijk ver aan de achterzijde te vinden, in de door het gebrek aan ramen meer donkere hoek. In de afbeelding is het object in rood weergegeven



Externe Experimenten - Algemeen

Zoals eerder vermeld zijn er een drietal experimenten aanwezig op de buitenzijde van het object. Tijdens het vervolg van het hoofstuk conceptdetaillering zullen deze experimenten experiment A, B en C genoemd worden.

Bij experiment A, de scheefstand van de aarde, zijn er twee waarden van belang. De scheefstand tov de zon in de winter, en in de zomer.

Bij experiment B, het aantal uren dag, zijn het aantal uren dag in de zomer, en het aantal uren dag in de winter belangrijk.

Ten slotte zijn er bij experiment C ook een tweetal waarden van belang. De zonnekracht in de winter, en in de zomer.

In totaal zijn er dus een zestal codes die door de gebruikers achterhaald moeten worden om er zeker van te zijn dat alle onderdelen van de leerstof zijn overgebracht.

Parameter	**Experiment**	**Waarde**	**Code Nummer**
Scheefstand	A	23,5 graden (zomer)	1
		-23,5 graden (winter)	2
Daglengte	B	16 uur 49 minuten (langste dag, zomer)	3
		7 uur 40 minuten (kortste dag, winter)	4
Zonnekracht (in percentage van maximum)	C	88% (langste dag, zomer)	5
		25% (korstste dag, winter)	6

De lengte van de dag aanduiden in uren en minuten is een zeer lastige opgave. Dit omdat het bijbehorende experiment werkt met geworpen schaduwen op een bol. Een beter resultaat van het experiment is dat de gebruikers aan kunnen geven wanneer de dagen en nachten langer zijn.

Een tweede versimpeling is het afronden van de zonnekracht in procenten. Hier wordt in het experiment wederom gewerkt met schaduwen wat nauwkeurig aflezen extra lastig maakt. Bij het afronden op brokken van 5 % wordt weinig informatie verloren maar wordt het gebruiksgemak aanzienloijk bevorderd.

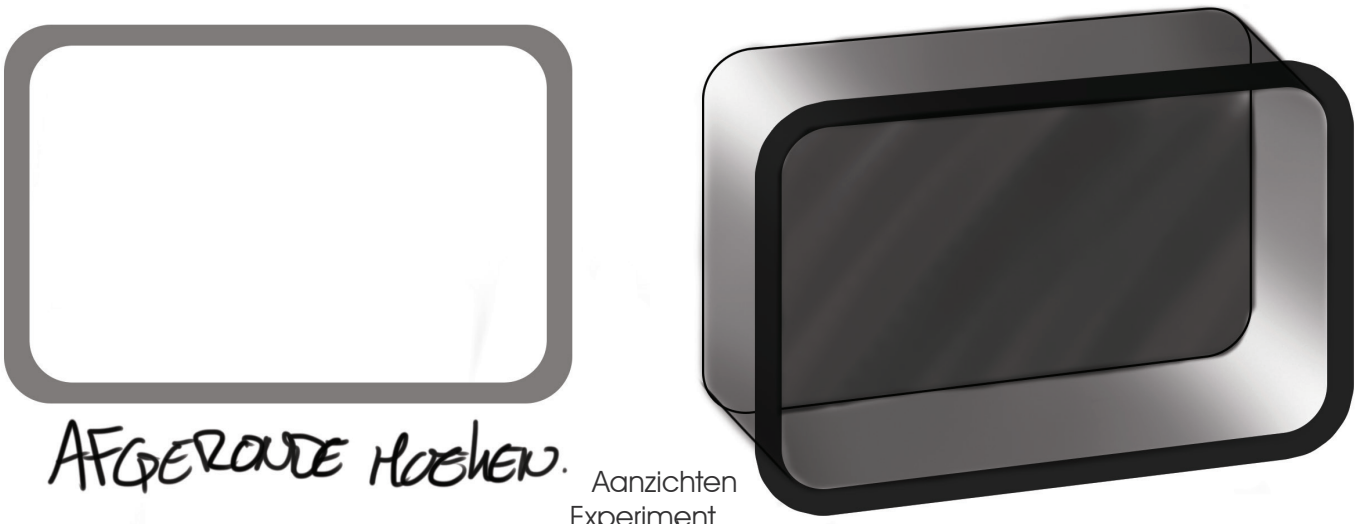
Aangezien experiment B in de huidige situatie lastiger is dan experiment C zullen deze worden omgedraaid.

De nieuwe tabel met parameters is dan als volgt:

Parameter	Experiment	Waarde	Code Nummer
Scheefstand	A	23,5 graden (zomer)	1
		-23,5 graden (winter)	2
Zonnekracht (in percentage van maximum)	B	85% (langste dag, zomer)	3
		25% (korstste dag, winter)	4
Daglengte	C	's Zomers zijn dagen langer	5
		's Winter zijn nachter langer	6

Het uiterlijk van alle 3 experimenten moet hetzelfde zijn, dit om een lijn te krijgen in het ontwerp. De experimenten worden geplaatst in verzonken vitrines. Deze zitten een groot deel in de wand van het huisje, en steken voor een deel uit de wand naar buiten.

De ruimte waarin de experimenten in de wand zitten is 70 cm breed en 50 cm hoog. Deze afmetingen zorgen voor balans tussen het oppervlak van het experiment en het totale wandoppervlak. en bieden voldoende ruimte voor zowel het experiment als ondersteunende teksten.



Aanzichten Experiment

Om de stijl nog verder gelijk te trekken zal de achtergrond bij alle experimenten hetzelfde zijn. De weergave van alle experimenten is een aanzicht op de aarde (en zon) vanuit de ruimte. Om deze reden is het toepasselijk dat de achtergrond een sterrenhemel is. Dit geeft gelijk een vrij donkere achtergrond wat de aandacht niet afleidt van de experimenten zelf.

De bediening van de experimenten is ook allen in dezelfde stijl. En zal gebruik worden gemaakt van originele metalen rode klep-zwachtels. Deze geven de gebruiker van het experiment een gevoel van authenticiteit. Het draaien dient enigzins zwaar te gaan. Deze tactile feedback versterkt de ervaring van de gebruiker.

Extern Experiment A

Experiment A laat de gebruiker uitvinden hoe scheef de aarde staat in de zomer en winter. Er is een draaibaar model van de aarde en een stationair model van de zon. De gebruiker kan het model van de aarde zelf handmatig draaien. Zodra deze in een van de twee juiste standen staat (23,5° of -23,5°) gaat de seizoensaanduiding bij elk halfrond branden. Als het noordelijk halfrond correct naar de zon toe is gekanteld zal bij het noordelijk halfrond de zomer-aanduiding gaan branden, en bij het zuidelijk halfrond de winter aanduiding.

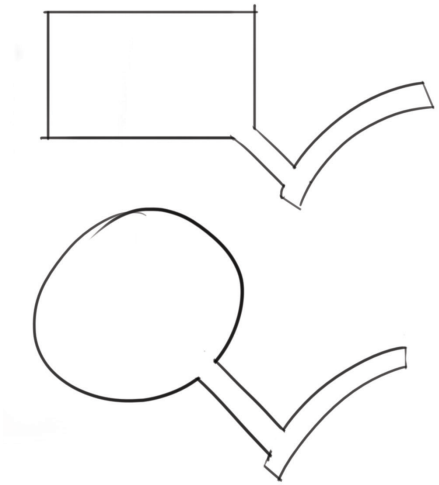
Om de hoek van de aarde voldoende nauwkeurig te kunnen bepalen is het noodzakelijk dat er een overbrenging tussen de interface en de aarde zit. Het model van de aarde zit achter glas terwijl de controls, de interface, onder het experiment geplaatst zijn. Om voldoende snelheid te kunnen halen bij het experimenteren kan de overbrenging niet te klein zijn en om voldoende nauwkeurig te kunnen werken mag de overbrenging niet te groot zijn. Een draai van 90 graden van de controls geeft een halve graad draaing van de aarde. Elke volledige draai van de interface geeft dan 2 graden verdraaiing van de aarde. Zo is in 23,5 draai te wisselen tussen de zomer en winterstand. Het is niet wenselijk dat de aarde volledig ondersteboven te draaien is. Om deze reden zal er een blokkade moeten zitten bij +45 en -45 graden. Zo blijft er voldoende ruimte over voor experimentatie zonder dat het uit de hand kan lopen.

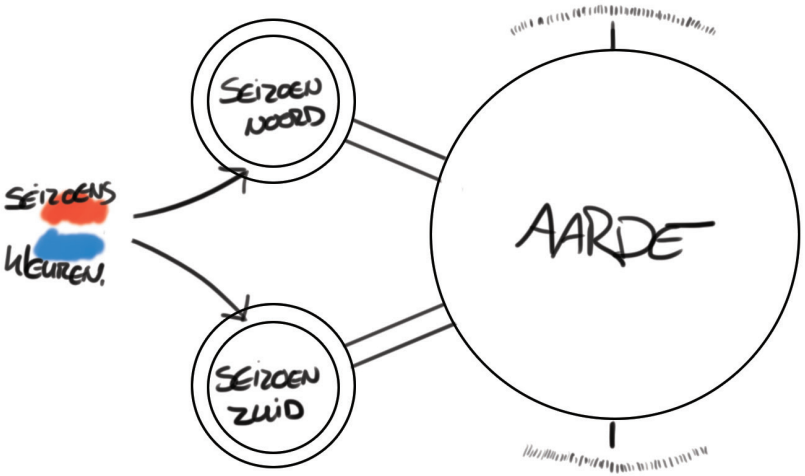
De overbrenging van 180:1 is een lastige verhouding. Met één set tandwielen is dit niet te realiseren. Een combinatie van een wormwiel-tandwiel overbreningen (1:60) en een 90° tandwieloverbrenging (1:3) zorgen voor een goede hoek en zijn redelijk vrij van speling.

Om de herkenbaarheid van het model van de aarde zo hoog mogelijk te maken is een fotorealistische aarde het meest geschikt. Aan de aarde zijn een tweetal aanwijzers gemonteerd. Een aan de noord- en een aan de zuidpool. Deze aanwijzers geven op een schaalverdeling aan hoe groot de hoek is die de aarde maakt.

Ook moet de locatie van de zon duidelijk worden aangegeven.

"tekstballonnen" om het seizoen op het aangewezen halfrond aan te duiden.

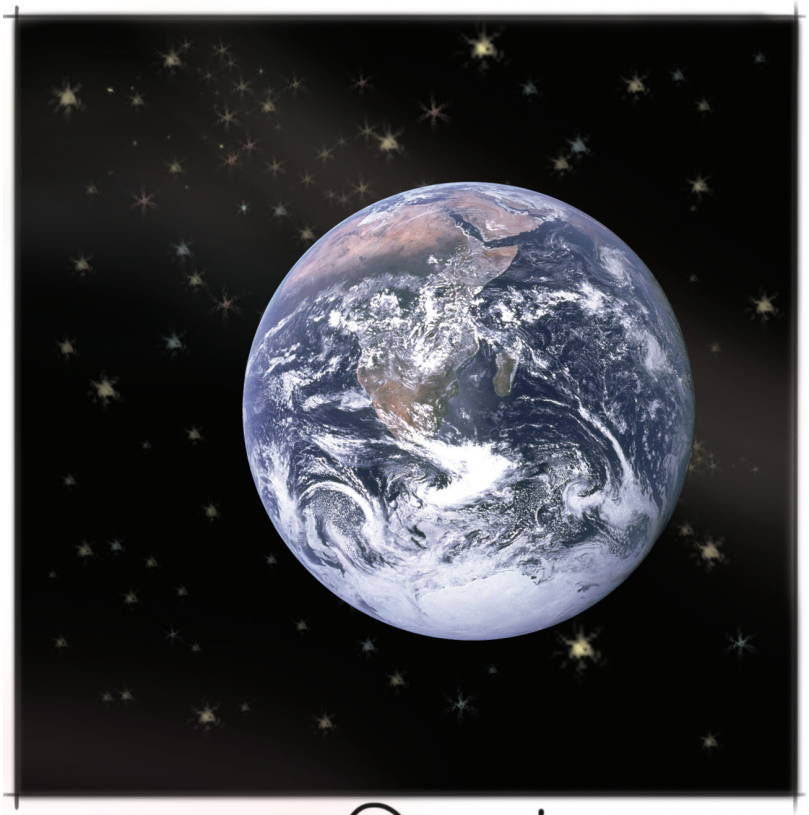




ICOON - WEERGAVE

WINTER

SUMMER



FOTOREEL

Experiment A

Tekst

Tekst

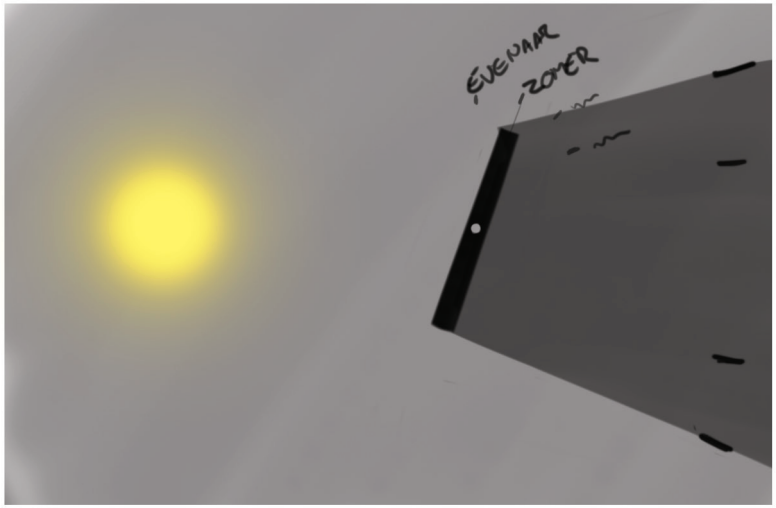
Experiment A

Extern Experiment B

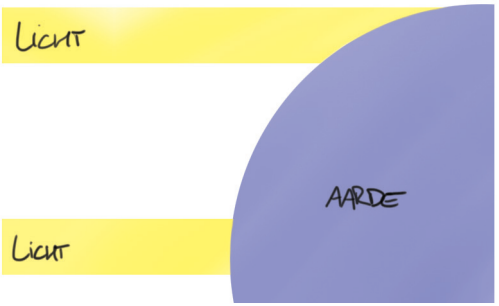
Bij experiment B leert de gebruiker hoe intens het licht is wat in de zomer of winter op nederland valt. Hier is een 1:1 overbrenging tussen controls en experiment voldoende. De gebruiker kan de hoek van nederland ten opzichte van de zon bepalen en zo de hoek van lichtinval beheersen. De hoeveelheid opgevangen licht wordt weergegeven door de grootte van de schaduw. De gebruiker zet de aarde in de juiste stand en leest de waarde bij de schaduw af om te weten hoeveel procent van de maximaal mogelijke lichtintensiteit er op nederland valt in die specifieke stand.

Aangezien het licht niet perfect horizontaal binnen kan vallen zal er eenzelfde lichtbron worden gebruikt als in experiment A: een puntbron. Hierdoor wordt er geen rechte schaduw geworpen maar een driehoekige. Dit heeft tot gevolg dat de schaalverdeling van de percentages cirkelvormig wordt. Dit heeft echter geen invloed op het gebruiksgemak.

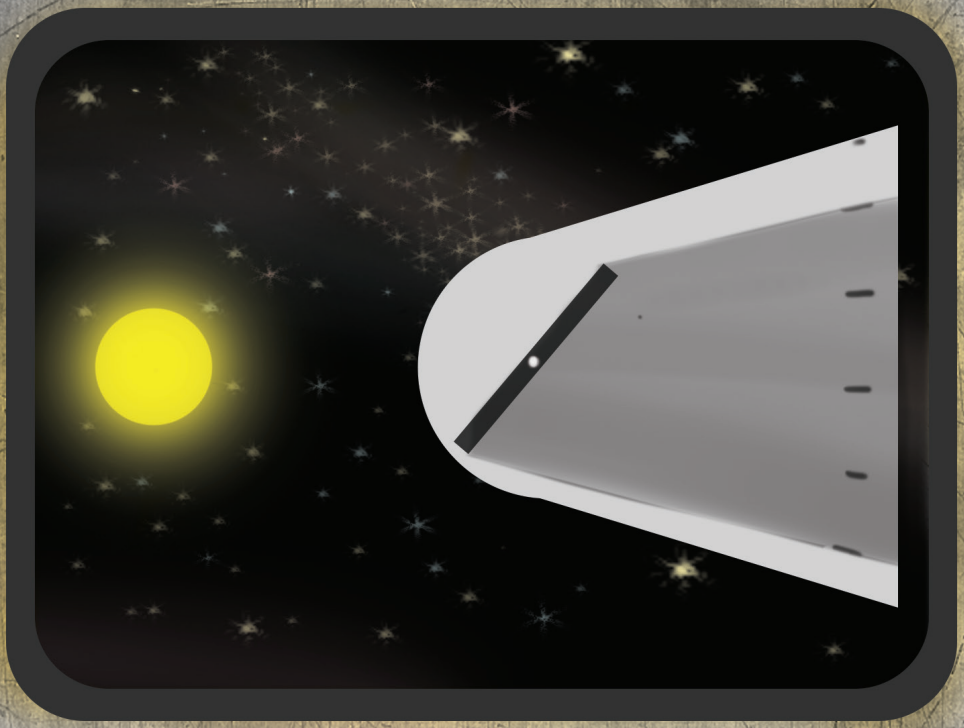
Ook hier zal nederland fotorealistisch worden weergegeven met een aanduidelijk voor Lattrop.



Om het duidelijker te maken dat bij een vlakkere hoek het invallende licht over een groter oppervlak moet worder verdeeld is het verstandig een extra afbeelding bij de begeleidende tekst te plaatsen waarin dit feit wordt benadrukt.



