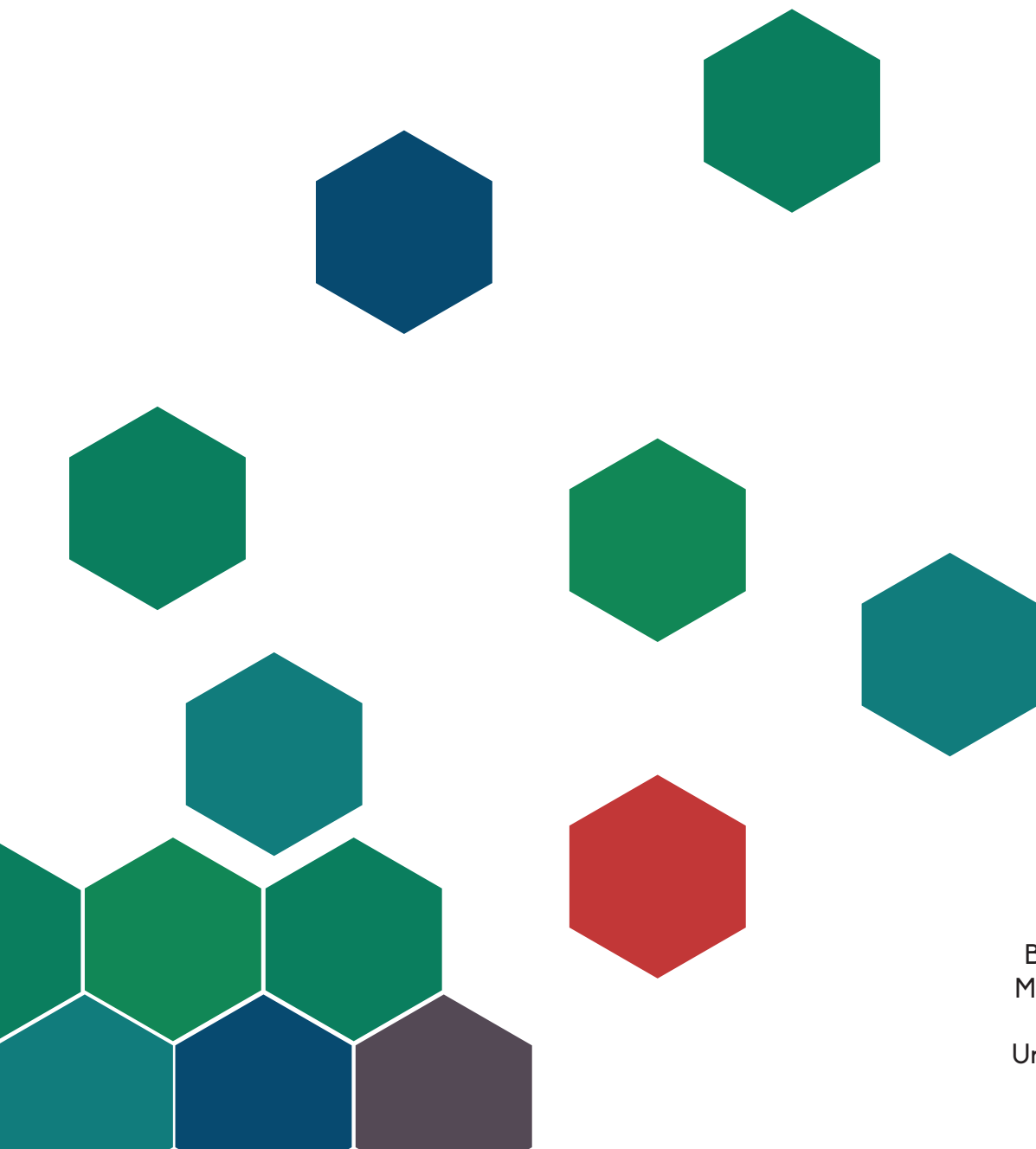


Veiligheidsbril voor kinderen



Bacheloropdracht
Marloes Hengeveld
s1188046
Universiteit Twente



Auteur: Marloes Hengeveld
Studentnummer: S1188046
Opleiding: Industrieel Ontwerpen
Onderwijsinstelling: Universiteit Twente

Datum: 3 februari 2015

Begeleiders: Ilanit Lutters-Weustink
vanuit Universiteit Twente en
Linda van den Heuvel vanuit SES
Creative

Aantal pagina's: 55
Aantal bijlagen: 2



Voorwoord

Dit verslag beschrijft het onderzoek wat is gedaan naar een veiligheidsbril voor kinderen voor speelgoedproducent SES Creative. Dit is uitgevoerd in het kader van de Bachelor Eindopdracht van mijn studie Industrieel Ontwerpen aan de Universiteit Twente. Het onderzoek omvatte onder andere oplossingsgerichte schetsen, digitale simulatiestudies naar sterkte en kostenberekeningen. Het doorlopen proces is tamelijk prettig en soepel verlopen.

Graag zou ik de medewerkers van de afdeling Productontwikkeling van SES Creative, met in het bijzonder mijn begeleidster Linda van den Heuvel en mijn projectbegeleidster Ilanit Lutters-Weustink willen bedanken voor hun ondersteunende begeleiding en hulp.



Inhoudsopgave

Samenvatting	6
Summary	7

1. Inleiding

1.1 Opdrachtgever	9
1.2 Opdrachtschrijving	11

2. Analyse

2.1 Markt en visie SES	13
2.2 De Veiligheidsbril	15
2.3 Marktanalyse	17
2.4 Regelgeving - Normen	19
2.5 Gebruik	22

3. Conceptgeneratie

3.1 Programma van Eisen	25
3.2 Eerste ideeëgeneratie	27
3.3 Eerste keuze	31
3.4 Tweede ideeëgeneratie	33
3.5 Conceptvorming	38
3.6 Prototyping	39
3.7 Toetsing Concepten	40
3.7.1 Toetsing aan Programma van Eisen	41
3.7.2 Pasvormtest Prototypen	43
3.7.3 Simulatiestudie naar sterkte	46
3.7.4 Kostenschatting	47

4. Conceptuitwerking

4.1 Conceptkeuze	49
4.2 Conceptdetailering	50
4.3 Eindontwerp	51

5. Conclusie en Aanbevelingen

5.1 Conclusie	53
5.2 Aanbevelingen	54
5.3 Evaluatie	54

6. Referenties

7. Bijlagen

Samenvatting

Het bedrijf SES Creative is producent van knutselspeelgoed voor kinderen van 1 tot 13 jaar. Door continuë innovatie probeert SES haar marktpositie te behouden en verder uit te breiden. De productontwikkelaars zouden graag de productgroep 'Explore' willen uitbreiden door chemische experimentsetjes toe te voegen aan het assortiment. Voor het verkopen van dit speelgoed zijn verschillende normen vastgesteld door het instituut de 'Nederlandse Norm'. Deze schrijft voor dat een veiligheidsbril bij de setjes wordt meegeleverd. Deze bril moet aan verschillende veiligheidseisen voldoen en bovendien geschikt zijn voor gebruik door kinderen. Veiligheidsbrillen voor kinderen zijn te koop, maar deze zijn te duur voor SES Creative om in te kopen en hierbij hun producten tegen een toegankelijke prijs te blijven verkopen. De wens van de speelgoedproducent is dan ook om een veiligheidsbril te ontwikkelen, die aan de normen voldoet en die zelf geproduceerd kan worden tegen een maximale kostprijs van 20 eurocent. Deze en andere eisen die uit de analyse van markt, concurrentie, gebruik en regelgeving naar voren zijn gekomen, zijn verzameld in een Programma van Eisen.