Experiment B



Tekst

Tekst

Experiment B

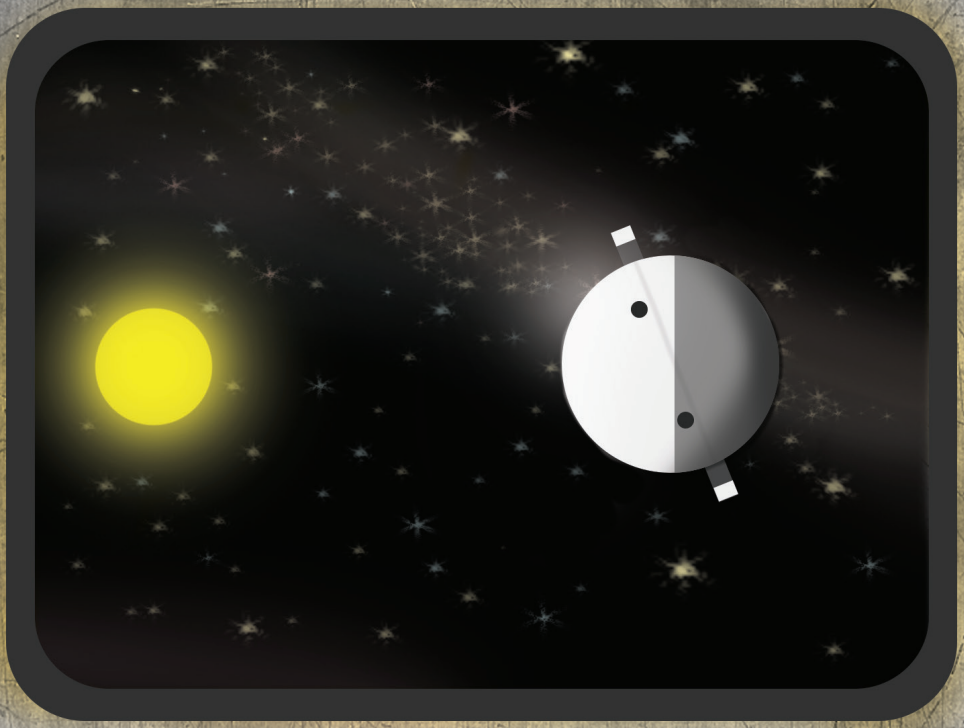
Extern Experiment C

Experiment C laat de gebruiker zien wanneer de dagen en nachten langer of korter zijn. Hiervoor moet een model van de aarde kunnen kantelen en om haar eigen as kunnen draaien. Het ophangen van de aarde in een kantelbare beugel, en de aarde om haar as laten draaien door een aanlopend wiel is de eenvoudigste en meest onderhoudvrije oplossing.

De gebruiker heeft een tweetal controls om de aarde te bedienen. Een voor de scheefstand, welke kan varieren tussen de zomer- en winterstand, en een voor de draaiing van de aarde om haar as, welke ongelimiteerd is. Voor de draaiing om de as is het eerder beschreven rode wiel goed bruikbaar. Voor de kanteling van de aarde is een hendel beter. Dit zorgt voor meer afwisseling en komt beter overeen met de gemaakte beweging. De enige standen die nodig zijn bij het kijken naar de daglengte is de winter-, de zomer- en de tussenstand (rechtop). De scheefstand mag dus 1:1 worden overgebracht tussen de controls en de aarde. Voor de draaiing van de aarde om haar as is die verhouding niet handig. De stippen kunnen dan niet nauwkeurig genoeg in of uit de schaduw gedraaid worden. Een overbrenging van 1:4 is hier meer geschikt. Deze ratio's zijn beide met een enkele tandwieloverbrenging te realiseren.

Er moet voldoende licht van een zon op de aarde schijnen om de geworpen schaduw goed te kunnen zien op de aardbol. De zon moet dus niet alleen voldoende fel zijn, maar ook goed gericht worden op de aarde en uit de ogen van de gebruikers. De practisch zwarte achtergrond helpt hierbij. Bij experiment B zijn deze laatste opmerkingen ook van toepassing.

Experiment C



Tekst

Tekst

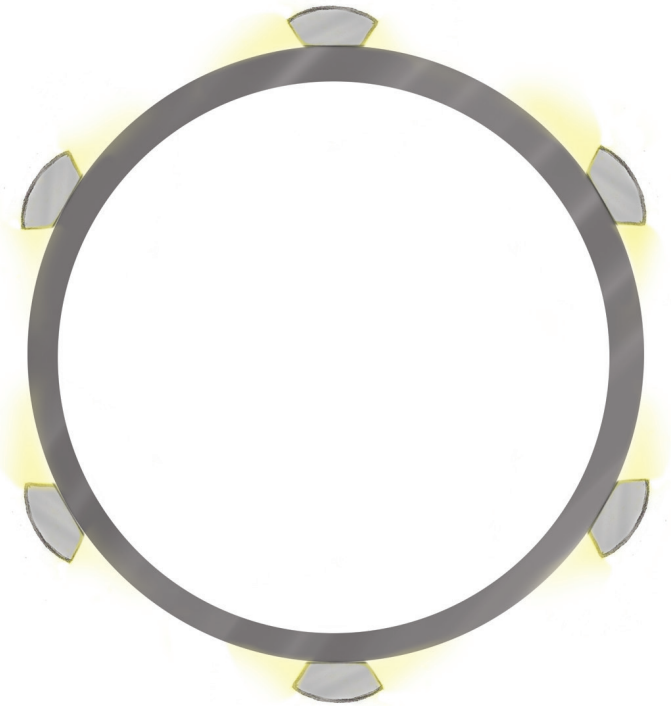
Experiment C

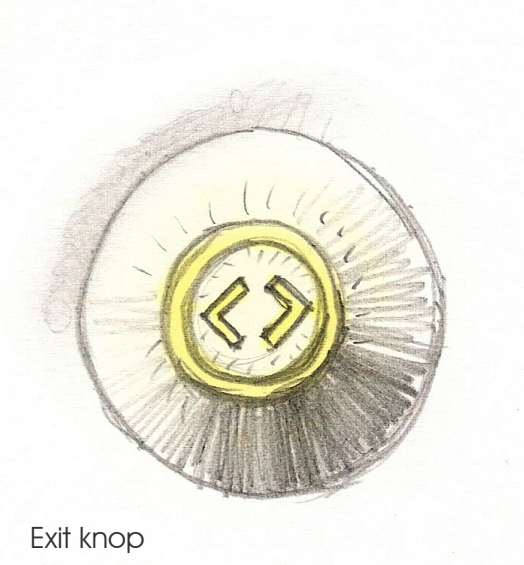
Lichteffecten

Zoals eerder al is gebleken zal er op diverse manieren van lichteffecten gebruik worden gemaakt. Aan de binnenzijde is de verlichting simpel. De projectie op het plafond van het huisje is tijdens gebruik de enige bron van licht. Zolang de deur geopend is zal er meer verlichting zijn. Dit om de gebruikers te helpen hun weg te vinden. Bij het sluiten van de deuren zal het licht dimmen (als een bioscoop) en de projectie geactiveerd worden. Dit is voor de gebruikers een duidelijke indicatie dat er wat staat te gebeuren.

Aan de buitenzijde van het huisje zijn meerdere lichtbronnen aanwezig. Vanuit de ribben straalt licht indirect, dus via de wand van het huisje. Ook om de experimenten heen schijnt op deze manier licht. Daarnaast geven alle beedschermen licht. Hierdoor wordt de aandacht van de potentiële gebruikers getrokken. Alle invoerpanelen zijn verlicht om ook hier duidelijk te maken dat deze functioneel zijn en gebruikt mogen worden. Bij het indrukken van een toets zal deze extra oplichten om de invoer te bevestigen. Binnen de experimenten geeft het model van de zon het licht.

Al deze lichtbronnen tesamen zorgen voor een goede opbouw van de sfeer en spanning.





Exit knop

Geluidseffecten

Om de sfeer nog verder te versterken worden er geluidseffecten ook toegepast. Aan de buitenzijde van het huisje komt dit geluid kijken bij het invoeren van gegevens op de deur. Dit geluid zal zacht genoeg zijn om alleen lokaal waar te nemen. Bij het indrukken van een toets volgt er een bliepje. Bij het correct beantwoorden van een vraag komt er een bevestigend geluid en bij het onjuist beantwoorden een negatief geluid (een korte zoemer). Bij de invoer van de experimenten zal er op natuurlijke wijze een iets piepend geluid ontstaan bij de wielen, en een klak geluid bij de hendel van experiment C.Het openen en sluiten van de deur gaat gepaard met een pffff geluid. Te vergelijken met een pneumatische deur.

Eenmaal binnen, bij de projectie, komen de belangrijkste geluiden tot stand. Deze geluiden versterken de ervaring in het huisje zelf. Bij het draaien van de aarde (en daarmee de projectie) komt een geluid als een rondzwaaiend touw; een whoosh. Sneller draaien geeft een hogere, luidere toon. Langzamer draaien een lagere, stillere toon. Als de aarde korte tijd stilstaat in een bepaald seizoen, voornamelijk zomer of winter, dan zal een bijpassend geluid worden afgespeeld. Hier zijn vier scenario's mogelijk:

Zomer, overdag in Nederland: Strandgeluiden, gespeel van kinderen.
Zomer, 's nachts in Nederland: Krekelgeluiden.
Winter, overdag in Nederland: Ijspret, schaatsgeluid, krakend ijs.
Winter, 's nachts in Nederland: Sneeuwstorm.

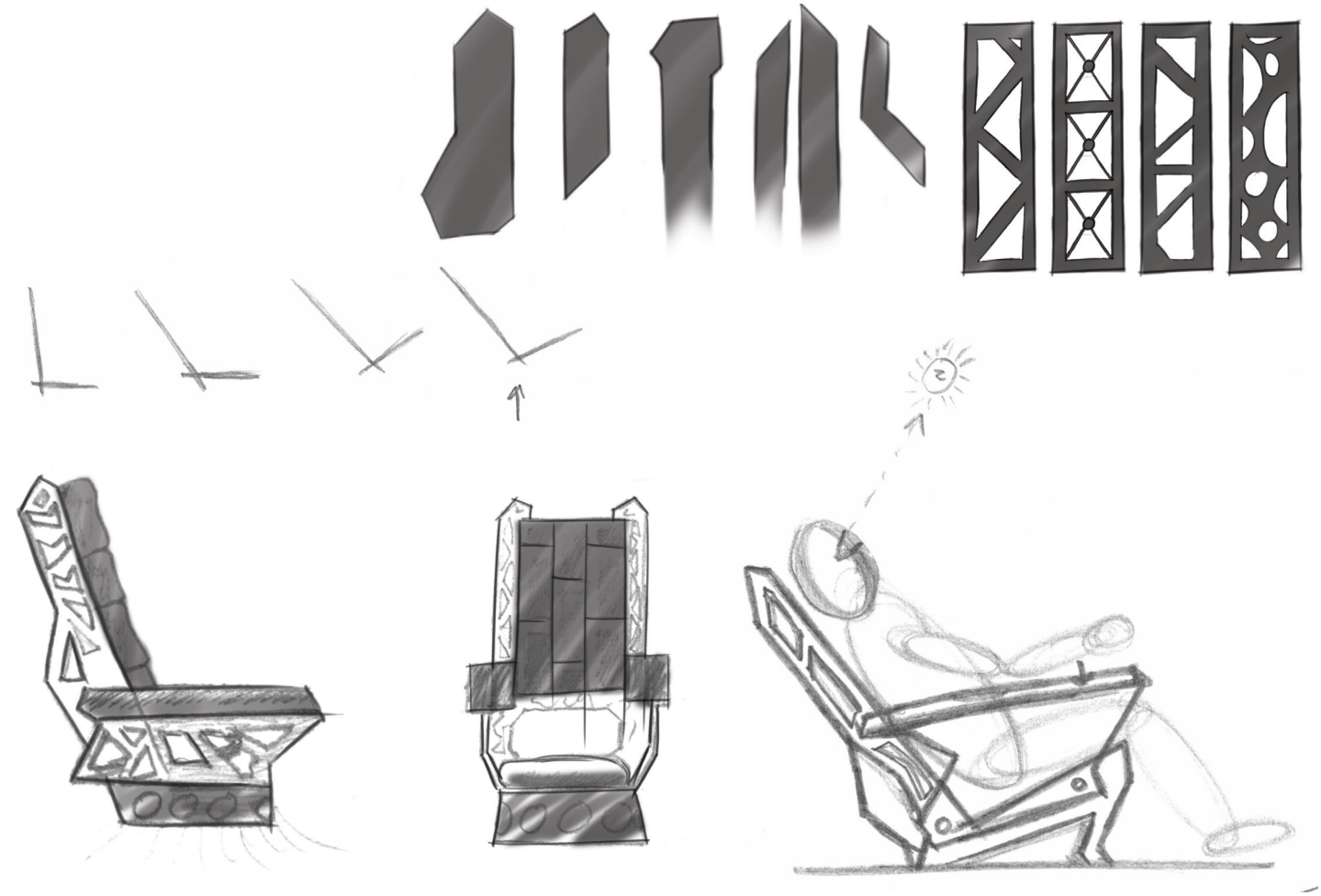
Op de invoer bij de experimenten na komt alle geluid digitaal tot stand.

Stoelen

De stoelen moeten de gebruikers in de juiste positie brengen voor het bekijken en bedienen van de projectie. De zithoek is dus van belang. Om het onderhoud te minimaliseren en de stoelen robuust te houden zijn de stoelen niet verstelbaar. Dit betekent wel dat de stoelen voor het merendeel van de gebruikers geschikt moet zijn qua afmetingen.

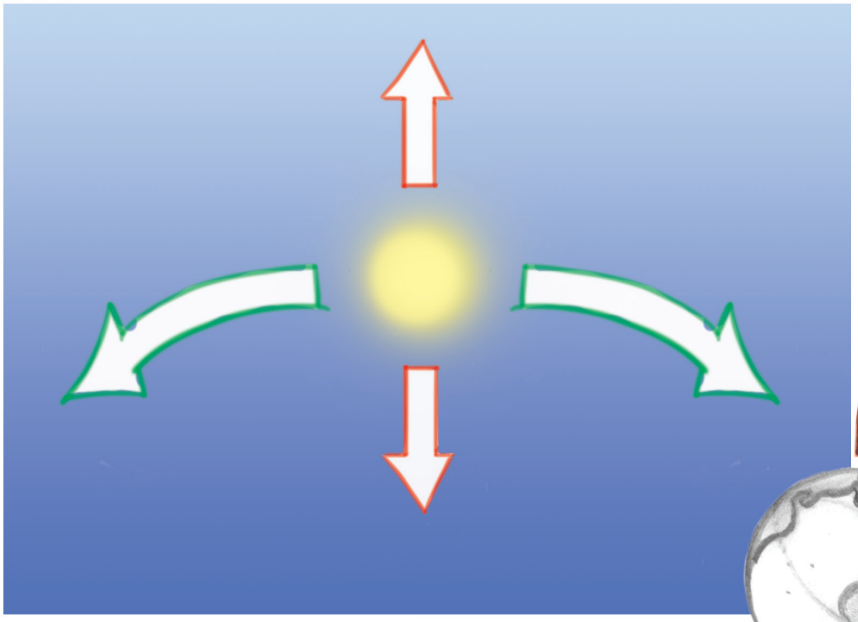
Het uiterlijk van de stoelen is enigszins technisch/science fiction getint. Dit geeft de gebruikers het gevoel plaats te nemen in een serieuze machine.

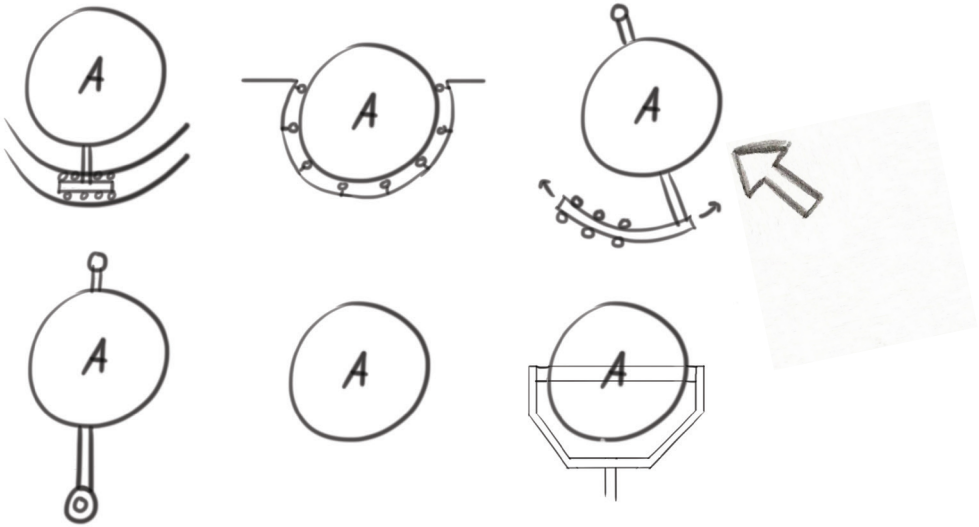
De afmetingen van de stoelen zijn aangepast op de gemiddelde afmetingen van 12 jarigen. De zittingen zijn 40 cm diep, 45 cm breed (om genoeg ruimte over te laten voor eventuele volwassenen) en zitten 35 cm van de grond af.[bron 6]



Interne Bediening - Werking

Voor een goede werking van de projectie is het noodzakelijk dat de controls goed werken. Het model van de aarde moet soepel kunnen functioneren en goed bereikbaar zijn. Het is dus geen optie om het model van de aarde voor meer dan de helft in te kapselen. De beste manier om de controls te monteren en te laten functioneren staat in de onderste afbeelding weergegeven. Deze optie geeft de gebruiker veel ruimte, heeft voldoende bewegingsvrijheid en laat kanalen vrij voor bekabeling en sensoren.



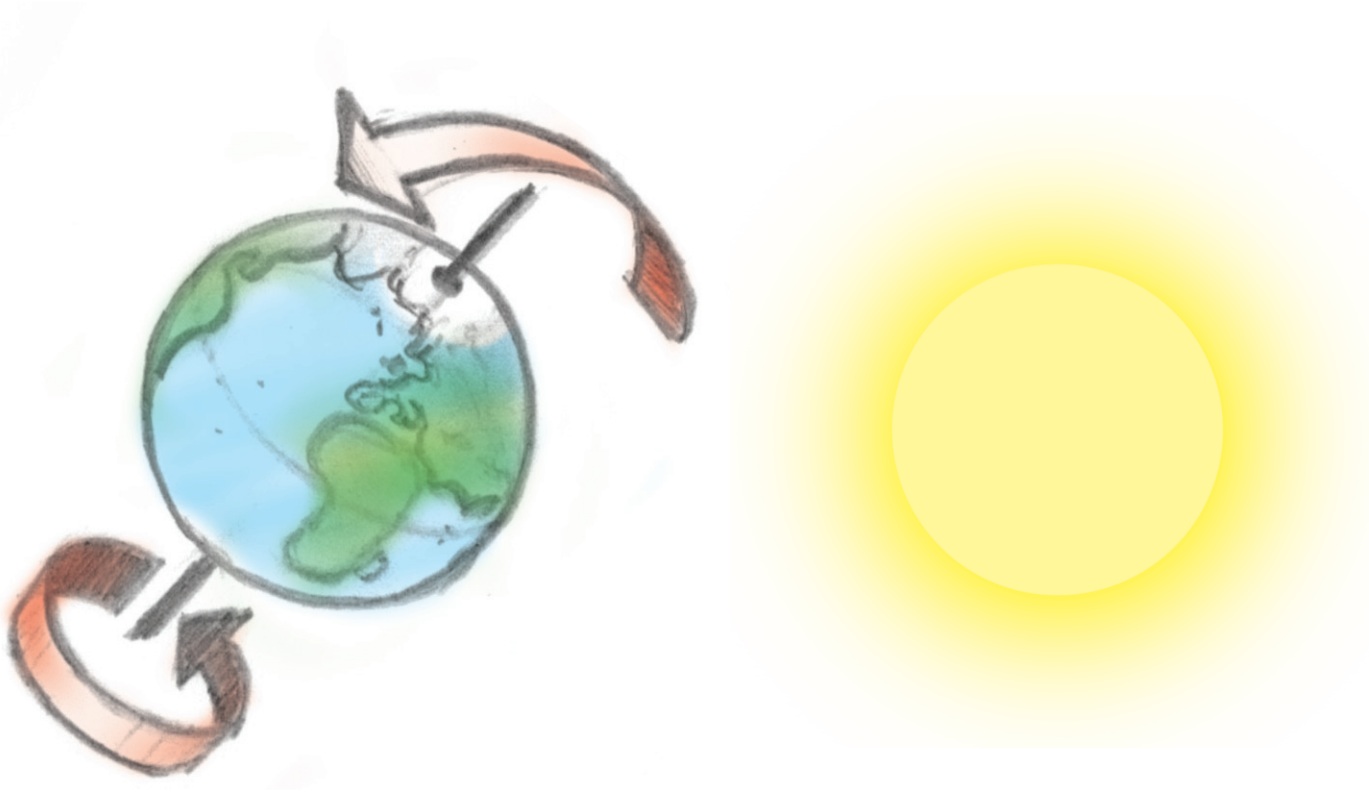


Interne Bediening - Uiterlijk

Het moet bij de interne bediening goed duidelijk zijn wat de aarde is, wat de zon is en waar deze twee elementen zich ten opzichte van elkaar bevinden. De aarde moet een fotografische aarde zijn. Deze weergave lijkt met meest op de werkelijkheid en kent iedereen van afbeeldingen. Op de aarde moet een aanduiding komen voor Lattrop. Dan is duidelijk te zien waar op aarde de gebruikers zich op dat moment bevinden. De projectie is op dit punt afgesteld.

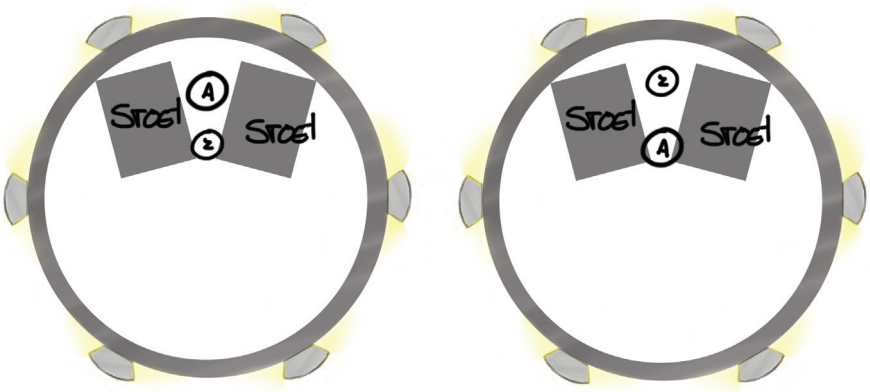
De meeste mensen kennen niet het werkelijke uiterlijk van de zon. Een iets versimpeld model is voldoende. Het van binnenuit belichten van de zon maakt het duidelijker dat dát de zon is.

30 à 35 cm in diameter is een goed hanteerbaar formaat voor het model van de aarde. De zon kan in dat geval niet op schaal worden weergegeven. (De zon zou meer dan 32 meter in diameter moeten zijn). Gelijk formaat van beide modellen zou verwarring op kunnen leveren. Een goede diamater voor het model van de zon is 15 à 20 cm. Dit is aanzienlijk kleiner omdat de zon slechts ter referentie aanwezig is. De aandacht gaat naar het model van de aarde.



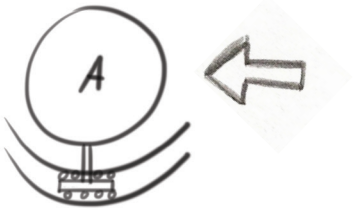
Interne Bediening - Plaatsing

Om te zorgen dat beide personen goed bij de controls kunnen moeten deze in lengterichting tussen de stoelen in worden geplaatst. Dit kan op twee manieren: De zon aan de rugzijde van de stoel en de aarde ervoor, of de zon aan de voetzijde met de aarde erachter.



Qua projectie kijken de gebruikers in het huisje naar het zuiden. Zij zien de projectie van de zon dus altijd voor of naast zich, nooit achter. De meest logische keuze zou zijn om te kiezen voor de variant waar de zon bij de voetzijde is geplaatst met de aarde erachter, tussen de gebruikers. Dit geeft echter problemen met de bereikbaarheid van de controls. Om toch te voldoen aan real-world mapping (het correct positioneren van objecten/onderdelen ten opzichte van de omgeving) is de beste oplossing de zon op een verlenging van de armleuning, tussen de voeten te plaatsen. In dit geval is de aarde op/tussen de armleuningen geplaatst.

Aangezien het model van de aarde in dit geval niet meer aan het einde van de leuning staat is het noodzakelijk de opbouw van de bewegende delen van dit model aan te passen. De afbeelding hiernaast laat de nieuwe beste methode zien. Hier kan het model van boven benaderd worden en is de onderkant gebruikt om het model te ondersteunen.

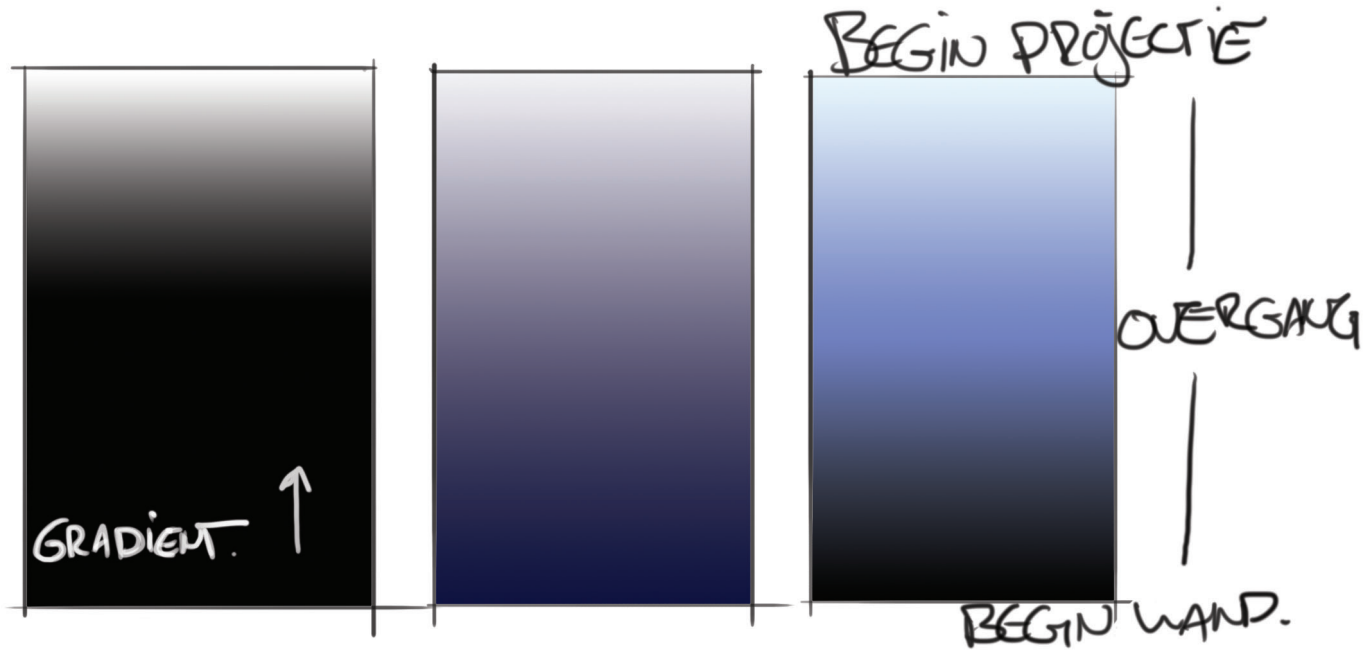


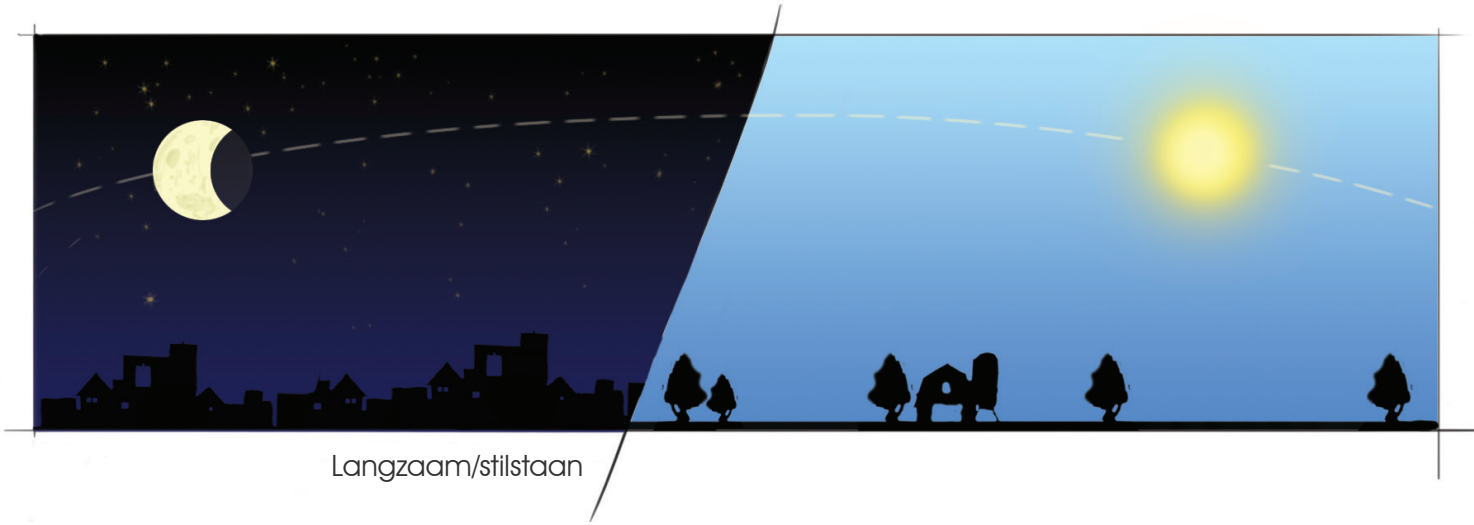
Projectie

De projectie is, net als bij de experimenten, een fotorealistische weergave. 's Nachts is de maan zichtbaar en zijn er sterren, bij zonsopkomst zal de lucht van zwart, via donkerblauw, rood en oranje naar helder blauw kleuren. Dit geeft de gebruikers in het huisje de meest levensechter ervaring. In de projectie is bij het draaien van de aarde het dag-nachtritme te zien. De kanteling van de aarde geeft de hoogte van de zon boven de horizon. Wanneer de gebruikers de aarde vrij snel om haar as draaien zal de projectie ook snel moeten bewegen. Om dit gevoel van snelheid te versterken vervaagt het beeld tot een veeg. Hoe sneller de draaiing, hoe sterker de vervorming.

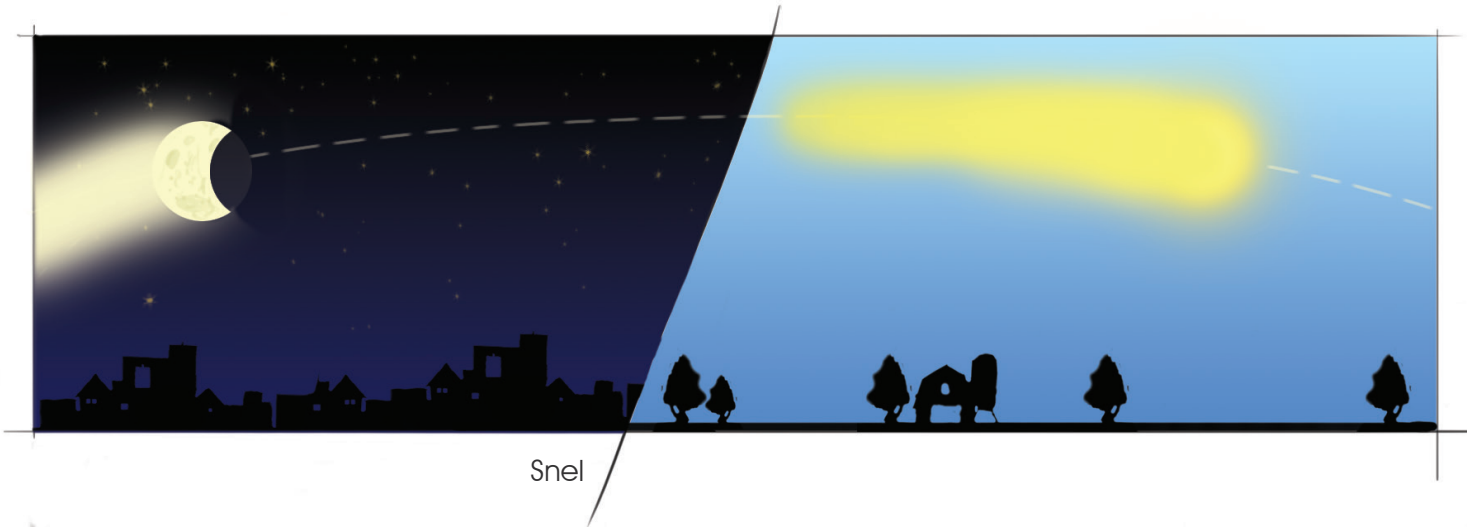
Aan de horizon is als detail een silhouet zichtbaar van een landelijke omgeving met nabij enkele steden en dorpen, net als de werkelijke omgeving van Cosmos.

De projectie loopt middels een gradient vloeiend over in de wand van het huisje. Deze subtielere overgang vermindert het gevoel dat het een slechts een projectie is met een scherpe afscheiding.