Allereerst zijn ideeschetsen gemaakt van wijzen hoe een bril opgebouwd zou kunnen zijn. Tussen de twee meest bruikbare ideeën hiervan is een keuze gemaakt door in een kostenschatting te kijken of de in eerste instantie verwachte goedkope versie duidelijk goedkoper was dan de versie waarvan met

meer zekerheid gezegd kon worden dat deze aan de normen zou voldoen. Dit was niet het geval, waardoor een wat meer standaard model bril werd gekozen, waarvan alle onderdelen geheel worden spuitgegoten. Om deze goedkoper te maken, wordt een duur geassembleerd scharnier vervangen door een goedkopere verbinding, worden aan beide zijden van de bril hetzelfde pootje gebruikt en deze worden met een goedkoper kunststof spuitgegoten.

Aan de hand van nieuwe, meer gedetailleerde ideeschetsen zijn twee verschillende modellen binnen dit concept samengesteld. Van deze modellen is met behulp van Rapid Laser Sintering een prototype gemaakt. Beide modellen zijn onderworpen aan verscheidene testen, zoals; een kostenschatting, een digitale simulatiestudie naar sterkte en een pasvormtest. Bij de keuze tussen de modellen zijn de uitslagen van deze testen meegenomen en werd er gekozen voor een kliksysteem, een gesloten pootje en wat rondere glazen. Tevens werden de resultaten doorgevoerd in aanpassingen aan het gekozen model. Hiervan werd een zelfde prototype gemaakt als van de eerdere concepten. In de detailleringsfase zijn nog een aantal kleine aanpassingen gedaan. Zo zijn de randen van de glazen nog wat verder afgerond, zijn de zijkanten versmald en is een SES-logo in de pootjes verwerkt. Van het eindontwerp zijn renders van het 3D-model gemaakt, zijn er op dit model controlerende digitale simulatiestudies uitgevoerd en er is een uiteindelijke kostenschatting van het product gemaakt.



Summary

SES Creative is a producer of creative and educational toys for children between the age of 1 and 14 years. By keeping focused on innovation, SES tries to maintain and expand its global market position. The department of product development wants to expand the product group 'Explore' by developing chemical experimental sets. The institution 'NEderlandse Norm' imposes rules for selling this kind of toys. These rules describe that a chemical set has to include a pair of safety glasses. These glasses have to satisfy several safety requirements and have to be suited as well for use by children. Some of these glasses are purchasable, but SES Creative wants to sell their products for accessible prices and the available glasses are too expensive. These are reasons for SES to develop glasses on their own, which satisfy the safety requirements and which can be produced for a prefixed maximum of costs. A Statement of Requirements contains these requirements and the results from the analysis of the market and the usage.

At first several ideas, describing different compositions of glasses, are reproduced in sketches. Two ideas were chosen and of both concepts,

an estimated price was determined. If the one, expected to be the cheapest by far, did not differ more than 2 eurocents from the more proven concept, the last mentioned would be chosen. This condition was not met, so the more known concept, of which all components are injection molded, was going to be developed. To lower the price of the concept, an expensive assembled hinge should be replaced by a less expensive connection, the temples at both sides of the frame should be the same and made of a cheaper plastic.

New sketches showed detailed aspects and were combined into two different models of the same concept. Prototypes of the models were made, by using rapid laser sintering. Both models were subjected to different tests, including a estimation of costs, a digital simulation study and a fitting test. The results from these tests led to the choice of a snap connection, a covered temple and a round shaped glass. Some changes were also made as a result of the tests. A new prototype showed the adjusted concept. To finish the product design, some last, small adjustments were made. For instance the edges were rounded, the sides were narrowed and the logo of SES was put into the temples. Images of a 3D representation of the final design, final simulation studies and a final estimated cost price show the final design at last.



1. Inleiding



1.1 Opdrachtgever

De opdrachtgever voor deze opdracht is SES Creative. Dit bedrijf is een bekende ontwikkelaar en producent van kinderspeelgoed. Het bedrijf is gevestigd in Enschede en hier vindt het bedenken, ontwikkelen en produceren van nieuwe producten plaats. Sinds de oprichting in 1982 is SES Creative uitgegroeid tot een internationale leverancier van speelgoed. Het speelgoed wordt geproduceerd voor verkoop in speelgoedwinkels en warenhuizen. Veelal gaat het om creatief speelgoed, zoals knutselmateriaal.



“SES staat voor hoge kwaliteit. Voor, tijdens en na het productieproces vinden regelmatig strenge kwaliteitscontroles plaats. De kwaliteit van SES producten is terug te vinden in drie belangrijke pijlers: Plezier - Het spelen met speelgoed van SES Creative is altijd een feest Dit geldt niet alleen voor het kind, maar ook voor de ouders...Veiligheid - Veiligheid en kwaliteit zijn voor SES erg belangrijk. De producten van SES mogen in geen geval een risico opleveren voor de kinderen of de omgeving; Ontwikkeling - Creatief denken en doen draagt voor een belangrijk deel bij aan de elementaire ontwikkeling van een kind. Daarom bieden de producten van SES de positieve stimulans die kinderen helpt om hun creativiteit volop te ontplooiën.”^[1]

Veel van het speelgoed van SES is knutselspeelgoed. Hierbij kan gedacht worden aan klei, gips en verf, maar er zijn ook setjes met strijkkralen of setjes om te timmeren of armbandjes te maken. Het assortiment splitst zich op in een aantal productgroepen. Elke productgroep heeft zijn eigen thema en bijbehorende verpakkingstijl. Een aantal voorbeelden van deze productgroepen zijn; ‘SES Hobby’, ‘SES Eco’, ‘Aqua’, ‘Piretti’ en de voor deze opdracht belangrijke ‘SES Explore’ (zie Figuur 1).

De ‘Hobby’-serie omvat de meer algemene producten uit het assortiment, waar de sets van ‘Piretti’ verschillende kook- en bakattributen bevatten en de ‘Explore’-producten gericht zijn op onderzoeken en ontdekken. Door de uitstraling van de verschillende productgroepen te variëren, wordt getracht verschillende doelgroepen aan te spreken en bij zoveel mogelijk verschillende afdelingen in de winkel aansluiting te vinden. De meeste producten van SES Creative worden verkocht in een prijsklasse van zes tot twaalf euro. Dit maakt het toegankelijk voor een breed publiek. Voor de kleinste kinderen, vanaf 1 jaar, is er al speel- en knutselmateriaal verkrijgbaar. De oudere kinderen kunnen aan de slag met de moeilijkere knutselsetjes of de onderzoeksetjes uit de ‘Explore’-reeks. De doelgroep, waar de producten van SES op gericht zijn, loopt tot ongeveer twaalf jaar.



Figuur 1. Een greep uit het assortiment van SES Creative

1.2 Opdrachtschrijving

Graag zou SES Creative experimentsetjes voor kinderen aan haar assortiment toevoegen. Veelal is het hierbij verplicht dat een veiligheidsbril aan de set wordt toegevoegd. Veel van de bestaande veiligheidsbrillen voldoen niet aan de internationale richtlijnen. Om de veiligheid van hun producten te blijven garanderen, wil SES Creative dat ook de veiligheidsbrillen aan alle eisen en officiële normen voldoen.

Om tot certificering van een veiligheidsbril voor kinderen te komen, wil SES Creative dat alle eisen, normen en daarbij behorende implicaties voor deze veiligheidsbril verzameld worden in een adviesverslag. Daarnaast wenst het bedrijf dat de verzamelde informatie wordt toegepast in een uitwerking van het concept tot een 3D-model en fysieke prototypes.

“Het doel van de opdracht is het ontwikkelen en uitwerken van een veiligheidsbril voor kinderen die voldoet aan de speelgoedwetgeving en gecertificeerd kan worden. Bij het ontwerpen is maatvoering en materiaalkeuze erg belangrijk. Het zal dan ook nodig zijn prototypes te (laten) maken en indien nodig en haalbaar binnen de opdracht een nul-serie.”^[2]

2. Analyse

Om informatie te verkrijgen over de noodzakelijke en gewenste eigenschappen van de veiligheidsbril is een analyse uitgevoerd. Naar aanleiding van deze analyse kan een Programma van Eisen worden opgesteld en kunnen concepten worden gegenereerd. De analyse bestaat uit verschillende onderdelen, elk met een eigen invloed op het uiteindelijke ontwerp. Zo is er een analyse uitgevoerd naar wat een veiligheidsbril een veiligheidsbril maakt, naar de opdrachtgever en haar wensen en welke modellen van een veiligheidsbril (voor kinderen) er reeds verkrijgbaar zijn. Daarnaast is vastgesteld welke regelgeving er geldt rond het certificeren van een veiligheidsbril, hoe dit getest wordt en hoe het product gebruikt zal worden.