Langzaam/stilstaan



Snel

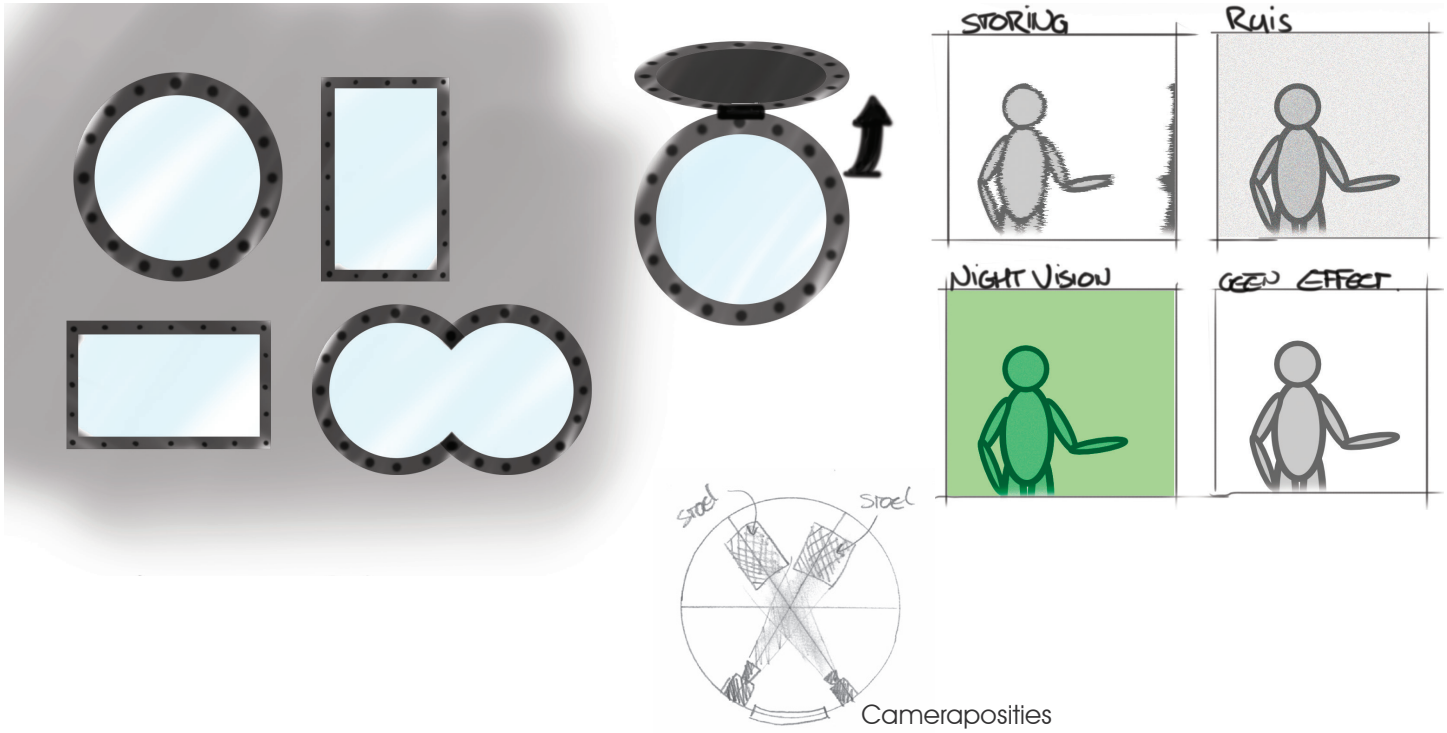
Kijkramen

Om de kijkramen significant te laten verschilllen van de experimentbakken is ervoor gekozen deze cirkelvormig te maken. Dit geeft de gebruiker het idee van een patrijspoort, een vorm die goed aansluit bij het metalen, industrieel ogende uiterlijk van het huisje. Tevens is er een luik aangebracht om de kijkramen te verstoppen. Zo moeten de gebruikers eerst zelf een handeling uitvoeren. het openen van het luik) voodat er naar binnen kan worden gekeken. Dit maakt de inhoud van het huisje extra mysterieus. De luiken worden voorzien van een zelfremmende gasveer. Hierdoor zullen de luiken automatisch sluiten en is het niet mogelijk om met de luiken te slaan.

Door het beeld wat zichtbaar is in de kijkramen donker en mysterieus aan te kleden wordt de nieuwsgierigheid van gebruikers buiten verder vergroot. Nachtzicht camera's of een groen (dititaal) filter over het beeld geven dit gewenste effect.

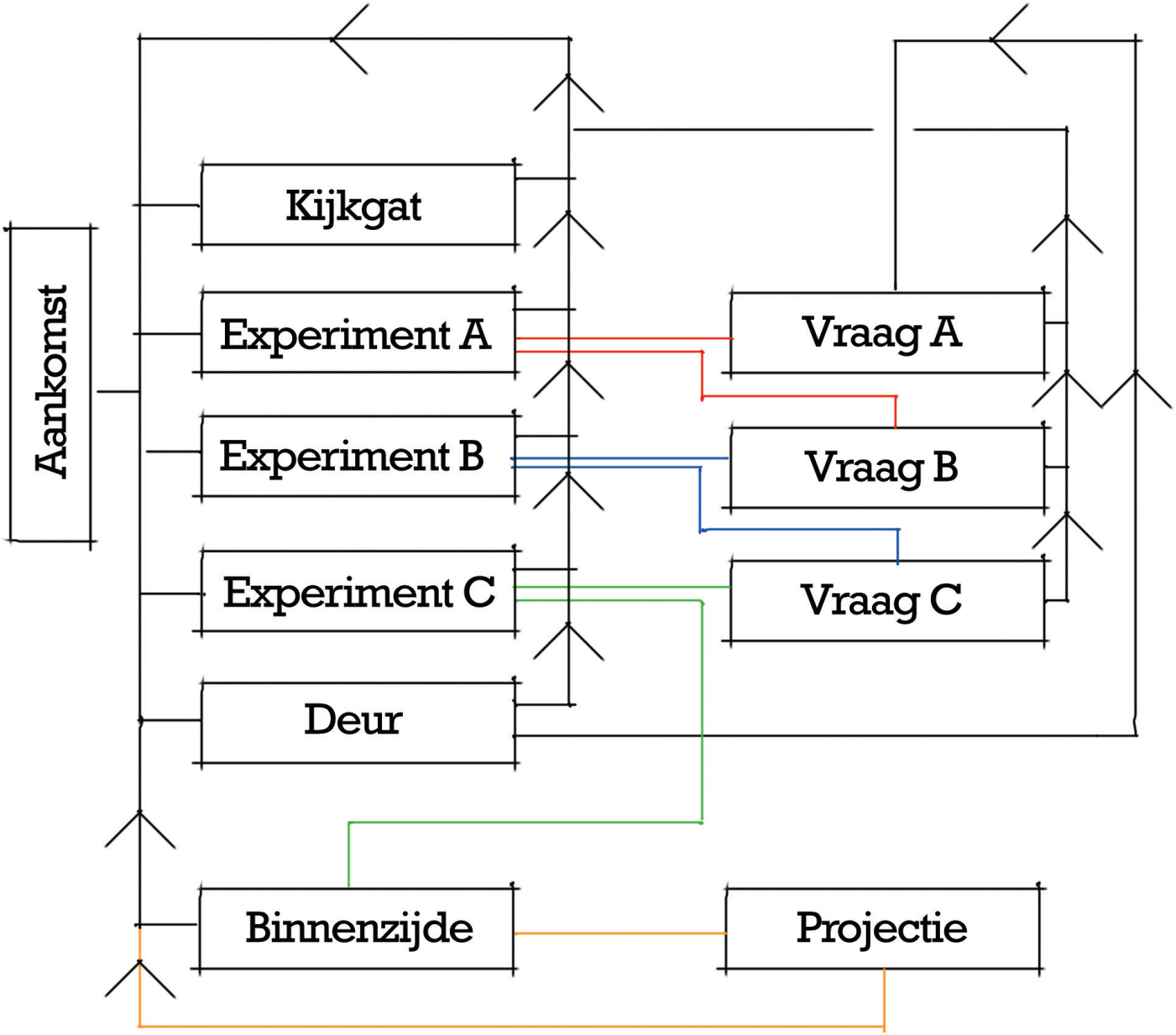
Belangrijk is dat zowel de controls als de projectie te allen tijde buiten beeld blijven. Als deze in het zicht zouden komen is voor de gebruikers een groot deel van de spanning en het mysterie weg. Puur de gebruikers komen in beeld. Dit geeft niet alleen een spannende inkijk in de inhoud van het huisje, het is ook een vorm van sociale controle en het biedt mogelijkheden voor ouders of begeleiders om de kinderen binnen in de gaten te houden.

Doordat de monitoren aan de buitenzijde niet direct naast elkaar zijn geplaatst is het voor een buitenstaander niet mogelijk beide inzittenden tegelijkertijd te zien. De informatie die verkregen wordt uit de beelden blijft ook hierdoor zeer beperkt.



Cameraposities

Stroomschema



4. Test

Om te controleren of het object de vereiste functie vervult, is het nodig een test uit te voeren. Het belangrijkste aspect van het object is het overdragen van de leerstof. Dit ene aspect is cruciaal voor het functioneren van het hele object. Om deze reden zal er getest worden op de overdracht van de leerstof op de gebruikers. Om een eerlijke test te hebben moet deze zoveel als mogelijk lijken op hoe het object uiteindelijk zal moeten functioneren. Om deze reden worden er drie prototypes gemaakt, een voor elk experiment.

Vervolgens wordt de gebruikstest uitgevoerd.

Aan de hand van de uit de test verkregen resultaten kan worden bepaald of er aanpassingen van het ontwerp nodig zijn en zo ja, welke.

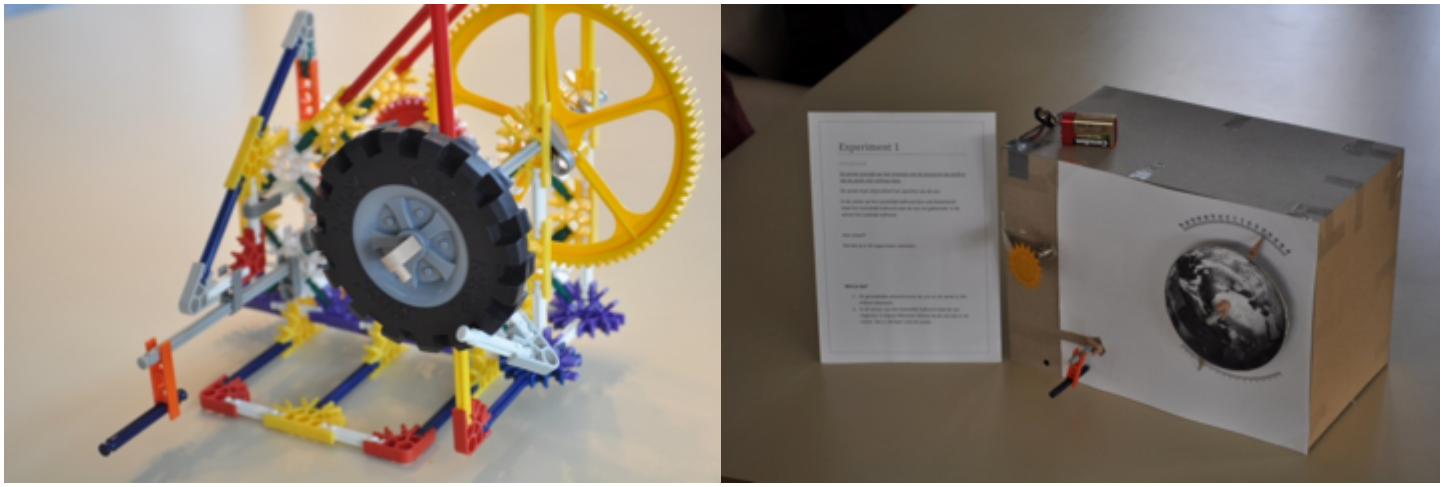
Prototype

Om te toetsen of de leerstof daadwerkelijk door het concept kan worden overgedragen aan de gebruiker moet er een test worden uitgevoerd. De drie experimenten zijn de overdragers van de leerstof, dus van deze drie onderdelen moet een testbaar prototype worden gemaakt. Dit prototype moet functioneel gezien zo veel mogelijk hetzelfde zijn als het ontwerp. Het uiterlijk van het prototype is in deze fase nog van minder belang. Als de onderdelen in staat van prototype werken moet het in het eindproduct ook voldoen.

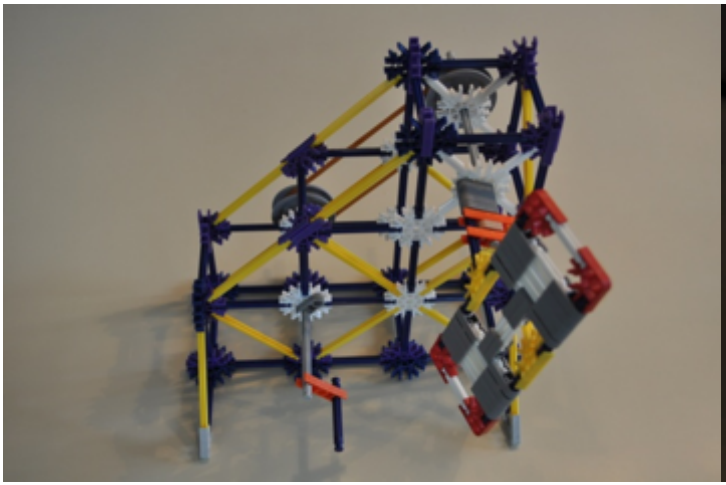
De drie experimenten zijn voor de test gemaakt van K'NEX, een constructiespeelgoed. Hiermee is het relatief simpel een werkend prototype te maken waarmee getest kan worden. Om het geheel estetisch te verbeteren is ervoor gekozen de K'NEX zoveel mogelijk te verstoppen in een omhulsel van karton. Hierdoor wordt de gebruiker tijdens de test niet afgeleid door de constructie en ziet de proefpersoon een simpele, schone weergave, meer lijkend op het eindproduct. Hier zal de achterliggende constructie namelijk ook niet zichtbaar zijn.

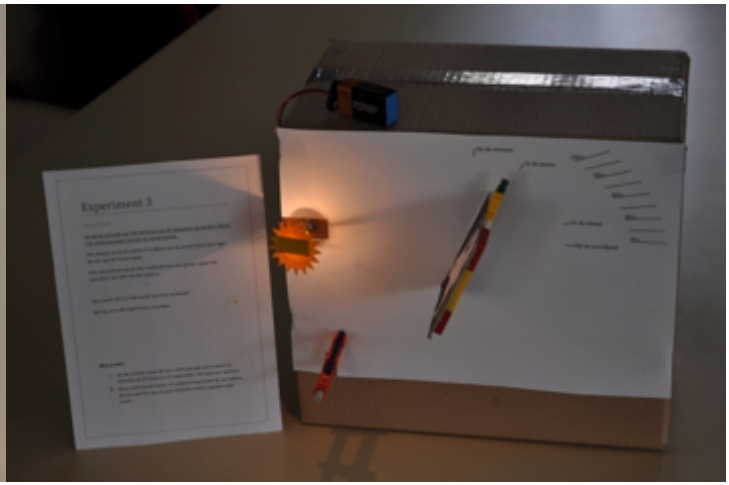
Hieronder staan afbeeldingen van de prototypes van de drie experimenten, zowel met als zonder kartonnen omhulsel.

Naast fysieke prototypes zijn er ook tekst/informatiebordjes gemaakt. De teksten van deze bordjes zijn te vinden in bijlage G.

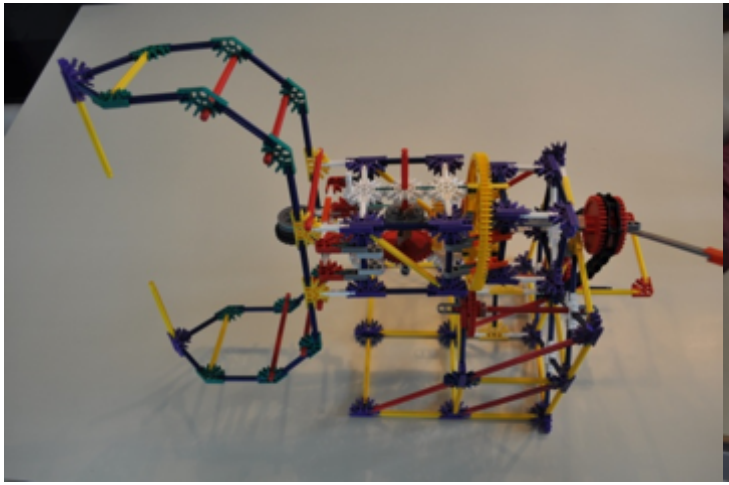


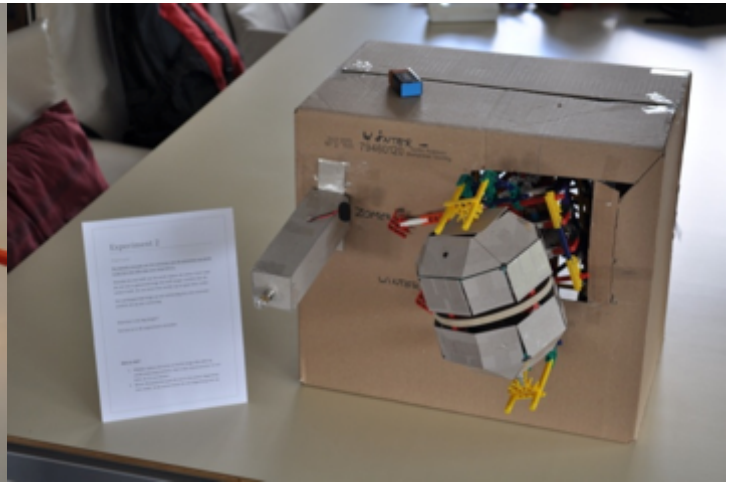
Experiment 1 - Scheefstand





Experiment 2 - Lichtintensiteit





Experiment 3 - Daglengte

Gebruikstest

Bij de gebruikstest is het van belang er achter te komen of de drie experimenten de leerstof goed kunnen overdragen op de gebruiker. Hiervoor is het noodzakelijk zowel voor- als achteraf de kennis over het ontstaan van de seizoenen vast te leggen. Tussentijds zullen de 6 respondenten gebruik maken van de experimenten. Dit gebruik moet zo goed als mogelijk een benadering zijn van het eindproduct. Om deze reden zal de vraagstelling net zo worden gedaan als in het eigenlijke ontwerp. In plaats van vragen op een display bij de deur krijgen de proefpersonen echter een papieren vragenlijst. De vragen zijn verder identiek.

Vragenlijst

Vóór de test.

Hoe ontstaan de seizoenen? Schrijf zo uitgebreid mogelijk. (Als u niet precies weet hoe de seizoenen ontstaan, vul dan toch zoveel in als u weet.)

Vraag 1

Scheefstand van de aarde in de zomer:
Scheefstand van de aarde in de winter:

Vraag 2

In de winter op het noordelijk halfrond is het langer / korter* licht dan 's zomers.
In de zomer op het noordelijk halfrond is het langer / korter* donker dan 's winters.
*doorhalen wat niet van toepassing is.

Vraag 3

Hoeveel procent van het licht valt op Nederland in de zomer:
Hoeveel procent van het licht valt op Nederland in de winter:

Ná de test.

Hoe ontstaan de seizoenen? Schrijf zo uitgebreid mogelijk. (Als u niet precies weet hoe de seizoenen ontstaan, vul dan toch zoveel in als u weet.)

Resultaten

Voor elke respondent zijn de antwoorden op de voor en na vragen gegeven, daarnaast is er vermeld of de drie tussenvragen correct beantwoord zijn. De test wordt als succesvol geklassificeerd als de leerstof goed/voldoende is overgedragen.

Respondent 1		
Vóór de test.		
Door de draaing van de zon om de aarde.		
Vraag 1	**Vraag 2**	**Vraag 3**
Correct	Correct	Correct
Ná de test.		
De aarde staat anders in de zomer dan in de winter en de zon valt dus ook anders op Nederland in de zomder dan in de winter. In de zomer is er veel meer licht. Het ligt dus aan de stand van de aarde.		
Test succesvol?		
Ja		

Respondent 2		
Vóór de test.		
Door de stand van de zon		
Vraag 1	**Vraag 2**	**Vraag 3**
Correct	Correct	Correct
Ná de test.		
Door de stand van de zon. In de zomer staat de zon dichter bij Nederland, dus is het daarom warmer en langer licht.		
Test succesvol?		
Gedeeltelijk		

Respondent 3		
Vóór de test.		
Door de stand van de draaiingsas van de aarde ten opzichte van het vlak waarin de aarde zijn baan om de zon maakt (in 1 jaar tijd) ontstaat de situatie dat de zon op het noordelijk en het zuidelijk halfrond gedurende het jaar hoger of minder hoog aan de hemel staat. (=meer of minder licht die de aarde bereikt) en dat de dagen korter of langer zijn. Deze twee kenmerken de seizoenen.		
Vraag 1	**Vraag 2**	**Vraag 3**
Correct	Correct	Correct
Ná de test.		
Zie vraag vóór de test.		

Test succesvol?
Ja

Respondent 4		
Vóór de test.		
De zon en de aarde draaien om elkaar heen echter de afstand en hoek verschillen per dag. Hierdoor ontstaan de seizoenen.		
Vraag 1	**Vraag 2**	**Vraag 3**
Correct	Correct	Correct
Ná de test.		
De aarde staat altijd scheef ten opzichte van de zon. De mate van kantelen is mede bepalend voor de "hoeveelheid zon". Ook de intensiteit van de zon is bepalend voor een seizoen en afhankelijk van de scheefte.		
Test succesvol?		
Ja		

Respondent 5		
Vóór de test.		
Door de stand van de aarde ten opzichte van de zon		
Vraag 1	**Vraag 2**	**Vraag 3**
Correct	Correct	50% Correct
Ná de test.		
Door de stand van de aarde ten opzichte van de zon. Dat heeft tot gevolg dat er meer of minder zonlicht de aarde bereikt op dat bepaald punt (of streek). Bij minder zonlicht meer winter (kouder) bij meer zonlicht meer zomer (warmer) Nouja en dan na de zomer noemen we het herfst (meet vocht, begroeiing) dus natter. Na de winter is het over het algemeen droger, begint alles weer te groeien en bloeien en noemen we het lente.		
Test succesvol?		
Ja		

Respondent 6
Vóór de test.
Door het weer. Door de zon. Door de temperatuur, windkracht, koud en warm ontstaan de seizoenen. Bewolkt dus kouder, eerder donker. 's Winters later donker en donkerder. Lente en zomer -> Langer licht 's avonds.

Vraag 1	Vraag 2	Vraag 3
Correct	Correct	Correct
Ná de test.		
Door de zon, door de wind. Door bladeren van de bomen. Dikkere kleding nodig, 's zomers andersom. Doordat de aarde draait. Zon geeft warmte wolken geven kou.		
Test succesvol?		
Nee		

Conclusie

Over het algemeen is bij de respondenten vooraf niet volledig bekend hoe de seizoenen ontstaan. Een groot deel van de gegeven antwoorden is niet per se incorrect, maar simpelweg zeer incompleet. De tussenvragen worden door vrijwel elke respondent 100% correct beantwoord. Na afloop van de 3 tussenvragen weet het merendeel van de respondenten juist en volledig te noemen hoe de seizoenen op aarde ontstaan. In algemene zin is het dus een geslaagd ontwerp. Er is een overduidelijke groei zichtbaar in de kennis van de respondenten tijdens en na gebruik van de prototypes.

Daarnaast reageren de respondenten uitsluitend positief op de drie experimenten. Ze omschrijven het allen als leuk en interactief.

Om een duidelijk beeld te kunnen scheppen van wat er verbeterd moet worden staan hieronder enkele plus- en minpunten van het huidige ontwerp.

Pluspunten:

- Effectief
- Leuk
- Interactief
- Strikvraag bij experiment twee houdt respondenten scherp.

Minpunten:

- Bij experiment 3 niet duidelijk dat er naar de geworpen schaduw gekeken moet worden.
- Het verschil in dag en nacht (en dag en nacht lengte) is bij experiment 2 niet goed zichtbaar. Dit komt deels doordat het model van de aarde bij dit experiment niet bolvormig is maar enigzins hoekig was door materiaallimitaties.
- Bij experiment 1 ontbreekt in het prototype een correct/incorrect indicatie, anders dan het in en uitschakelen van het model van de zon.

De pluspunten komen terug in het eindontwerp waar de minpunten dit over het algemeen niet doen. Twee van de drie minpunten zijn te wijten aan het prototype, niet aan het ontwerp. De duidelijkheid van experiment twee kan wel verbeterd worden.

Ten slotte moeten er enkele simpele tekstuele aanpassingen gemaakt worden aan de informatiebordjes.

Aanpassingen

Om de probemen die naar voren kwamen uit de test te verhelpen volstaat het de teksten bij de experimenten aan te passen. Overige problemen zullen in het eindproduct niet meer aanwezig zijn, dit waren slechts prototype-problemen. Problemen die te maken hebben met onderdelen van het object die niet aan bod zijn gekomen bij de test kunnen vanzelfsprekend niet worden aangepast(verbeterd). Er is geen test naar gedaan.

De aanpassingen die nodig zijn zijn als volgt:

Experiment 1 - Scheefstand:
Aanpassing 1:
Oude tekst:

..” In de zomer op het noordelijk halfrond (dus ook Nederland) staat het noordelijk halfrond naar de zon toe gekanteld. In de winter het zuidelijk halfrond”..

Kritiek: lastige zin.

Nieuwe tekst:

..” In de zomer op het noordelijk halfrond (waar Nederland ligt) staat dit halfrond naar de zon toe gekanteld. In de winter op het noordelijk halfrond staat dit halfrond van de zon af gekanteld.”..

Aanpassing 2:
Oude tekst:
..” 2. In de winter op het noordelijk halfrond staat de aarde ongeveer 4 miljoen kilometer dichter bij de zon dan in de zomer. Dat is 100 keer rond de aarde!”..

Kritiek: Wordt vaak verkeerd gelezen/onthouden.

Nieuwe tekst:
..” 3. De aarde in de winter (op het noordelijk halfrond) juist dichterbij de zon staat dan in de zomer. Precies het tegenovergestelde van wat je verwacht!”..

Experiment 2 - Daglengte
Aanpassing 1:
Toevoeging bij bestaande tekst:
“..Let er op welke stippen eerder in de schaduw (de nacht) komen en welke er eerder weer uit komen.”..

Experiment 3 - Intensiteit:

Aanpassing 1:

Oude tekst:

..” De derde oorzaak van het ontstaan van de seizoenen op aarde is dat er niet altijd evenveel zonlicht de aarde bereikt.”..

Kritiek: Verwarrende zin, lijkt op experiment 2 - daglengte.

Nieuwe zin:

..”De derde oorzaak van het ontstaan van de aarde is dat het zonlicht wat de aarde bereikt niet altijd over een even groot oppervlak verdeeld wordt.”..

Naast aanpassingen aan de hand van de test zijn er nog een aantal punten naar voren gekomen waar aanpassingen nodig zijn.

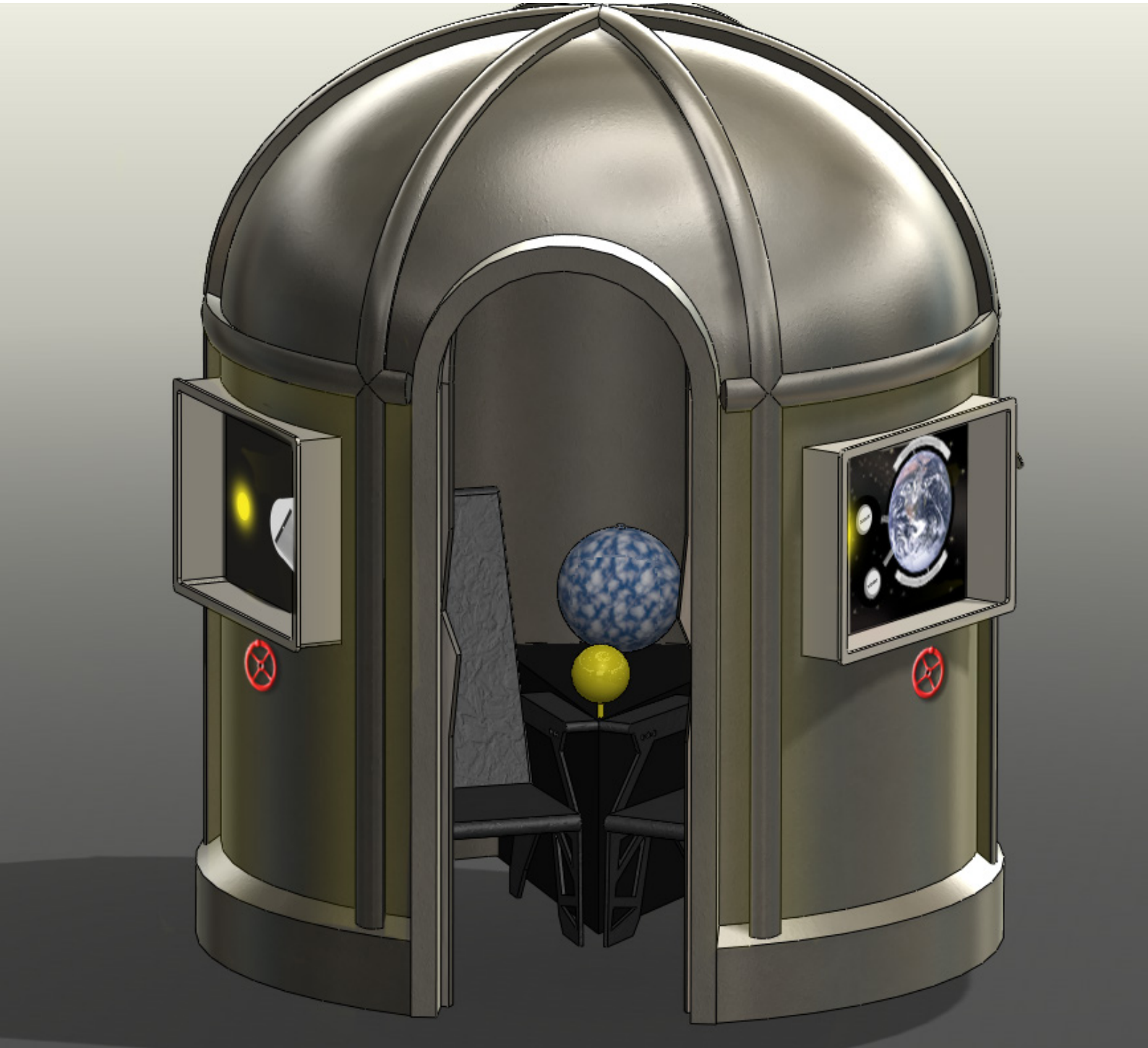
Ontwerpaanpassingen:

Bij het maken van een 3 dimensionaal model van het object bleek dat de gekruisde camerabeelden niet mogelijk zijn. De 2 camera’s voor de kijkramen worden veranderd en mikken nu recht naar de gebruikers in plaats van onder een hoek.

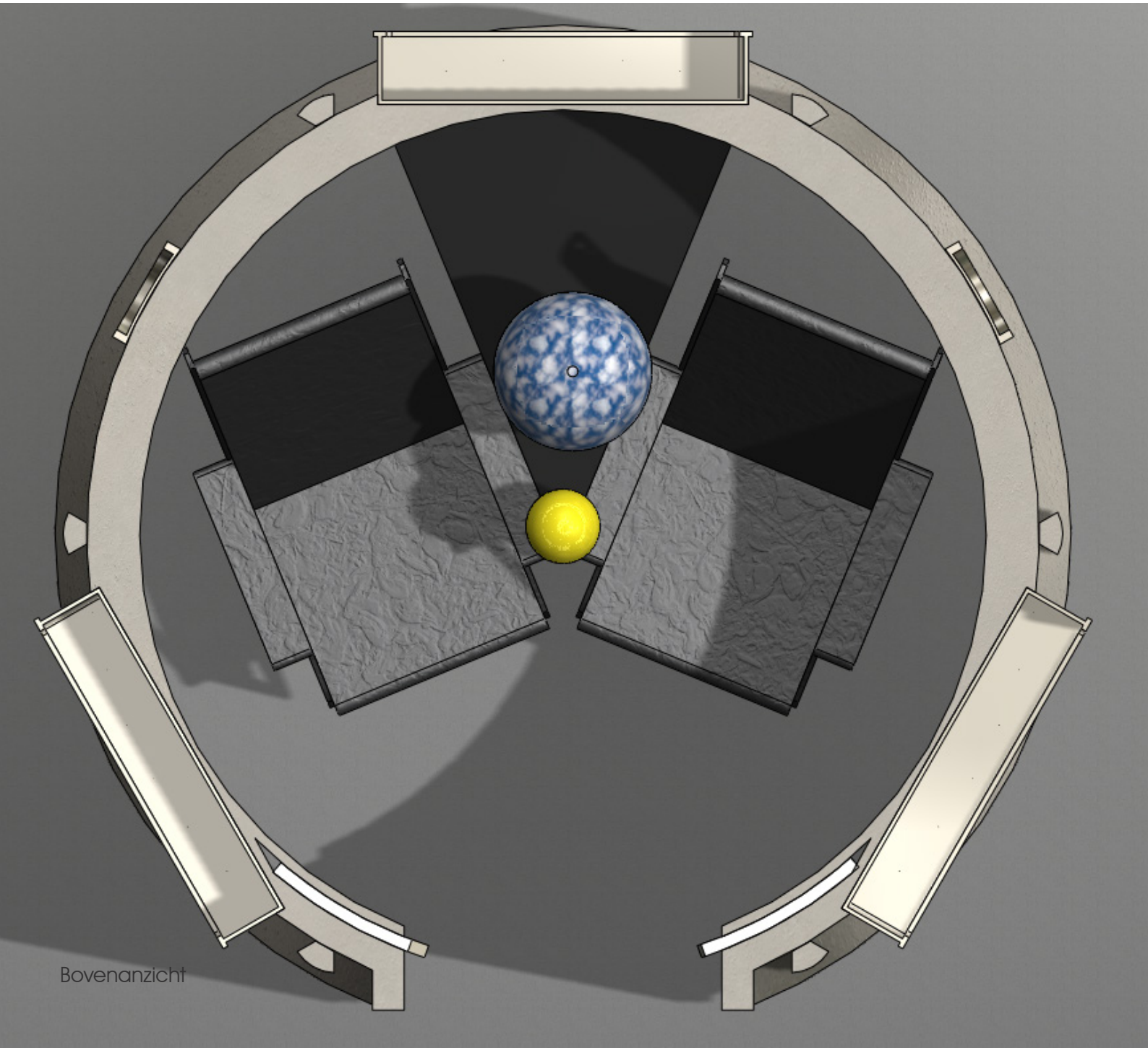
5. Eindontwerp

Afbeeldingen

Afbeeldingen



Afbeeldingen



Bovenanzicht

Kostenschatting

Om de prijs van het eindproduct te bepalen worden de prijzen van alle onderdelen bij elkaar opgeteld. Hiernaast moeten er extra kosten worden gerekend voor het assembleren van het object en onvoorziene kosten. In de tabel hieronder staan alle onderdelen, de aantallen en de prijzen genoemd.

Onderdeel	Stuksprijs	Aantal	Prijs
Beeldscherm	€125,-	3	€375,-
Camera	€30,-	2	€60,-
Beamer	€300,-	1	€300,-
Deurkeypad	€40,-	1	€40,-
Centrale computer	€400,-	1	€400,-
Deurmechaniek	€150,-	1	€150,-
Interne controls	€150,-	1	€150,-
Electronica Divers	€150,-	1	€150,-
Constructie huisje	€1500,-	1	€1500,-
Stoel	€350,-	2	€700,-
Experiment	€250,-	3	€750,-
Onvoorzien	€500,-	1	€500,-
		Totaal	€5075,-

Hiernaast zijn er nog een tweetal kostenposten welke slechts een keer aanwezig zijn. Mocht het product nog een tweede keer gemaakt worden, dan zijn de kosten van dat tweede product zoals hierboven beschreven. Voor het eerste product komen de volgende kosten er nog bij.

Onderdeel	Stuksprijs	Aantal	Prijs
Ontwikkeling projectie	€500,-	1	€500,-
Ontwikkeling overige software (deur bediening)	€350,-	1	€350,-
		Totaal	€5925,-

Bij deze kostenschattingen wordt er van uit gegaan dat de laagst mogelijke prijs wordt betaald. Dit kan bijvoorbeeld door het te laten uitwerken door jonge, kleine bedrijven, door studenten in een bacheloropdracht of door de hulp in te schakelen van hobbyisten die de werkzaamheden tegen kostprijs (en eventueel een kleine vergoeding) willen uitvoeren. Deze manier om het product te realiseren past goed bij de Cosmos Sterrenwacht; het lokaal houden van de productie en de samenwerking met vrijwilligers.

6. Conclusie & Discussie

Conclusie

Ondanks dat tijdens het gehele ontwerpproces de eisen en wensen in het achterhoofd zijn gehouden is het noodzakelijk te controleren of het eindontwerp daadwerkelijk voldoet aan alle eisen. Om dit te kunnen controleren staan hier nogmaals alle eisen en staat er of er aan is voldaan.