2.1 Markt en Visie SES

SES probeert breed toegankelijk speelgoed te ontwikkelen. Hierbij blijven ze vernieuwen en uitbreiden.

SES Creative ziet het toevoegen van een veiligheidsbril aan hun assortiment voornamelijk als een voorwaarde om een nieuwe groep producten te kunnen maken en bestaande producten in de toekomst te kunnen blijven maken. Hierbij gaat het in eerste instantie om producten in de serie 'SES Explore'. Deze producten zijn voor de wat oudere kinderen, vanaf zeven jaar. Het is in de ogen van de opdrachtgevers bij SES niet per sé gewenst om de bril onderdeel van de speelbeleving te maken. De bril moet wel de veiligheid en het kwaliteitsniveau uitstralen, welke past bij de uitstraling van de andere producten van SES. Het liefst is de bril op de langere termijn ook toe te passen in verschillende andere productgroepen. Het zou ten slotte een wens zijn als het logo van SES Creative in de bril verwerkt is en er een mogelijkheid is om een kenmerkend en per productgroep variabel beelddetail toe te voegen.

Om de producten toegankelijk te houden, wil SES de prijzen van haar producten laag houden. Het grootste deel van de producten van SES wordt verkocht voor een prijs tussen de zes en twaalf euro. Om binnen deze prijsklasse te blijven, moet

de de veiligheidsbril die toegevoegd wordt zo goedkoop mogelijk zijn. Dit heeft invloed op de materiaalkeuze, maar ook op de keuze van de productieprocessen en daarmee de opbouw van de uiteindelijke bril. Voor elk concept moet gekeken worden welke materiaaleisen er aan elk onderdeel gesteld worden, wat de benodigde productiestappen zijn en hoe de kosten hierbinnen zo laag mogelijk gehouden kunnen worden.

Voor de verkoop moet het totale product uiteindelijk in een doos passen. Het liefst worden dozen met standaard maten gebruikt. Deze dozen zijn geschikt voor de verkoop en goedkoper dan dozen met andere maten. Om de bril in de doos te laten passen, moet deze compact gemaakt kunnen worden en in compacte vorm maximaal 40mm hoog mag zijn (de hoogte van de glazen of diepte van de glazen). De bril kan in zijn geheel kleiner worden, door bijvoorbeeld het gebruik van scharnieren of in verschillende onderdelen worden aangeleverd. In het laatste geval moet de gebruiker de bril gebruiksklaar maken en is het van belang dat de benodigde stappen hiervoor duidelijk zijn, om tot een veilige bril te komen.

15x20x4 millimeter



30x20x4 millimeter



34x25x5 millimeter



Figuur 2. De standaard dozen uit de 'Explore'-serie ^[3]

2.2 De veiligheidsbril

Om tot een specifiek ontwerp van de veiligheidsbril te komen, wordt allereerst de basis van een (veiligheids-)bril vastgelegd. Wat maakt een veiligheidsbril tot een veiligheidsbril?

Functie

De functies van een veiligheidsbril zijn te verdelen in een hoofdfunctie en een aantal verschillende nevenfuncties.

De hoofdfunctie van een veiligheidsbril is om de (ogen van de) gebruiker te beschermen tegen;

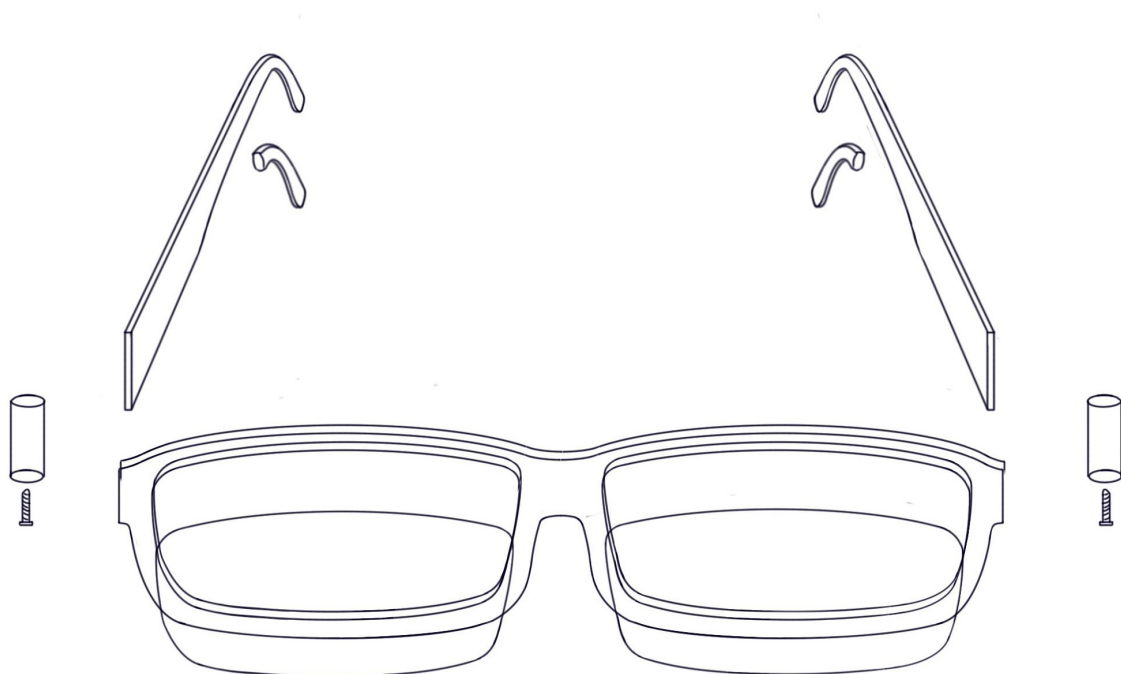
- Inslagen van verschillende sterkten;
- Optische radiatie;
- Gesmolten metalen en warme voorwerpen;
- Druppels en spetters;

- Stof;
- Gassen;
- Korte elektrische stroomgeleiding; Of een combinatie van bovenstaande

Naast de hoofdfunctie om bescherming te bieden aan (de ogen van) de gebruiker, kunnen aan de veiligheidsbril ook een aantal nevenfuncties worden toegeschreven. Deze functies zijn niet de belangrijkste, of niet op alle veiligheidsbrillen van toepassing, maar kunnen wel van invloed zijn op de ontwerpkeuzes.

- Gevoel van veiligheid geven

Naast het daadwerkelijk beschermen van de gebruiker, moet de veiligheidsbril deze veiligheid ook uitdragen naar de gebruiker. De bril moet dus een gevoel van veiligheid geven aan de gebruiker.



Figuur 3. Exploded view van een bril

- Zichtcorrectie

De hoofdfunctie van een "normale" bril, het corrigeren van oogafwijkingen, kan toegepast worden op de veiligheidsbril. Dit is een optionele functie en door de grootschalige uitgifte van de veiligheidsbrillen in deze opdracht, zal deze functie niet meegenomen worden.

Geometrie

De samenstelling van een veiligheidsbril, of bril in het algemeen, is grof op te delen in twee basisonderdelen;

- de glazen
- het montuur

Deze onderdelen zijn in vrijwel elke bril terug te vinden. Het montuur is veelal verder opgebouwd uit kleinere onderdelen.

Zo heeft een montuur vaak (zie Figuur 3);

- Een voorzijde, waar de glazen in bevestigd zijn.
- Veren (poten) om de bril op de oren te laten steunen.
- Scharnieren met schroefjes die deze voorzijde aan de poten bevestigt.
- Pads onder de neusboog of oortips aan de uiteinden van de veren kunnen voor meer draagcomfort zorgen. (niet altijd aanwezig)

Voor de geometrie van de veiligheidsbril zijn de dimensies van belang. Om deze maten toe te kennen, moet bekend zijn waarvan de dimensies afhankelijk zijn. Er zijn verschillende bepalende factoren;

Veiligheid

- Een hoofdband moet breed genoeg zijn en in lengte verstelbaar of zelf-verstellend (elastiek) zijn.
- Het zichtveld van de bril moet groot genoeg zijn.

Pasvorm

Een veiligheidsbril is een veiligheidsmiddel dat direct op het lichaam wordt gedragen. Dit betekent dat er rekening gehouden moet worden met de menselijke lichaamsmaten om een goede pasvorm te realiseren. Een goede pasvorm is essentieel voor veilig gebruik van het product. De bril mag immers niet van het gezicht afvallen of zelf schade toebrengen aan de gebruiker.

- De breedte van het hoofd van kinderen van 7 tot 14 jaar varieert tussen de 141 millimeter en 145 millimeter. De veiligheidsbril moet ten minste breed genoeg zijn voor de kinderen van 14 jaar met een breed hoofd, maar mag niet van het hoofd vallen van de jongere kinderen met een smaller hoofd.^[7]
- De lengte van de veer is afhankelijk van de afstand van de slaap tot het oor. Voor kinderen is dit gemiddeld 53 millimeter.^[7]
- De breedte van de neusbrug is afhankelijk van de breedte van de neus. De neus mag niet worden afgekneld, maar de bril mag ook niet van de neus afzakken. Kinderbrillen zijn verkrijgbaar met een neusbrugbreedte van 13 tot 19 millimeter.^[8]
- De kinderen binnen de doelgroep hebben een hoofdomtrek van 503 millimeter (5% kleinste in 6-7 jaar) tot 571 millimeter (5% grootste in 12-13 jaar)^[7]

2.3 Marktanalyse

Er worden vele veiligheidsbrillen verkocht, voor verschillende gebruikersgroepen en doeleinden. Veel van deze veiligheidsbrillen zijn gericht op volwassenen binnen een bepaalde beroepsgroep. Voor kinderen zijn in meer beperkte mate ook wel veiligheidsbrillen verkrijgbaar. Voornamelijk hebben de kinderbrillen een functie als zogenaamde vuurwerkbril. Deze brillen worden aan het eind van het kalenderjaar verkocht als veiligheidsmaatregel voor kinderen die met oud en nieuw buiten vuurwerk kijken of zelf wat klein vuurwerk afsteken. Nog maar relatief weinig speelgoedproducenten hebben zich gewaagd aan de verkoop van speelgoed waarbij een veiligheidsbril verplicht is. In de speelgoedbranche zijn hierdoor nog niet zoveel veiligheidsbrillen te vinden. Een aantal veiligheidsbrillen zijn wel op de markt, maar deze dienen vaak meer als onderdeel van de beleving van het speelgoed dan ter bescherming van de gebruiker. In dat geval voldoen ze ook niet aan de eisen, zoals deze voor een veiligheidsbril zijn opgesteld. In Figuur 4 zijn afbeeldingen van de hieronder behandelde brillen weergegeven.

Labbril voor kinderen

Functie

De bril op de bovenste afbeelding is gemaakt als labbril en heeft daarmee als doel de gebruiker te beschermen. Hij voldoet als enige van de gevonden en bekeken kinderbrillen aan de eisen die aan oogbescherming worden gesteld en is dan ook CE-gecertificeerd.

Opbouw

De gehele voorzijde van de bril vormt één geheel. Dit is, net als de pootjes, spuitgegoten in een transparant kunststof. Het scharnier, dat de pootjes

en de voorzijde aan elkaar bevestigt, zit in elkaar met een klein metalen schroefje.

Plus- en minpunten

- Duur in materiaal en assemblage
- Niet direct in grootte verstelbaar
- + Hoog-kwalitatieve uitstraling
- ++ Bevat CE-markering

Chirurgenbril China

Functie

Deze bril komt uit China en is oorspronkelijk bedoeld als chirurgisch middel. Het model is voornamelijk bedoeld als afscherming tegen vloeistofspetters, meer dan tegen harde, vaste deeltjes.

Opbouw

De bril bestaat uit twee delen; een spuitgegoten kunststof montuur en een gestanst folieblad als glazen. Deze zijn op elkaar bevestigd middels gaatjes in het folieblad die om haakjes aan het montuur vallen.

Plus- en minpunten

- Slappe, buigende glazen
- Folieblad laat erg gemakkelijk los van het montuur
- ++ Goedkoop

Speelgoedbril Ravensburger

Functie

Dit model bril wordt verkocht bij een speelgoedpakket. Het doel van de bril is om de spelervaring te vergroten en hij biedt dan ook geen echte bescherming.

Opbouw

In een geultje in een spuitgegoten kunststof montuur, zonder pootjes zijn twee gestanste kunststof folie-glazen geklikt. Een dun elastiek is aan de zijkanten van het montuur geknoopt en deze zorgen ervoor dat de bril op het hoofd bevestigd kan worden.

Plus- en minpunten

- Glazen gemakkelijk uit montuur te drukken
- Elastiek is te smal voor veiligheidsnorm
- Bril sluit niet goed aan, knikt in het midden
- + In grootte verstelbaar door elastiek
- + Goedkope glazen

Vuurwerkbril

Functie

Deze vuurwerkbril wordt door kinderen gedragen die met Oud- en Nieuw in de buurt van vuurwerk verkeren. Ook tegen rondvliegende pijltjes en dergelijke zou de bril dus bescherming moeten bieden.

Opbouw

Een hard kunststof glas wordt in een kunststof montuur vastgezet. Beide onderdelen zijn spuitgegoten. De pootjes zijn los van het montuur gemaakt en met een scharnier verbonden. Bovendien bestaat het pootje uit twee delen, welke in- en uit elkaar geschoven kunnen worden.

Plus- en minpunten

- Dure scharnieren
- Dure verstelbare pootjes
- Glas moet in montuur worden gezet, extra handeling
- + In grootte verstelbaar
- + Materiaalverschillen tussen glas en montuur mogelijk

Speelgoedbril HEMA

Functie

Deze bril is onderdeel van een vingerafdruksetje van de HEMA. Het is een speelgoedartikel op zichzelf en heeft geen beschermende functie.

Opbouw

Het blauwe montuur is spuitgegoten uit een flexibel kunststof. De glazen uit gestanst glasfolie zijn in dit montuur geplaatst en op drie punten vasgezet. Een breed elastiek is door sleuven aan beide zijden van de bril gehaald en vastgenaaid.

Plus- en minpunten

- Het montuur buigt voornamelijk bij de neus, waar snel een zwakke plek in het kunststof ontstaat.
- Glas erg flexibel.
- Slechte pasvorm door recht montuur, wat knikt bij de neus.
- + Door elastiek in omvang variabel.
- ++ Glazen zitten vast in montuur.



Figuur 4. Brillen, met van boven naar beneden: een labbril voor kinderen, de chirurgenbril uit China, de speelgoedbril van Ravensburger, een vuurwerkbril en de speelgoedbril van Hema.

2.4 Regelgeving – Normen

Door de NEN, het Nederlands Normalisatie-instituut wordt in samenwerking met verschillende belanghebbende partijen afspraken gemaakt over de veiligheid en kwaliteit van producten, diensten en werkwijzen. Deze worden vastgelegd in zogenoemde normen, welke door het NEN worden beheert en verstrekt. De normcommissie “Persoonlijke beschermingsmiddelen” was verantwoordelijk voor het opstellen van norm NEN-EN 166 Oogbescherming, welke van toepassing is op dit ontwerp van een veiligheidsbril. In deze norm worden de specificaties van een veiligheidsbril, die veilig en kwalitatief goed is, behandeld. De eisen uit deze normen zijn onderverdeeld in een aantal soorten voorwaarden en hieronder opgesteld. Gerelateerd aan NEN-EN 166, beschrijven de normen NEN-EN 167 en NEN-EN 168 de verschillende

methoden om het product aan de gegeven eisen te testen. Dit zijn de testen die een testinstantie uiteindelijk uit zal voeren om de veiligheidsbril certificering toe te kunnen kennen. Een samenvatting van de bijbehorende testbeschrijving wordt bij elke voorwaarde behandeld.