Eis	**Voldaan?**
Het object moet het doel vervullen.	Uit de tests is gebleken dat het object het doel vervult. Het object maakt voor de gebruikers inzichtelijk hoe de seizoenen op aarde ontstaan.
Het object moet afgestemd zijn op de hoofddoelgroep.	Tijdens alle ontwerpfases is steeds teruggekeken en teruggekoppeld op het vooronderzoek. Het object zou dus afgestemd moeten zijn op de doelgroep. Uit de test is ook gebleken dat de prototypes door de doelgroep zeer aantrekkelijk werden gevonden.
Het object moet gebruikt kunnen worden door de secundaire doelgroep.	Qua leermethoden is het object niet specifiek gericht op gebruik door bijvoorbeeld volwassenen. Met de afmetingen van het object is echter wel rekening gehouden met grotere gebruikers. De secundaire doelgroep kan dus zeker gebruik maken van het object.
Het object moet veilig zijn voor alle gebruikers, zowel primair als secundair.	Het kritische punt is hier de deur. Mocht deze vast komen te zitten of mocht er in het huisje iets gebeuren waardoor assistentie van buitenaf nodig is moet de deur te allen tijde geopend kunnen worden. Hier is tijdens het ontwerpen rekening mee gehouden. In, aan en op het object zijn nergens scherpe hoeken, alle hoeken waar gebruikers zich mogelijk aan kunnen stoten zijn afgerond. Het object is veilig voor zowel primair als secundaire gebruikers.
Het object moet stabiel zijn	Het grondoppervlak van het object is dusdanig groot dat het niet zomaar omvalt. De verdikte plint aan de buitenzijde van het huisje helpt hierbij. De meeste massa van het object zit dankzij de stoelen en computer onderin. Er is dus veel gedaan om het object stabiel te maken.

Eis	Voldaan?
Het object moet zo weinig mogelijk onderhoud nodig hebben.	Zolang er bij de daadwerkelijke bouw van het object deugdelijke materialen worden gebruikt, bijvoorbeeld bij de bewegende delen van de experimenten, zou onderhoud beperkt moeten blijven tot een minimum. De deur is het meest kwetsbare onderdeel van het object, het betreft een groot bewegend oppervlak. Dit zou bij vervuiling of slijtage problemen op kunnen leveren. De deur goed lageren biedt uitkomst.
Het object moet robuust zijn.	De robuustheid van het object ligt voornamelijk aan de robuustheid van het materiaal en de bevestigingsmethoden. Alle onderdelen waar gebruikers direct mee in contact komen zijn ontworpen op niet alleen een degelijk uiterlijk maar ook fysieke robuustheid.
Het object moet passen in de stijl van de Cosmos Sterrenwacht of deze verbeteren.	Het object sluit niet direct aan bij bestaande elementen van de sterrenwacht. Het is echter zeker een vooruitgang wat betreft de manier van informatie-aanbieden.
Het object moet minder dan €10.000,- kosten.	Uit de kostenschatting blijkt dat het object ruim onder de €10.000,- blijft.
Het uiteindelijke object mag maximaal de afmetingen 1,80 x 1,80 x 2,20 m (L x B x H) hebben.	Tijdens het ontwerpproces is rekening gehouden met deze maatgeving. Het object is exact de maximale afmetingen dus het voldoet aan deze eis.
Het object moet intuïtief te gebruiken zijn, zonder verbale uitleg.	Tijdens de tests is gebleken dat het object volledig zelfstandig, zonder verbale uitleg te gebruiken is.
Het object moet uitdagend zijn.	Door gebruik te maken van een aantal abstractiestappen (zoals het met percentages weergeven van de lichtintensiteit) is de leerstof van het object van dusdanig niveau dat de gebruikers uitgedaagd worden in hun kennis. Het niveau ligt op de bovengrens van het mentaal kunnen van de gebruikers. Het object is dus uitdagend.
Het object moet uitnodigen tot gebruik.	De hands-on manier van gebruik en de stijl waarin het object is ontworpen sluiten goed aan bij de in het vooronderzoek naar voren gekomen informatie.

Eis	Voldaan?
Het object mag geen toezichthouder nodig hebben.	In principe kan het object volledig zelfstandig gebruikt worden zonder toezichthouden. De bewegende delen zijn zelfremmend, dus misbruik van het object door het te gaan gebruiken als speeltoestel is moeilijk. Mocht het echter onverhoopt toch nodig zijn dat er om welke reden dan ook een toezichthouder aan te pas moet komen, dan is dit mogelijk.
Het object moet realiseerbaar zijn.	Het object is zeker realiseerbaar. Hiervoor zal met meerdere perosnen/bedrijven moeten worden samengewerkt om het eindproduct fysiek te maken.

Wens	Toelichting
Het object moet door meerdere gebruikers tegelijkertijd kunnen worden gebruikt.	Dit is zeer goed mogelijk. In het object zelf is ruimte voor twee personen. Buitenom het object kunnen nog meer mensen als team samenwerken om de experimenten tot een goed einde te brengen en de deur te openen.
Het object moet minder dan €5.000,- kosten	De grens van €5000.- is voor het ontwikkelen van het eerste object gepasseerd. Mocht er belangstelling zijn voor een tweede object dan is de prijs echter zeer dicht in de buurt bij de gewenste €5000,-

Er kan worden geconcludeerd dat het object goed voldoet aan alle gestelde eisen en aan de helft van de gestelde wensen. Het huidige ontwerp is dus een succes. Het vervaardigen van een volledig prototype van het object om verdere tests mee uit te voeren is echter wenselijk. Puur de overdracht van de leerstof is onderworpen aan een test, alle overige aspecten als robuustheid en onderhoudsvriendelijkheid van het object zijn hier buiten gelaten.

Discussie

Ondanks het optreden van enkele vertragingen denk ik dat de opdracht met succes is afgerond. Zelf ben ik tevreden met het eindresultaat. Het is een goed functionerend object geworden wat naar mijn mening niet zou misstaan bij de sterrenwacht.

Voor volgende projecten wil ik de communicatie verbeteren. Dit kan veel onnodige problemen voorkomen, problemen die de opdracht aanzienlijk lastiger maken dan nodig is.

Een goede les die ik uit deze opdracht heb geleerd is dat het niet simpel is om volledig in je eentje een vrij fors object te ontwerpen. Sterker nog, dit is erg pittig. Niet alleen een gebrek aan zelfdiscipline maar ook het vastlopen bij ideegeneraties, conceptgeneraties en detailleringen is lastig alleen op te lossen. Hier helpt het erg goed anderen om perspectief te vragen. Met een paar simpele triggers is vaak al snel weer een goede draad op te pakken waardoor het project nieuw leven in geblazen kan worden.

Lastig was om de volledige vereiste functionaliteiten in te bouwen in een enkel object. Het behelst het combineren van meerdere ideeen tot een enkel product. Het is niet simpel, maar ik vind dat het best goed gelukt is.

Bronnen

Bron 1.1 (pagina 12)	-	http://www.knmi.nl/klimatologie/lijsten/zomer _ xtr.html
Bron 1.2 (pagina 12)	-	http://www.knmi.nl/klimatologie/lijsten/winter _ xtr.html
Bron 2 (pagina 12)	-	http://en.wikipedia.org/wiki/Earth
Bron 3 (pagina 17)	-	Sterrenwacht Tweelingen Spijkenisse
Bron 4 (pagina 19)	-	Skinner, B.F. (1938). The behaviour of organisms. United States of America: Copley Publishing Group.
Bron 5 (pagina 19)	-	Piaget, J. (1964), Part I: Cognitive development in children: Piaget development and learning. J. Res. Sci. Teach., 2: 176–186. doi: 10.1002/tea.3660020306
Bron 6 (pagina 36)	-	http://www.sdergi.hacettepe.edu.tr/eb.htm
Bron 7 (pagina 71)	-	Brian Burke – Gartner – Gamification – 2011
Bron 8 (pagina 71)	-	SCVNGR (2010)
Bron 9 (pagina 24)	-	http://www.mediawijzer.net/sites/default/files/Mobiele-telefoons-578x387 _ 3.jpg?1332510541.jpg http://site.aanzetnet.nl/images/stories/2010/ComputerKind.jpg http://www.sanctamaria.nl/Portals/0/Groep%208/Afbeeldingen/Brugklaskamp%20Sancta%20Maria%20oktober%202011%20022.JPG http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTfjGNHzkaOrOlzZ3oeGa0lH2StVb3S0JNmpTiOGD33qzNwWszKQEh8m3QCFA

7. Bijlagen

Bijlage A - Museumbezoeken

Science Center NEMO te Amsterdam	
Opengewerkt	Opengewerkte machines trekken aandacht. Een kijkje binnenin om de werking beter te begrijpen
Zintuigen	Er wordt veel gebruik gemaakt van alle zintuigen. Kijken, voelen, ruiken, horen, proeven.
Meemaken	NEMO is zeer gericht op deelname van het publiek. Betrokken meemaken.
Machines	Veel machines, grote forse machines. Industrieel.
Processen	Er worden veel processen van begin tot einde verteld. Een object voor elke stap.
Oorzaak – gevolg	Zelf een aanpassing maken aan een systeem en dan zien wat de gevolgen zijn is een effectief leermiddel.
Natuurkrachten	De natuurkrachten komen veel naar voren in NEMO. Mini-experimenten met zwaartekracht, magnetisme. Vloeistoffen.
Actief	Niet ergens naar kijken of een bord lezen, maar zelf doen.
Interactief	Deelname zorgt voor een beter begrip van de leerstof.
Loop video	De informatieoverdracht via beeld en geluid, puur kijken en luisteren trekt weinig jonge bezoekers.
Beweging	Beweging trekt, zelfs van grote afstand, de aandacht en houdt deze vast.
Mens in context	Bezoekers krijgen veel te zien wat een bepaald proces, een bepaalde techniek nou precies voor invloed heeft op het individu.
Taboe	Taboe onderwerpen zijn spannend en daarmee interessant.
Wonderbaarlijk	Wonderbaarlijke dingen, grootse machtige artefacten zijn bijzonder, en daarmee interessant voor de doelgroep.

Science Center NEMO te Amsterdam	
Zelfreflectie	Het uitvoeren van tests en proefjes met het lichaam en de geest waarbij naar de persoon wordt gekeken zijn interessant
Schaal	De doelgroep is gevoelig voor een imposante schaal. Bijvoorbeeld het grootte verschil tussen zon en aarde.
Tests	Interactie, zelf doen, zelf oorzaak en gevolg. Interessant.
Proefjes	Interactie, zelf doen, zelf oorzaak en gevolg. Interessant.
Kleur	Veel en felle kleuren zijn aanwezig op speciale kinderafdelingen
Abstractie	Abstracte dingen of processen zijn vaak met metaforen etc uitgelegd. Versimpelde weergaves.

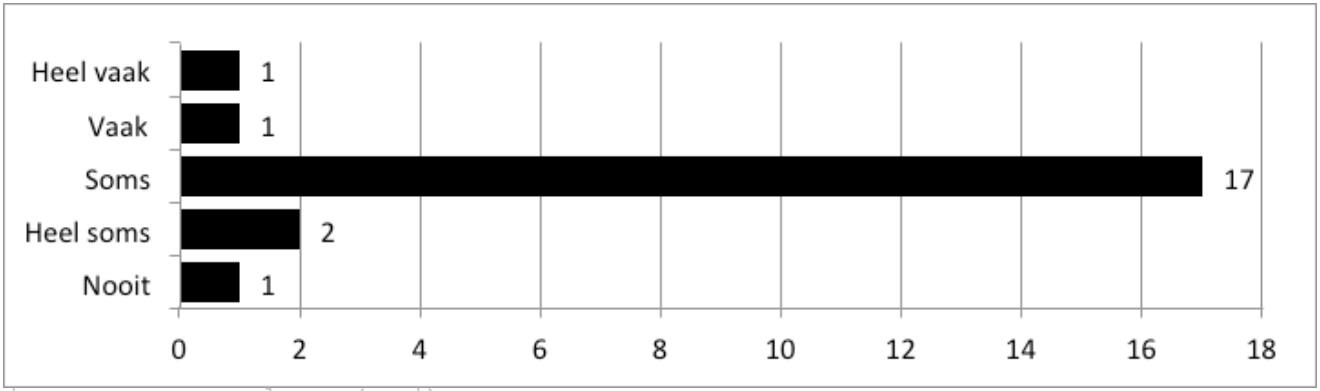
NCB Naturalis Natuurhistorisch Museum te Leiden	
Opvallende dingen	Trekken de aandacht, lokkertje.
Aanraken	Dingen aanraken, voelen trekt veel kinderen aan.
Looprichting	De doelgroep kijkt niet op aanwijzingsbordjes, puur op gevoel wordt de looprichting gekozen.
Groepsgedrag	Waar een paar kinderen staan volgen er al snel meer.
Lengteverschil	Binnen de doelgroep zit veel lengteverschil.
Nieuwe, moderne technologieën	Nieuwe snufjes, die het liefst aangeraakt mogen worden, trekken veen bekijks. Bijv. de iPad
Knoppen	De doelgroep drukt veel en snel op knoppen.
Licht	Spelen met lichtstralen en het belichten van objecten trekt veel kinderen.
Kleurgebruik	Veel en felle kleuren zijn aanwezig op speciale kinderafdelingen
Humor	Grappen en grappige dingen trekt aandacht.

NCB Naturalis Natuurhistorisch Museum te Leiden	
Opmerkelijke dingen	Kinderen blijven lang stilstaan bij opmerkelijke zaken-objecten.
Machines	Machines in actie zijn aantrekkelijk
Beweging	Automatisch of zelf geactiveerd.
Simpele tekst	Tekst moet afgestemd zijn op de doelgroep. Woordgebruik.
Weinig tekst	Tekst moet afgestemd zijn op de doelgroep. Zinslengte en tekstlengte.
To the point	Kort en bondig, geen (in de ogen van de doelgroep) overbodige tekst. Beknopt.
Game Dynamics	Spelelementen trekken de aandacht en zorgt dat kinderen terugkomen (in grotere getale)
Speurtochten	Een zoekopdracht (een game dynamic) maakt dat de doelgroep het gehele object, de gehele tentoonstelling door moet.
Lijsten	Lijsten zijn kort, bondig en verstrekken veel informatie.
Feiten	Een opsomming van feiten is kort en informatief.
Imposante dingen	Imposante objecten, met wow-factor, trekken veel aandacht. Houdt deze aandacht niet altijd lang vast.
Opdrachten	Opdrachten zorgen ervoor dat er dieper op de stof wordt ingegaan.
Fysieke interactie	Fysieke interactie, dingen draaien, oppakken, bewegen, maakt dat veel bezoekers er bij stilstaan.
Teamwork	Samenwerking tussen leeftijdsgenoten komt vrij veel voor. Bijv. twee knoppen tegelijkertijd of afwisselend.
Uitleggen aan elkaar	Als een persoon uit de doelgroep het snapt zal deze het vaak uitleggen aan een ander. In feite een soort teamwork.

NCB Naturalis Natuurhistorisch Museum te Leiden	
Actie Reactie	Actie en reactie zijn helder, simpel en effectief als het gaat om educatie.
Spelen	Kinderen blijven kinderen, dus spelen is een leuke, actieve en mogelijk leerzame bezigheid.
Vergelijking	Vergelijkingen maken veel duidelijk. A is groter dan B, maar B is groter dan C. Maakt dingen goed inzichtelijk.
Ouders	Ouders zijn niet anders dan kinderen. Ook zij spelen, al is het iets geraffineerder.
Echtheid	Echt werkende apparaten en machines zijn beter dan gesimuleerde dingen. Komen interessanter over.
Geen bedrog	Apparaten die niet goed werken, of helemaal niet werken voelen als bedrog. Verliest snel aandacht.
Beloning	Een beloning krijgen voor het volbrengen van een opdracht of speurtocht zorgt voor betere resultaten en meer enthousiastme.
Kijkhoek	Zowel kinderen als volwassenen bekijken objecten graag en vaak vanuit verschillende hoeken.
Plateaus	Veel objecten zijn geplaatst op plateaus.
Schaal	De doelgroep is gevoelig voor een imposante schaal. Bijvoorbeeld het grootte verschil tussen zon en aarde.

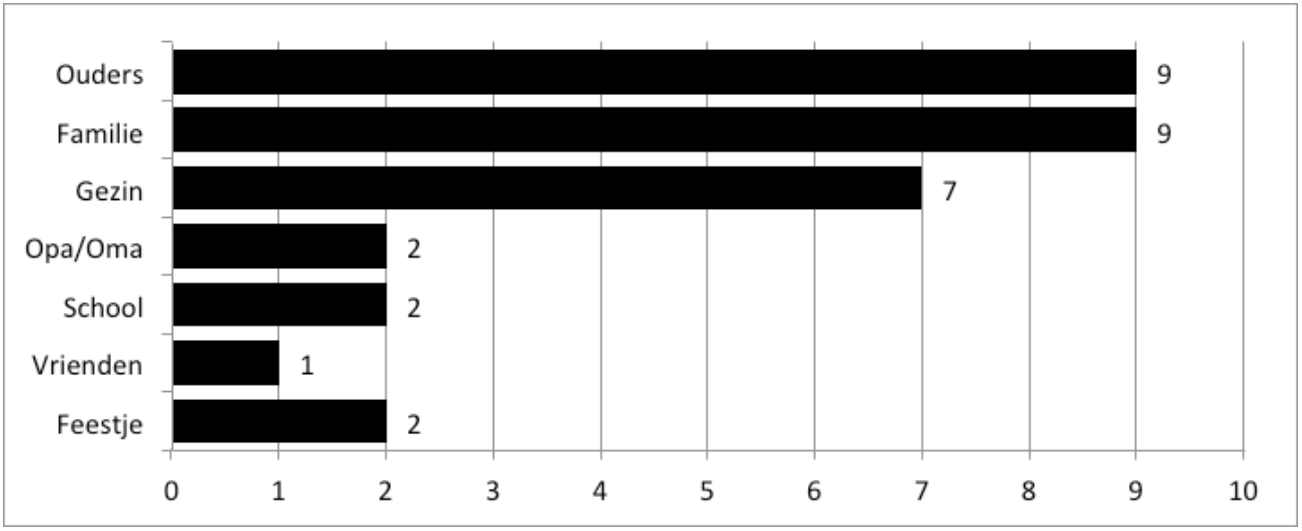
Bijlage B - Enquete

1. Kom je vaak in een museum/doe-centrum/ontdekkingscentrum?



Ja	1	(vaak)
Niet vaak	11	(soms)
Soms	5	(soms)
Heel soms	2	(heel soms)
11x p/jaar	1	(heel vaak)
In de vakantie wel	1	(soms)
Nooit	1	(nooit)

2. Met wie ga je meestal naar een museum/doe-centrum/ontdekkingscentrum? (Bijvoorbeeld: Ouders, school, familie.)



3. Wat is het laatste museum/ doe-centrum/ontdekkingscentrum waar je bent geweest?
4. Wat vond je het leukste in dit museum?
5. Wat vond je het minst leuk in dit museum?
6. Waarvan het je het meeste geleerd in dit museum?