2.4.1. Voorwaarden

De voorwaarden hebben betrekking op verschillende aspecten:

1. Ontwerp- en productievoorwaarden
2. Mechanische voorwaarden
3. Optische voorwaarden
4. Chemische voorwaarden

De voorwaarden kunnen worden opgevraagd bij de NEN.

2.5 Gebruik

De veiligheidsbril zal onderdeel worden van een product voor kinderen van 7 tot maximaal 14 jaar. Dit betekent dat het product geschikt is om door deze kinderen gebruikt te worden en de veiligheidsbril dit ook moet zijn. SES Creative stelt begeleiding door een volwassene verplicht bij het gebruik van de chemische producten (experimentsets).

Kinderen bevinden zich in een fase van grote psychologische en sociale ontwikkeling. Onderdeel van deze ontwikkeling is het leren kennen van de wereld en de hierbij horende nieuwsgierigheid naar hun omgeving.^[19] Het begrijpen en verkennen van de wereld vindt op jonge leeftijd veelal in spelvorm plaats en gaat later over in meer onderzoek in de realiteit.^[20] De nieuwsgierigheid naar de wereld die kinderen kenmerkt, kan ertoe leiden dat gevaarlijke situaties ontstaan. Waar kinderen een minder ontwikkeld gevoel hebben voor wat gevaarlijk kan zijn, zullen zij deze situaties in mindere mate te herkennen en voorkomen. Daarnaast weten kinderen over het algemeen minder goed hoe problemen opgelost moeten worden, door een combinatie van gebrek aan kennis en ervaring. Dit maakt deze onveilige situaties des te meer ongewenst.

De producten van SES worden verkocht in verschillende speelgoed- en webwinkels, voor particulier gebruik. Veelal zal het speelgoed en de bijbehorende veiligheidsbril in een thuissituatie gebruikt worden. De producten waar de veiligheidsbril in eerste instantie voor bedoeld is, zijn bedoeld voor gebruik binnenshuis. Bij dit gebruik bestaat een groot risico op het vuil worden van het werkoppervlak door spetters of overstroming. Dit is gewoonlijk iets wat niet

gewenst is op de slaapkamer van het kind.

Bovendien spelen de activiteiten van kinderen die nog niet naar de middelbare school gaan zich veelal af in de gezamenlijke ruimten van het huis. Een hieruit logisch af te leiden gebruiksomgeving zou in dit geval de keuken of de woonkamer zijn. Als een spel of activiteit een langere tijd (langer dan een uur) in beslag neemt, is het gebruikelijk dat de gebruiker hierbij een zittende positie aanneemt. Voor de jongste kinderen, van 7 jaar, is het aanrecht bovendien te hoog om op een prettige manier te werk te gaan. Het gecontroleerd uitvoeren van de handelingen die het product voorschrijft, zou het prettigst zijn.

Hieruit kunnen een aantal gebruikssituaties afgeleid worden, de een voor de hand liggender en meer gewenst dan de ander. Toch moet er met alle situaties rekening gehouden worden.

In de keuken, aan het aanrecht

- Over het algemeen genomen goed bestand tegen vloeistoffen en hete voorwerpen
- Hoog werkvlak

In de woonkamer, aan de eettafel

- Zittend op een stoel
- Juiste werkhoogte
- Niet graag knoeien (tafelkleed)

In de woonkamer, aan de salontafel

- Op de knieën
- Laag werkvlak
- Niet graag knoeien

In de woonkamer, op de grond

- Laag werkvlak, zelfde als zithoogte
- Niet graag knoeien

Buiten op de stoep

- Knoeien geen probleem
- Onregelmatig oppervlak
- Werkhoogte op zithoogte

Omdat het speelgoed een educatief karakter heeft, zal het mogelijk ook op scholen worden gebruikt. In dat geval gaat het zeer waarschijnlijk om meerdere kinderen die het product gelijktijdig gebruiken of om een demonstratie aan een kleine of grote groep.

In de klas, aan tafel

- Meerdere kinderen die tegelijk dingen willen doen

In de klas, op het bureau van de leraar

- Uitgevoerd of begeleid door een volwassene

Extreme gebruikssituatie;

Op de bank

- Instabiel werkvlak
- Niet knoeien

De veiligheidsbril zal altijd bij een set meegeleverd worden en nooit los verkocht worden. Dit betekent dat de gewenste gebruiksduur van de bril beperkt wordt door de gebruiksduur van het setje waar de bril bij geleverd wordt. Bij een nieuw setje wordt immers een nieuwe bril geleverd. Aan de duurzaamheid van het product worden lagere eisen gesteld wanneer het slechts een beperkte tijd te gebruiken hoeft te kunnen worden. Roterende onderdelen hoeven in dit geval bijvoorbeeld minder rotatie-slijtvast te zijn.



3. Conceptgeneratie

Het genereren van concepten wordt in een aantal stappen gedaan. Alle eisen en wensen worden allereerst verzameld. Uit een eerste ideegeneratie wordt een selectie gemaakt, waarna deze verder wordt uitgewerkt. Ten slotte wordt een keuze gemaakt binnen de selectie en worden de overgebleven concepten getoetst aan het Programma van Eisen.

3.1 Programma van Eisen

Naar aanleiding van de informatie die in de analyse verkregen is, kan een overzicht opgesteld worden, waarin alle eisen en wensen uit de analyse zijn verzameld. Aan de hand van dit programma van eisen kunnen onderbouwde concepten gevormd worden en op kwaliteit worden getoetst. Naar

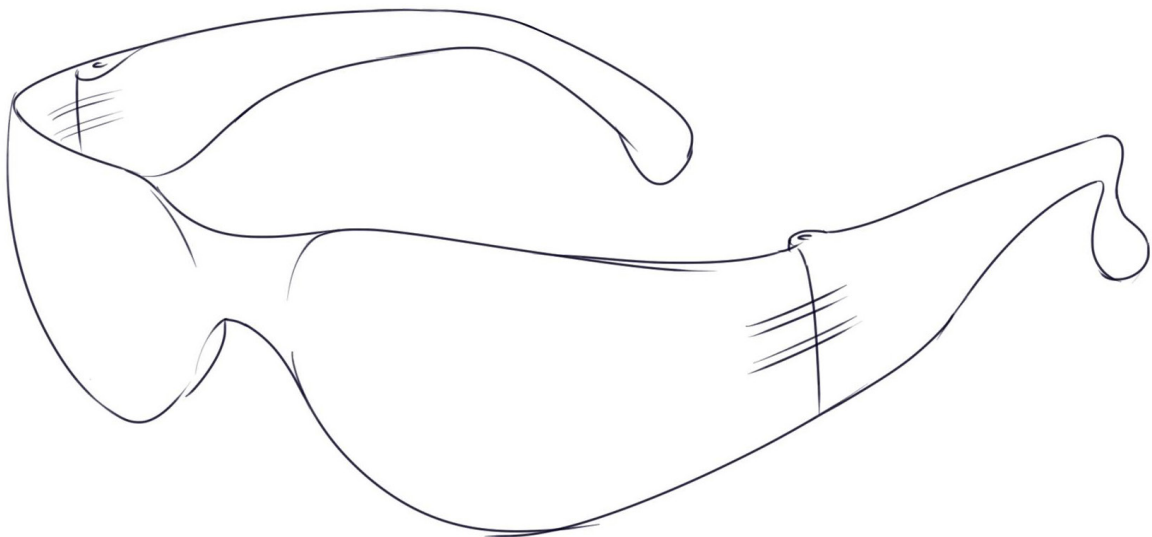
aanleiding van het Programma van Eisen kan de doelstelling nu worden samengevat volgens; 'het ontwerpen van een veiligheidsbril die door SES Creative zelf kan worden geproduceerd tegen minimale kosten en die voldoet aan de normen voor oogbescherming'.

Het programma van eisen is ondergebracht in het confidentiële verslag.

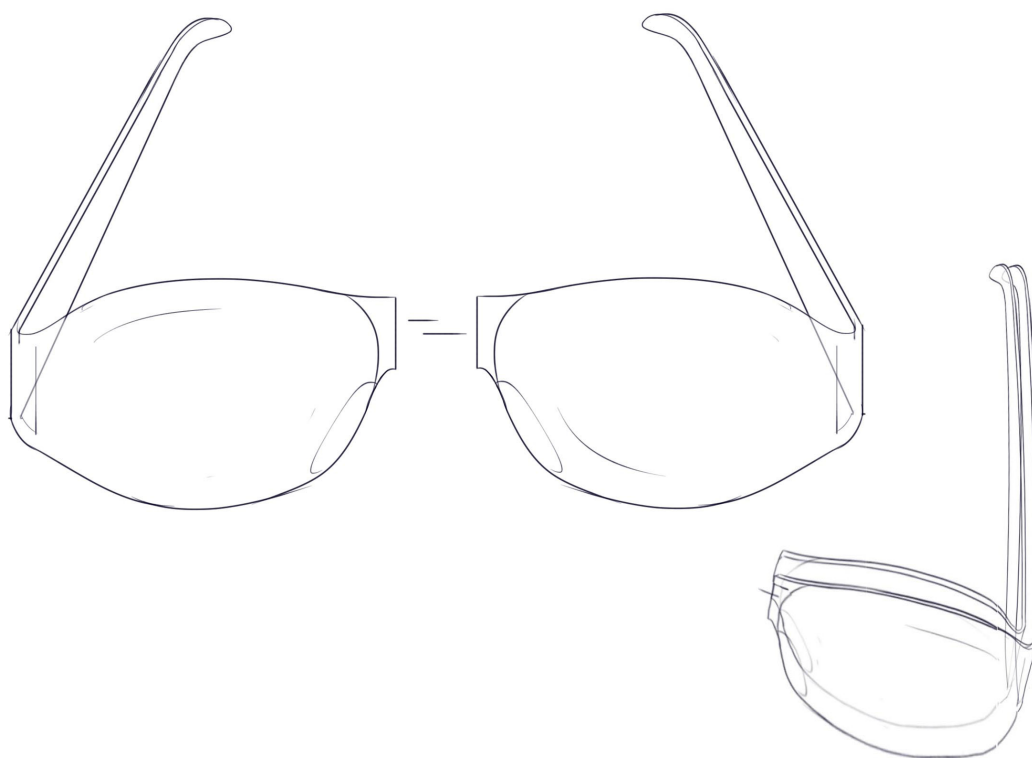


3.2 Ideegeneratie

Verschillende basisideeën voor hoe een bril opgebouwd zou kunnen zijn, zijn in deze paragraaf door middel van schetsen weergegeven.

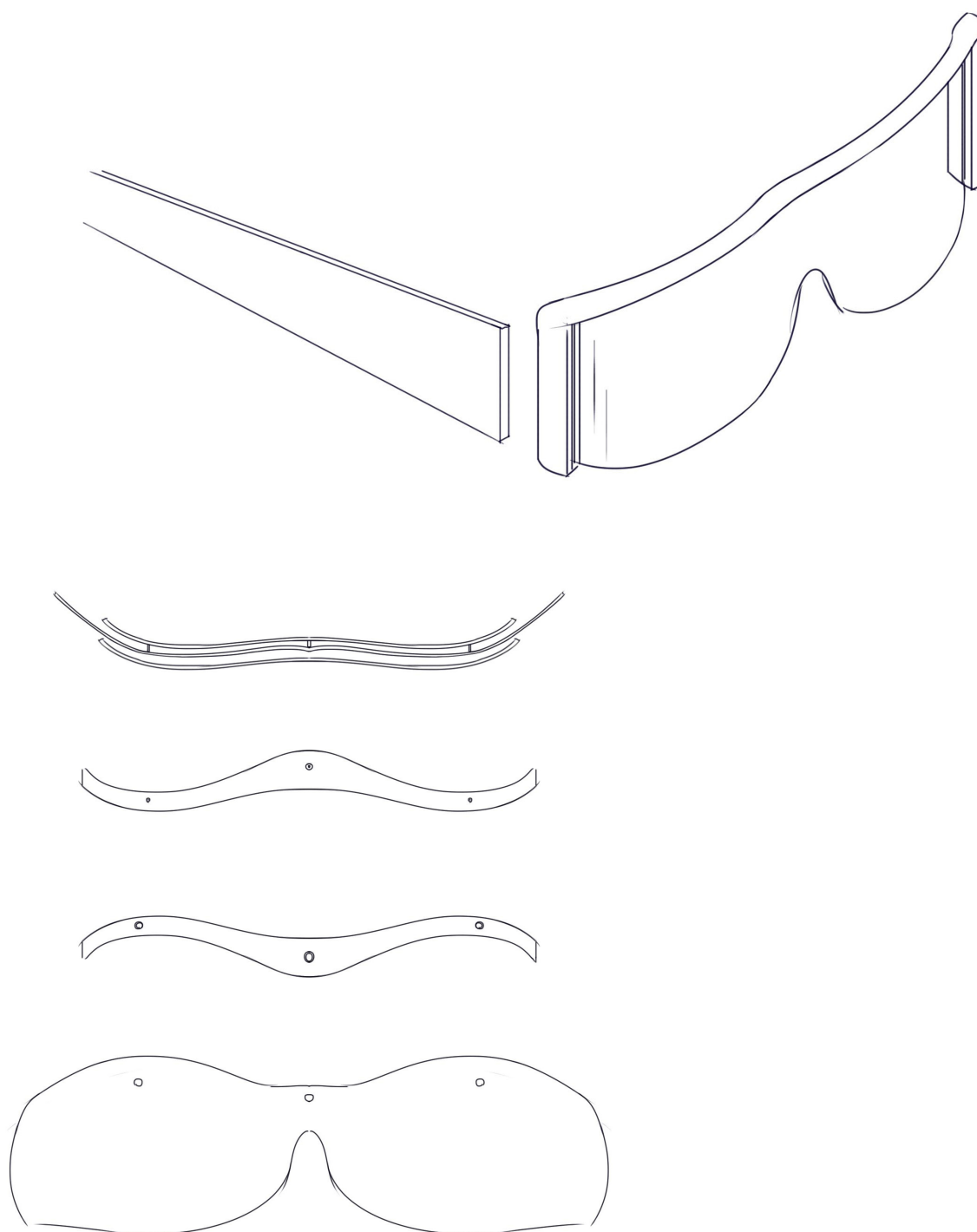


Veiligheidsbril geheel spuitgegoten



Schets Scheiding in Neusbrug

In elkaar geschoven toch compact in doos te plaatsen.