Laatste	Aantal	Leukste	Minst Leuk	Leerzaamst
Aeolus	4	Waterafdeling	Warmte	2 Electriciteit
		Proefjes	Lange rijen	Proefjes
		Hamster rad	Alleen zijn/lopen	Bouwen
		Ballenbak	Spiegels	
			Extra betalen	
NEMO	1	Electricitieit	Wamte	Electriciteit
			Lange rijen	
Natuurmuseum Ameland	2	Microscoop	Rest	Niks
		Waterdieren	Walvis	Proefjes
		Electriciteit opwekken		
Oorlogsmuseum	1	Foto's	Verhalen	Alles
Rijksmuseum Amsterdam	1	Schilderijen	Rondlopen	Verhalen
			Kijken	
Spoorwegmuseum	1	kijken		Treinen
Scheepvaartmuseum	1	Opdrachten	Niks	Vikingen
Natuurmuseum Leeuwarden	3	Alles	Niks	Niks
		Beelden	Saaie dingen	Natuur
		Alles	Veel lopen	Dat je voorzichtig met de natuur moet zijn
			Enge beelden	
Madamme Tussauds	1	Beelden	Niks	Niks
Jopi Huisman Museum	1	Film	Schilderijen	Jopi Huisman
Gevangenis Museum Drenthe	1	Opdracht	Boevenbus	Hoe het is om in de gevangenis te zitten

7. Wat vond je het leukste museum/ doe-centrum/ontdekkingscentrum waar je ooit bent geweest?
8. Wat vond je het leukste in dit museum?
9. Wat vond je het minst leuk in dit museum?
10. Waarvan het je het meeste geleerd in dit museum?

Leukste	Aantal	Leukste	Minst Leuk	Leerzaamst
Spoorwegmuseum Utrecht	2	Speeltuin	Filmpje	Rondleiding
		Spookhuis		niks
Aviodrome	1	Vliegtuigen	Lange rijen	Werking van vliegtuig
			Koffiepauze	
Aeolus	7	Alles	Niks	Alles
		Hamsterrad	Wachten	Dat een potvis heel lang kan worden
		3 Proefjes	kijken	3 proefjes
		spelen	lopen	
		Spiegelkamer	2 niks	
		Cowboy/prins zoeken	Neef liet spring-kussen leeglopen	
Kazematten	1	Verhaal achter museum	Fietsen naar museum	De slaapplaatsen
NEMO	3	kettingreactie	Drukte	bruggen
		Proefjes	warmte	technologie
Oorlogsmuseum	2	Foto's	Verhalen	Alles
		Films	Het lopen	Films
Muiderslot	1	Alles bekijken		Leven in riddertijd
Anne Frank Huis	1	Achterhuis	Wat er allemaal is gebeurd.	Hoe het is om te schuilen
Vlindertuin	1	Alles		
Fries Natuurmuseum	2	Alles	Niks	Niks
		Skelet van potvis	Veel wisselen van ruimtes	Over de natuur
			Dat er saaie dingen werden verteld	
Madamme Tussauds	2	Op de foto met de beelden	niks	Weetjes bij de beelden

12. Heb je een museum of doe-centrum waar je heel graag eens heen zou gaan? Zo ja, welke?

Nee	8
Geen idee	2
Menselijk Lichaam Leiden	1
Anne Frank Huis	7
"Een doe-centrum"	1
NEMO	2
Natuur museum	1
Madamme Tussauds	1
Kazematten	1
Weet de naam niet meer	1
Scheepvaart museum	1

13. Ben je geinteresseerd in de ruimte, de sterren en planeten? Waarom wel/niet?

Ja	15
Nee	11

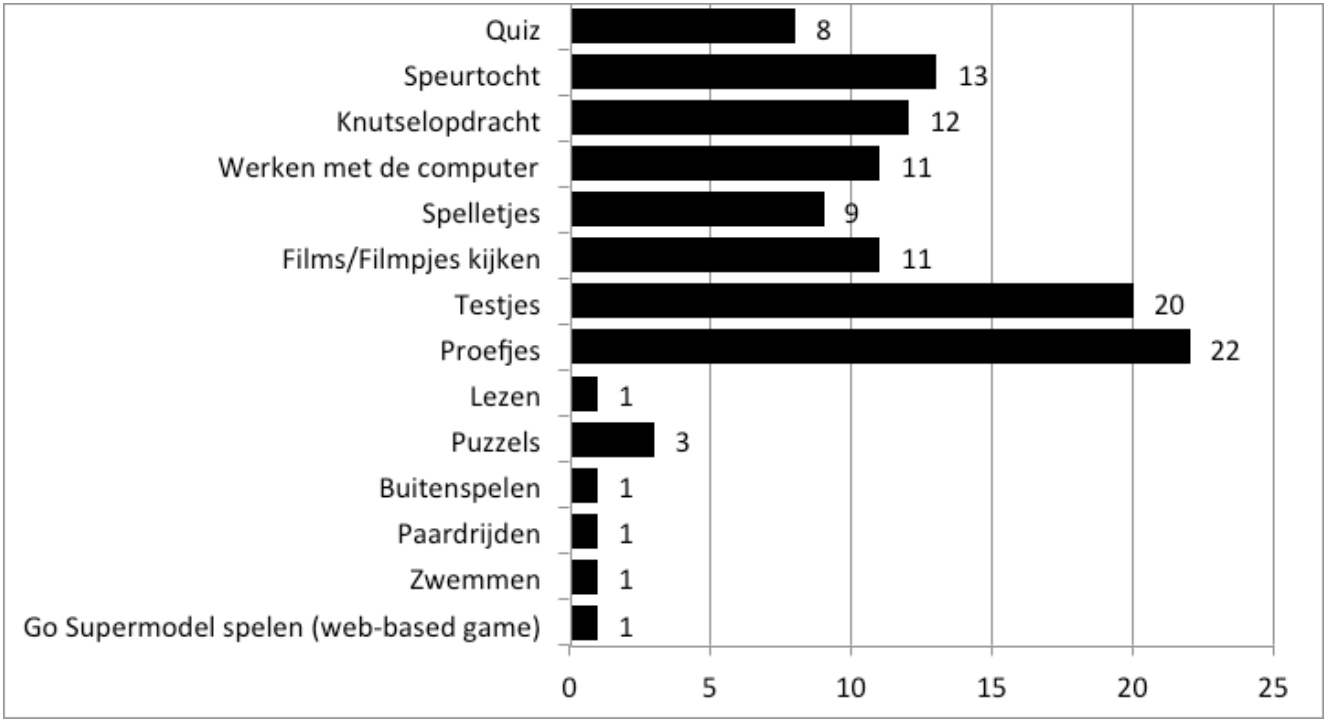
14. Weet je hoe de seizoenen (Lente, zomer, herfst en winter) ontstaan? Zo ja, hoe?

Ja	8
Nee	16
Blanco	2

Hoe?

Verandering van de stand van de aarde	2
Verschillende standen van de zon en de aarde	2
Door de draaiing van de aarde, die scheef staat	1
Door de stand van de sterren	1
Door de stand van de zon	1
Doordat de aarde om de zon heen draait	1

15. Welke activiteiten vind je het leukst?



Bijlage C - Vormonderzoek

Meest aantrekkelijk		
Aantal keer genoemd	**Aspect**	**Afbeelding**
7	Blauwe motor	6
5	Water	1
5	Tweedeling in de vorm	2
5	Buis/Telescoop	3
5	Ronde vorm	6
5	Glas (Openingen in de wanden rondom)	7
5	Blauwe kleur	8
5	Balkon	9
4	(Ronde) gebouwen	1
4	Uitlaatgassen (kleur)	2
4	Blauwe ruimte achterin	5
4	Cirkelvorm waar blauwe licht uit komt	8
3	Vliegende dingen	1
3	De achtergrond	2
3	Zwarte panelen	4
3	Snoeren/slangen	5
3	Rond maar toch vierkant	7
3	Witte lampjes	8
3	Toren/koepel links	9
2	Moderne stijl	1
2	Scheiding tussen ruimte en aarde	2
2	Kleur	2
2	Formaat	3
2	Ronde koepel	3

Minst aantrekkelijk		
Aantal keer genoemd	Aspect	Afbeelding
5	Gebouw onder op voorgrond	7
3	De ruimte	4
3	De vorm (half kruis, is niet af)	4
3	Schuine palen	8
3	Achtergrond (lucht)	9
3	Bomen	9
2	Mensen	1
2	De lucht	1
2	Kleuren (zijn te wit)	1
2	De ruimte	2
2	De aarde	2
2	Rode lichten	2
2	UFO	2
2	Grijze/donkere stukken	2
2	Trappen	3
2	Kruisconstructies	3
2	Witte panelen	4
2	Zwarte panelen	4
2	Volgepropt	5
2	Veel grijs	5
2	Leidingen	5
2	Tekst rechts onder	6
2	Het licht/schaduw	6
2	Ruimte	6

Bijlage D - Stijl Cosmos Sterrenwacht

Nemo

Onderdeel	Score (1-10)	Opmerkingen
Educatief succes Duidelijkheid, efficientie, simpelheid	8,5	Nemo is zeer duidelijk en to the point. Goed op niveau.
Ergonomie Knopgrootte, leeshoogte, lettergrootte.	8	Goed afgestemd op kinderen. Overal op neerkijken, alles goed binnen handbereik. Bediening mogelijk door kinderen van diverse leeftijden.
Bewegwijzering Bordjes, automatisch goede route, duidelijkheid.	7	Over het algemeen snel duidelijk maar bij sommige objecten teveel tekstuele uitleg (vereist). Route is niet van belang.
Stimulatie van leren Laagdrempeligheid, enthousiastme, presentatie	9	Enthousiast personeel die snel hulp bieden. Leuke leermethodes: veel spel. Zeer laagdrempelig.
Stijlvastheid Kleur, letters, tekststijl, vorm.	8	Stijvast. Kleur en vormgebruik in gelijke stijl over de diverse afdelingen. Speciale tentoonstelling duidelijk andere stijl.
Doelgroep geschiktheid Diverse doelgroepen, specificiteit, mate van splitsing.	8	Zeer geschikt voor de doelgroep, maar slechts één doelgroep. Alleen kinderen, minder afgestemd op ouderen.

Naturalis

Onderdeel	Score (1-10)	Opmerkingen
Educatief succes Duidelijkheid, efficientie, simpelheid	7	Soms teveel uitleg, verliest snel aandacht.
Ergonomie Knopgrootte, leeshoogte, lettergrootte.	6,5	Voldoende, maar veel objecten zijn te laag of te hoog geplaatst. Niet geschikt voor kinderen of volwassenen. Knoppen en handvaten soms lastig.
Bewegwijzering Bordjes, automatisch goede route, duidelijkheid.	7,5	Goede looprichting duidelijk in de afdelingen. Slangvorm. Korte bordjes, weinig tekst. Afdelingen zelf lastig te vinden, (minder van belang)
Stimulatie van leren Laagdrempeligheid, enthousiastme, presentatie	6,5	Weinig personeel, veel leeswerk dus niet stimulerend. Presentatie wel goed en open.
Stijlvastheid Kleur, letters, tekststijl, vorm.	7	Een duidelijke stijl per afdeling. Alle afdelingen afzonderlijke stijl.
Doelgroep geschiktheid Diverse doelgroepen, specificiteit, mate van splitsing.	8	Ruimte voor veel verschillende doelgroepen. Echter niet altijd even goed uitgewerkt voor de specifieke doelgroep.

Cosmos Sterrenwacht

Onderdeel	Score (1-10)	Opmerkingen
Educatief succes Duidelijkheid, efficientie, simpelheid. Wat er geleerd wordt succesvol, niet de hoeveelheid.	6,5	Rondleidingen zijn informatief en open, Stationaire objecten zijn soms onduidelijk.
Ergonomie Knopgrootte, leeshoogte, lettergrootte.	6,5	Alle objecten zijn goedbereikbaar, teksten echter matig leesbaar. Niet rolstoeltoegankelijk. Zaal is nog in verbouwing.
Bewegwijzering Bordjes, automatisch goede route, duidelijkheid.	6,5	Bewegwijzering binnen zalen is afwezig. Zalen wellicht niet groot genoeg voor aanduidingen in de zaal. Weg naar zalen toe is duidelijk.
Stimulatie van leren Laagdrempeligheid, enthousiastme, presentatie	6,5	Persoonlijke presentatie beter dan presentatie door objecten. Zaal is nog in verbouwing. Personeel is enthousiast, situatie is laagdrempelig.
Stijlvastheid Kleur, letters, tekststijl, vorm.	4,5	Vaste grafische stijl ontbreekt. Ook tekstueel ontbreekt een lijn.
Doelgroep geschiktheid Diverse doelgroepen, specificiteit, mate van splitsing.	6,5	Diverse programma’s mogelijk. Zowel voor volwassenen als kinderen. Duidelijke splitsing.

Bijlage E - Definities Scores

Factor

Waarom? Uitleg waarom deze factor ee wordt genomen in de weging.

Wat? Voorbeelden en informatie over welke eigenschappen van een idee deze factor kunnen vervullen.

Hoe? Scoredefinities.

Spel

Waarom? Uit de onderzoeken is gebleken dat spel belangrijk is om de doelgroep een positieve ervaring mee te geven.

Wat? Deze eigenschap is het spelenderwijs interactief gebruik kunnen maken van het idee. De nadruk ligt bij spel dus niet op leren of ergonomie. Spel is een ruim begrip. Het omvat onder andere fysiek actieve spelen zoals voetbal maar ook videogames.

Hoe? 1 = Geen tot nauwelijks speleigenschappen. Het idee heeft passieve of geen interactie.
2 = Het idee bevat iets interactiefs.
3 = Een letterlijk spel. Zoals een game of een quiz.

Verrassing

Waarom? De aanwezigheid van een soort verrassing in een product of object doet de gebruiker geïntrigeerd raken door dat product. Het zorgt voor een herinnering die blijft hangen.

Wat? De verassing kan iets zijn wat de gebruiker niet had verwacht. In het geval van de ideeën zegt de verrassingfactor in hoeverre het idee gebruikt kan worden om een verassing over te brengen op de gebruiker.

Hoe? 1 = Het object is puur wat het is, er zit niet iets in wat anders kan zijn dan de verwachtingen van de gebruiker.
2 = Het idee bevat iets van verrassing, een verandering in de setting of een spontane actie, maar het is zeker niet het hoofddoel van het idee.
3 = Het idee is erop gericht de gebruiker iets interessants en verrassends mee te geven

Didactiek

Waarom? Het uiteindelijke doel van het object is het over dragen van leerstof op de doelgroep. De didactische kwaliteiten van het idee tellen dus zwaar mee voor de keuze.

Wat? De didactische kwaliteit van een idee hangt af van de nieuwe informatie die het over kan brengen op de gebruiker en de effectiviteit waarmee dit kan gebeuren.

Hoe? 1 = Iets waar je beduidend geen nieuwe kennis van op doet. Puur een middel tot een doel.
2 = Een idee welke informatie overdraagt op de gebruiker, echter is het idee zonder uitleg niet direct didactisch van aard.
3 = Een idee welke informatie overdraagt op de gebruiker, dit gaat effectief en werkt grotendeels zonder verdere uitleg.

Ergonomie

Waarom? Ergonomie van een product is belangrijk wil het product daadwerkelijk goed en veilig gebruikt kunnen worden.

Wat? In principe is elk idee aan te passen wat betreft het ergonomische aspect. Bij sommige ideeën is dit echter simpeler te realiseren dan bij anderen. Om deze reden zal een idee als dat hoger scoren.

Hoe? 1 =Het idee is niet ergonomisch verantwoord en kan dit ook zeer lastig worden.
2 = Het idee is niet speciaal gericht op ergonomische aspecten van het ontwerp, maar doet deze ook geen schade toe.
3 = Het idee is er op gericht de ergonomie van het totaalontwerp te verbeteren.

Humor

Waarom? Humor is in staat om moeilijke leerstof, of leerstof die de gebruiker/doelgroep niet sterkt interesseert, over te brengen op een leuke manier.

Wat? Humor kan bijvoorbeeld zitten in de tekstuele uitleg die bij een object komt, in de manier van gebruik of in de vorm van het object.

Hoe? 1 = het idee is humorloos, het is puur een representatie van de werkelijkheid. Een funtioneel element.
2 = Het idee kan humorvol zijn of humorvol gemaakt worden.
3 = Het idee is bedoelt om humor in het ontwerp te brengen.

Plezier

Waarom? Plezier maakt net als humor en spel dat het gebruik van het product een prettige ervaring oplevert. Om deze reden is plezier meegenomen als factor om te bepalen welke ideeën de beste zijn.

Wat? Plezier kan ontstaan door leuke opdrachten, fysieke activiteit, proefjes, tests of verrassende informatie.

Hoe? 1 = Passief gebruik van het product
2 = Actief gebruik van het product.
3 = Het uitvoeren van een interactie met het product, voor een groot deel gericht op het creeëren van plezier.