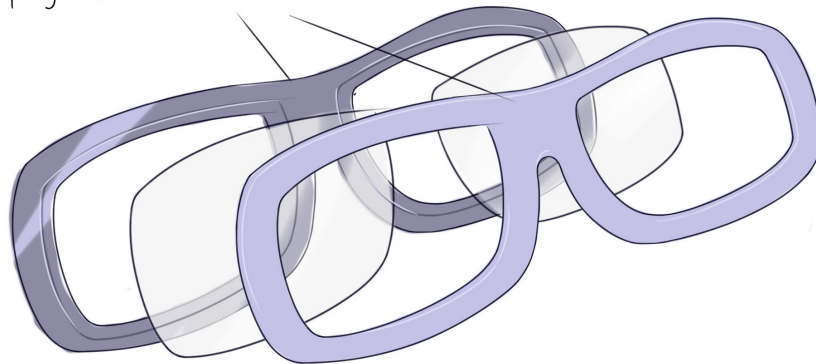


Schetsen los kunststof folie

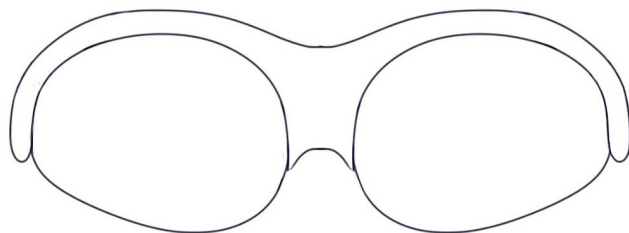
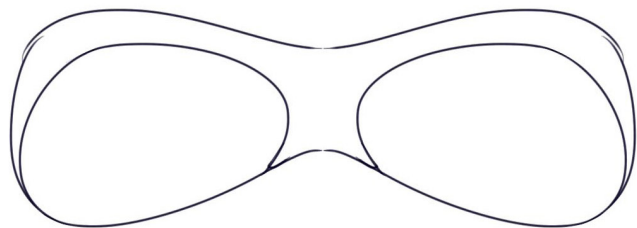
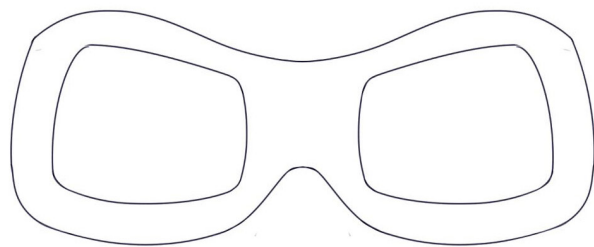
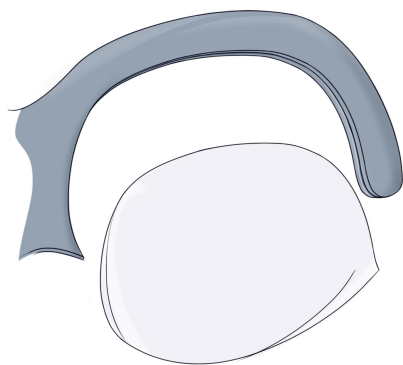
Boven: inschuiven

Onder: Tussenklemmen

Dieptegetrokken kunststof vorm



LUMEN



Schetsen losse glazen

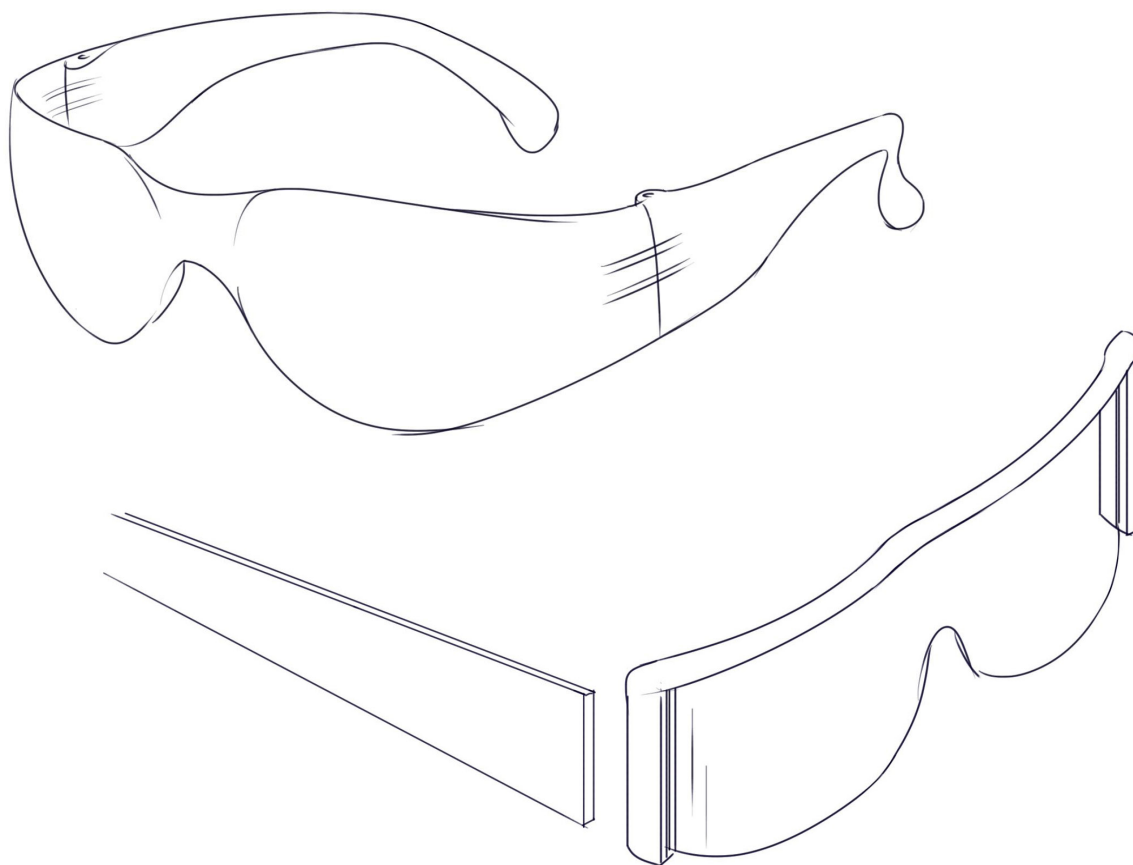
Boven: Tussenklemmen
Onder: Inschuiven

3.3 Eerste keuze

Er is besloten om een eerste keuze te maken tussen de verschillende wijzen waarop de bril opgebouwd kan worden. Vanuit hier kunnen later keuzes worden gemaakt over andere, meer gedetailleerde en makkelijker te variëren onderdelen.

De groep verschillende soorten brillen wordt teruggebracht naar een tweetal modellen. De eerste voorkeur is het meer bekende model, waarin er

geen sprake is van een apart montuur en het geheel is spuitgegoten. Het tweede model is de variant waarbij een apart, gestanst kunststof folie in een steviger, spuitgegoten montuur wordt geplaatst. De versies hebben elk hun eigen voor- en nadelen, welke sterk verschillen tussen de twee. Waar het bekend model met een behoorlijke zekerheid veilig genoeg is voor certificering, is dit bij het losse kunststof folie moeilijker te bereiken en uiteindelijk met meer moeite vast te stellen. Daarentegen is de laatst genoemde variant wel erg goedkoop te



Figuur 5. Links: Concept 1 - Het bekende, spuitgegoten concept, rechts: Concept 2 - het goedkope concept met los glasfolie

produceren, waar de andere hierin duidelijk duurder is. De volgende stap zal zijn om beide concepten op hun eigen vlak te verbeteren. Voor Concept 1 betekent dit dat de kostprijs lager moet worden en bij Concept 2 gaat de focus uit naar het verstevigen van het glasfolie. Nadat aanpassingen gedaan zijn, wordt een kostprijsschatting voor beide concepten gemaakt. Als Concept 2 op basis van deze schatting niet substantieel goedkoper is dan Concept 1, wordt gekozen voor de meeste zekerheid; de grootste kans op het doorstaan van de testen voor het verkrijgen van de CE-markering binnen de beschikbare ontwikkelingstijd, en wordt het aangepaste Concept 1 verder uitgewerkt.

Materiaalkeuze

De kostprijs van de bril is een erg belangrijke eis en vormt daarmee een duidelijke inkadering voor de mogelijkheden. Een groot deel van de kostprijs wordt in dit geval bepaald door de materiaalkosten. Om een uitspraak te doen over de kosten van beide concepten en hierin de materiaalkosten mee te nemen, is een materiaalkeuze relatief vroeg in het proces gemaakt. Meerdere kunststoffen en hun relevante eigenschappen zijn verzameld en in een tabel geplaatst (zie Bijlage III).^[21]

Kostprijsschatting

Om een keuze te maken tussen beide concepten, is de voorlopig geschatte kostprijs het meest belangrijk. Wanneer er slechts een klein verschil (minder dan 2 eurocent) tussen deze kostprijs van beide modellen zit, zal de keuze uitgaan naar Concept 1.