Prikkel

Waarom? Een prikkelend product zet aan tot gebruik en doet de gebruiker interesse krijgen in het product en de functie van het product.

Wat? Een prikkel kan zijn: moderne technologie die de doelgroep normaliter zelden kan gebruiken, het vereisen van interactieve deelname om het product te laten functioneren.

Hoe? 1 = Ideeën die niet prikkelen en niet ontworpen zijn om te prikkelen. Bevat geen van de bovengenoemde eigenschappen en kan over het algemeen als 'standaard' en 'saai'

worden gezien.
2 = Een idee op het eerste gezien niet gelijk duidelijk is wat de functie is. Het nodigt uit tot nadere aanschouwing door middel van interactie.
3 = Het idee bevat meerdere van de bovengenoemde eigenschappen als: interactieve deelname en moderne technologie.

Interactie

Waarom? Interactie zorgt ervoor dat de gebruiker nauw betrokken wordt bij het object. Hierdoor ervaart de gebruiker het object dieper, wordt de leerstof beter opgenomen en is het gebruik plezieriger.

Wat? Alle manieren waarop de gebruiker bezig is met het product. Er is input en output aanwezig.

Hoe? 1 = Compleet passief.
2 = Interactie is mogelijk, maar niet het hoofddoel van het idee.
3 = Interactie vorm het/een belangrijk deel van het idee.

Activiteit

Waarom? Door activiteit voor het gebruik van he tproduct noodzakelijk te maken wordt de gebruiker beter in contact gebracht met de leerstof. De educatieve aspecten van 'zelf doen' zijn beter dan 'naar kijken'

Wat? Iets kunnen doen met het product. Een actie uitvoeren

Hoe? 1 =Lezen van tekst, het puur aanwezig zijn in een ruimte van een object zonder dat er actie mee uitgevoerd kan worden anders dan kijken.
2 = Ofwel mentale activiteit, ofwel fysieke activiteit.
3 = Zowel een mentale als een fysieke activiteit.

Autonomie

Waarom? Het is een eis dat het product volledig autonoom te gebruiken is. Hulp van buitenaf anders dan eventuele medemensen uit de doelgroep is niet mogelijk in het product.

Wat? Voor autonomie is het nodig dat de werking van het object in een keer duidelijk is of dat de werking ter plekke door het object zelf verklaard wordt.

Hoe? 1 = Het idee is niet/nauwelijks autonoom te gebruiken.
2 = Er is enige (schriftelijke) uitleg nodig om de functie/werking van het ide te begrijpen.
3 = Het idee is volledig autonoom te gebruiken

Stijlcorrect

Waarom? Het nieuwe object moet passen tussen de bestaande objecten van de sterrenwacht.

Wat? Qua kleur, taalgebruik, vorm, werkwijze.

Hoe? 2 = Ieder idee is in deze fase nog uit te werken tot een stijlcorrect idee. Om die reden heeft elk idee een waarde 2 gekregen in de categorie stijlcorrect.

Wow-factor

Waarom? Wonderbaarlijke aanschouwingen maken een object tot een memorabel geheel. Daarnaast is een object met een sterke wow-factor tevens vaak een aantrekkelijk object wat veel aandacht trekt.

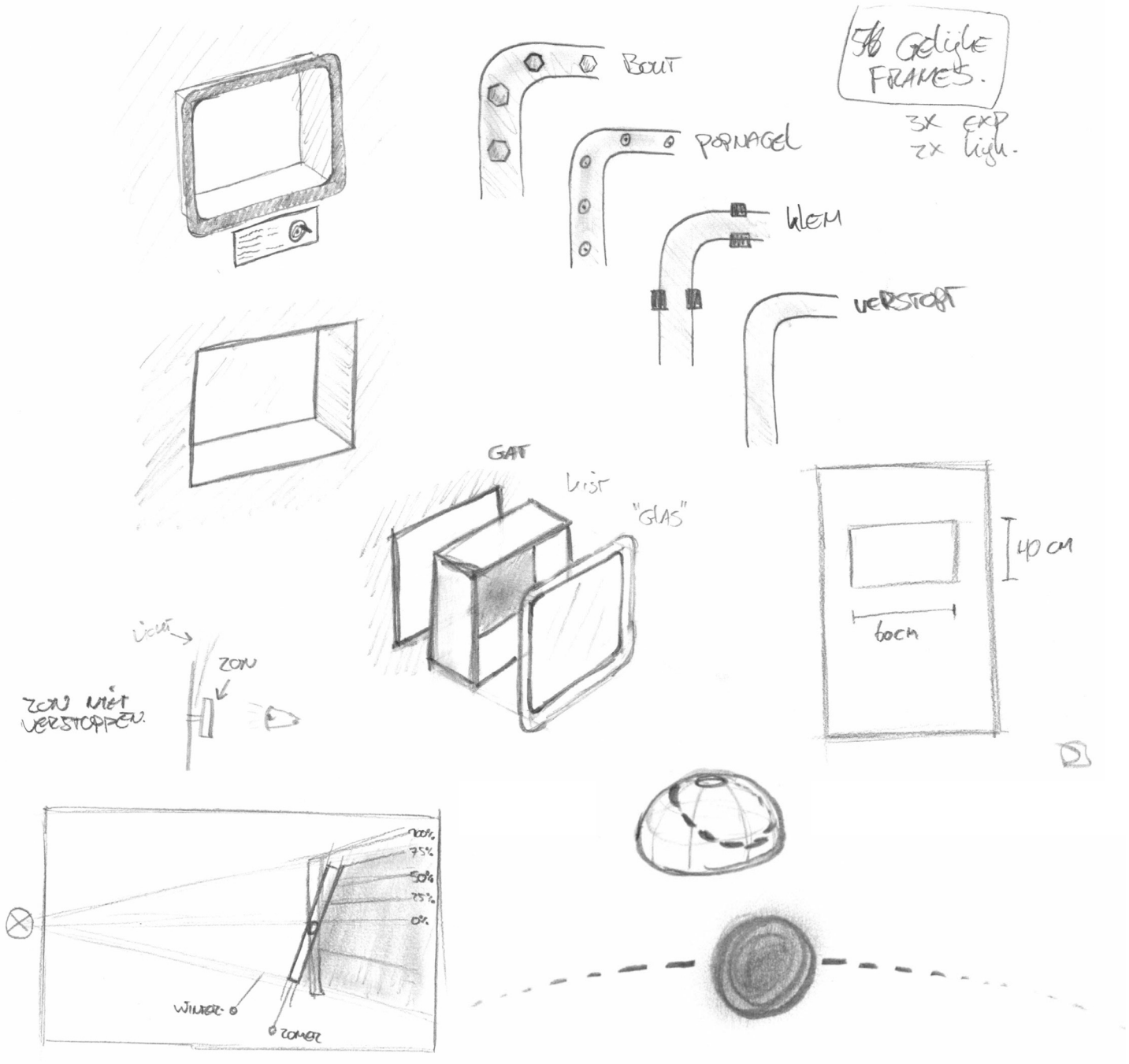
Wat? Een wow- ervaring kan ontstaan doordat de gebruiker het object in kwestie nooit eerder heeft gezien, door het zien van iets zeer groots of opmerkelijks, of het meemaken van een gebeurtenis die de gebruiker niet had verwacht.

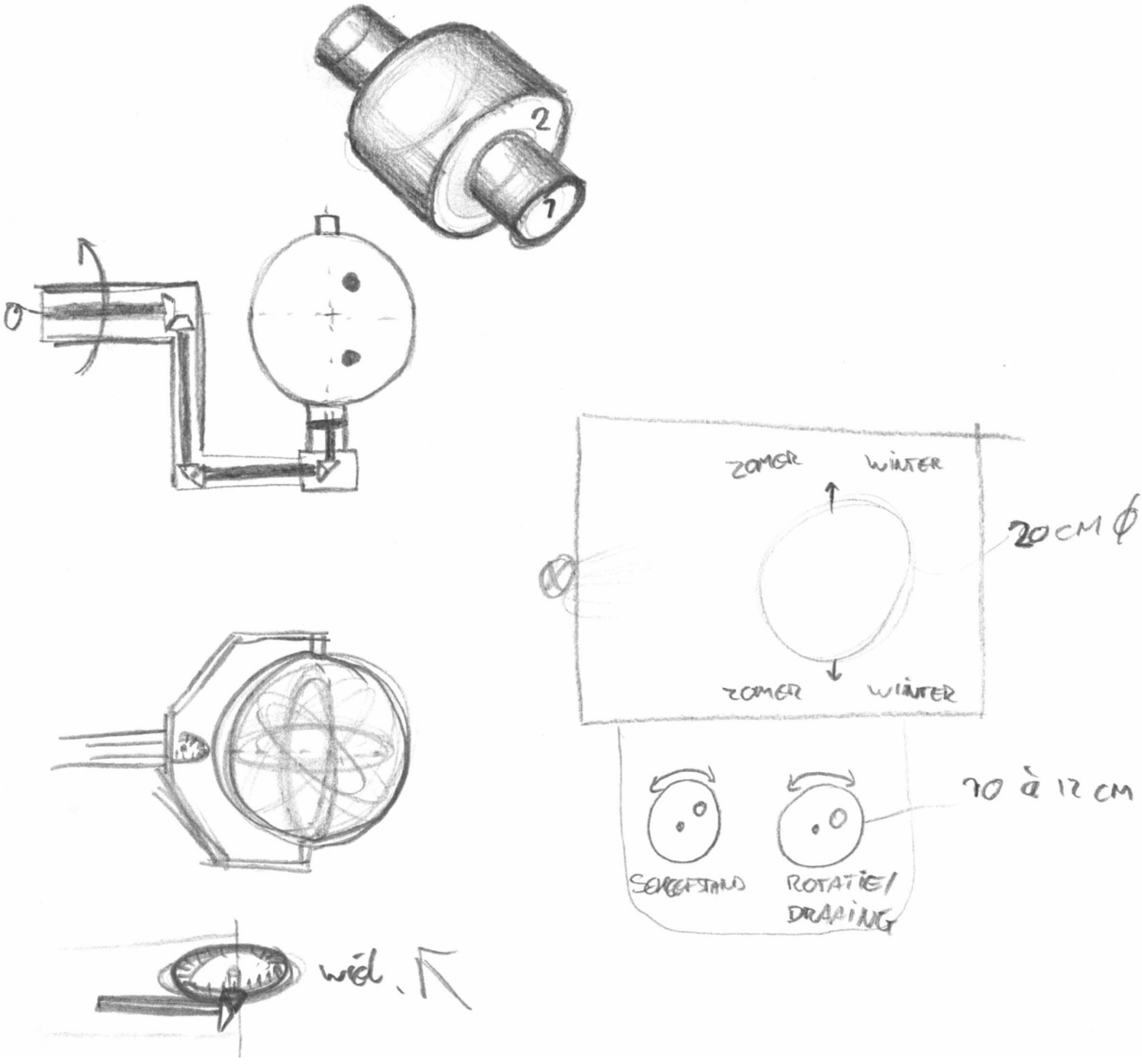
Hoe? 1 = Het idee is simpel van aard, er zit geen dubbele boodschap in of diepere functies. Het is wat het is.

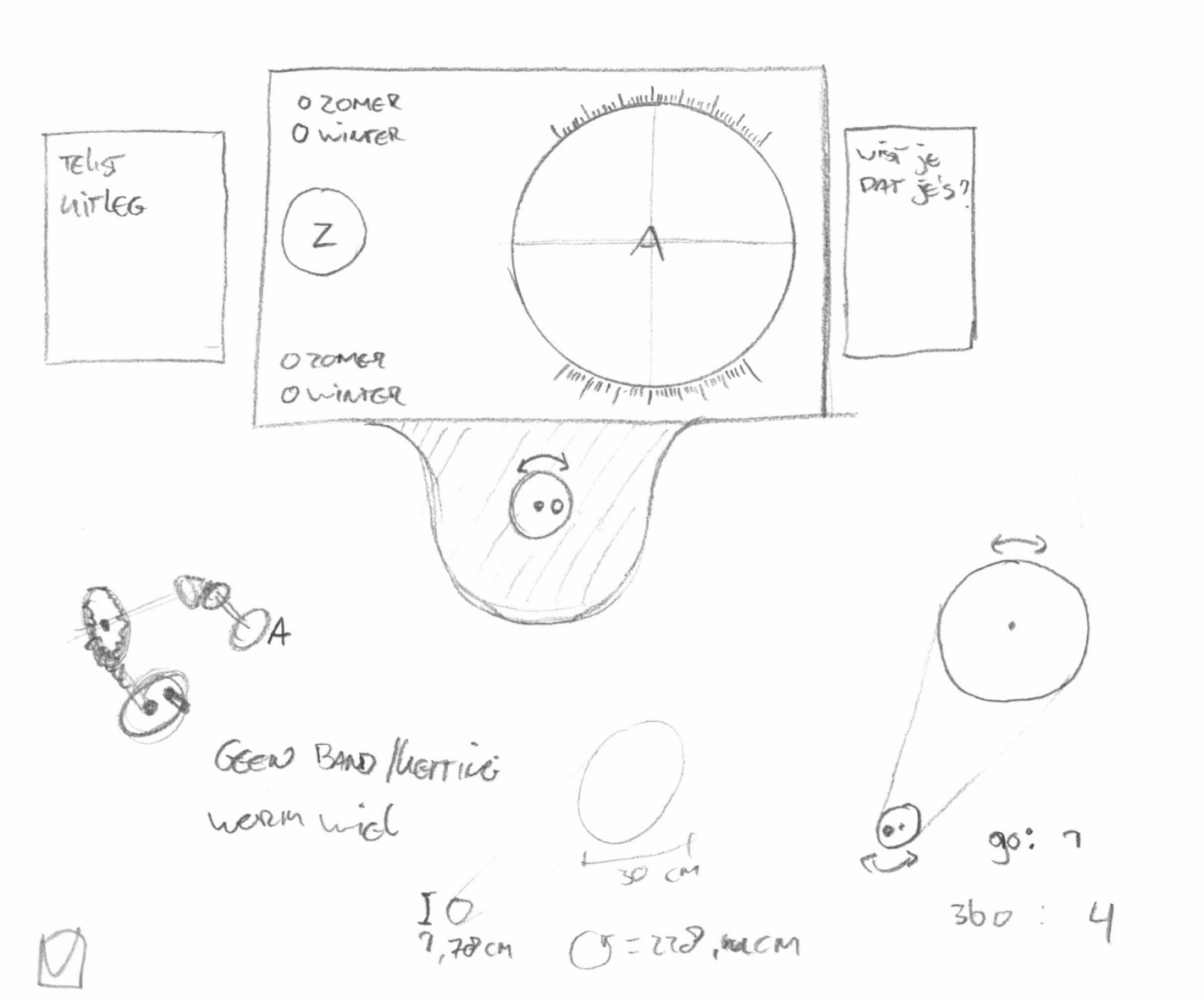
2 = Het idee is enigzins opmerkelijk, groots, majestueus of bijzonder.

3 = Het object is zeer opmerkelijk, groots, majestueus of bijzonder.

Bijlage F - Diverse Schetsen




2
1
ZOMER
WINTER
20 CM ϕ
ZOMER
WINTER
70 à 12 CM
SCHEERSTAND
ROTATIE/
DRAAIING
wiel


TEKST
UITLEG
O ZOMER
O WINTER
Z
A
O ZOMER
O WINTER
WIST JE
DAT JE'S?
A
GEEN BAND/KETTING
WORM WIEL
30 CM
I O
7,78 CM
= 228,
90: 7
360 : 4

Bijlage G - Teksten Bordjes

Experiment A
Scheefstand

De eerste oorzaak van het ontstaan van de seizoenen op aarde is dat de aarde niet rechtop staat.

De aarde staat altijd scheef ten opzichte van de zon.

In de zomer op het noordelijk halfrond (dus ook Nederland) staat het noordelijk halfrond naar de zon toe gekanteld. In de winter het zuidelijk halfrond

Hoe scheef staat de aarde?
Dat kan je in dit experiment uitvinden.

Wist je dat?

1. De gemiddelde afstand tussen de zon en de aarde 150 miljoen kilometer is.
2. In de winter op het noordelijk halfrond staat de aarde ongeveer 4 miljoen kilometer dichter bij de zon dan in de zomer. Dat is 100 keer rond de aarde!

Experiment B
Intensiteit

De derde oorzaak van het ontstaan van de seizoenen op aarde is dat er niet altijd evenveel zonlicht de aarde bereikt.

Hoe dichter je bij de noord- of zuidpool van de aarde komt, hoe lager de zon aan de hemel staat.

Elke zonnestraal wordt dan verdeeld over een groter oppervlak. Hierdoor is het licht minder sterk.

Hoe werkt dit? En hoe sterk wordt het licht verdeeld?
Dat kan je in dit experiment uitvinden

Wist je dat?

1. Op de evenaar staat de zon 2 keer per jaar recht boven je hoofd. Namelijk op 20 maart en 23 december. Dit heet met een moeilijk woord een equinox.
2. Als je exact op de noord- of zuidpool staat komt de zon tijdens de ene equinox op, en gaat hij tijdens de andere equinox weer onder.

Experiment C

Daglengte

De tweede oorzaak van het ontstaan van de seizoenen op aarde is dat het niet leke dag even lang licht is.

Doordat de ene helft van de aarde tijdens de zomer meer naar de zon toe is gekanteld krijgt die helft langer zonlicht dan de andere helft. De zon komt eerder op en gaat later onder.

De aarde krijgt op een winterdag dus niet evenveel zonlicht als op een zomerdag.

Wanneer is de dag langer?

Dat kan je in dit experiment uitvinden.

Wist je dat?

1. Midden tijdens de lente en herfst krijgt elke plek op aarde even lang zonlicht. Het is dan precies 12 uur licht en 12 uur donker.
2. Boven de poolcirkel gaat de zon in de zomer dagenlang niet onder. In de winter komt de zon dagenlang niet op.