Aan de hand van onderstaande punten is een kostprijsschatting gemaakt;

- Gewicht pootjes en spuitgegoten onderdelen
- Oppervlakte en dikte kunststof folie
- Materiaalprijs
- Prijs assemblagehandelingen
- Prijs spuitgieten

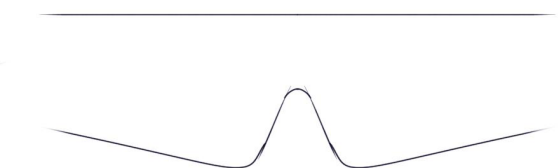
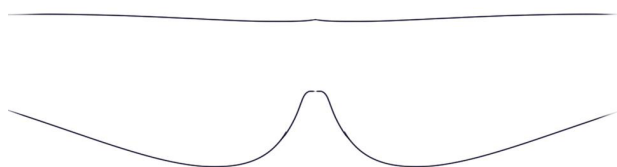
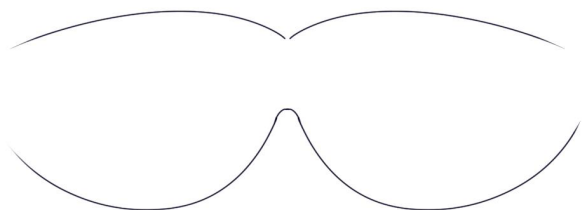
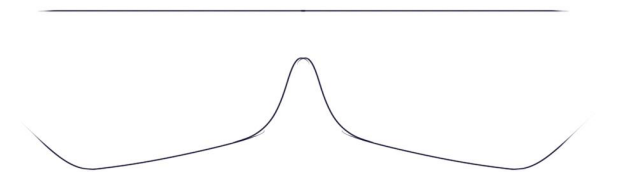
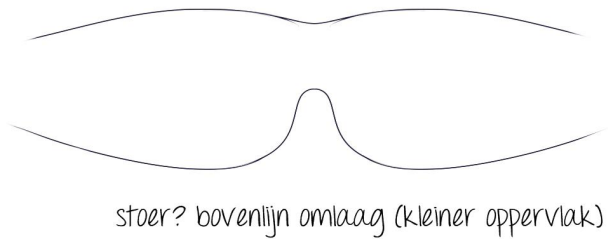
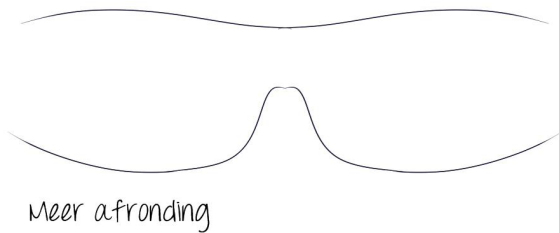
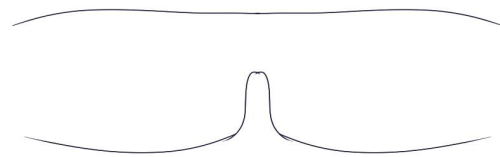
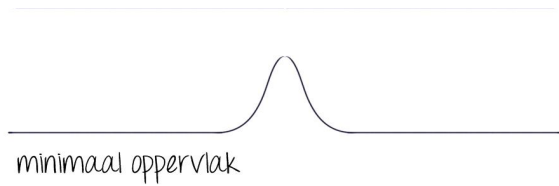
De kosten van het stansen zijn onbekend, maar ook zonder deze kosten is er genoeg informatie bekend om een keuze te kunnen maken.

Keuze

Op basis van de resultaten kan worden gezegd dat Concept 2 niet goedkoop genoeg is om het risico dat de bril, ook na een onbekende hoeveelheid aanpassingen, de testen niet zal doorstaan te accepteren. De keuze gaat uit naar Concept 1 en deze zal in een volgende fase van conceptontwikkeling worden aangepast en uitgewerkt.

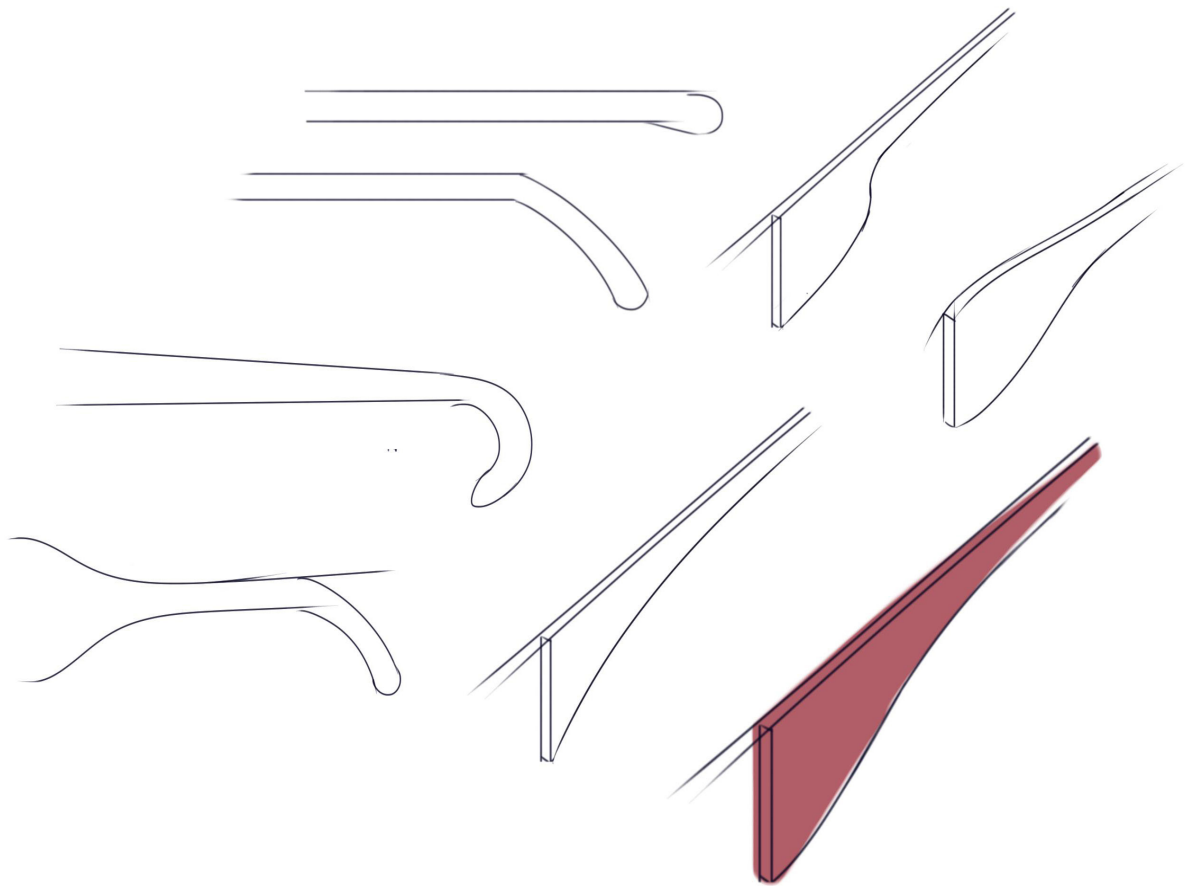
3.4 Tweede Ideegeneratie

Na het vaststellen van de wijze waarop de bril opgebouwd zal zijn, zijn oplossingen voor bedacht voor zaken die meer in detail op de onderdelen van de bril ingaan. Deze zijn in deze paragraaf door middel van schetsen weergegeven.



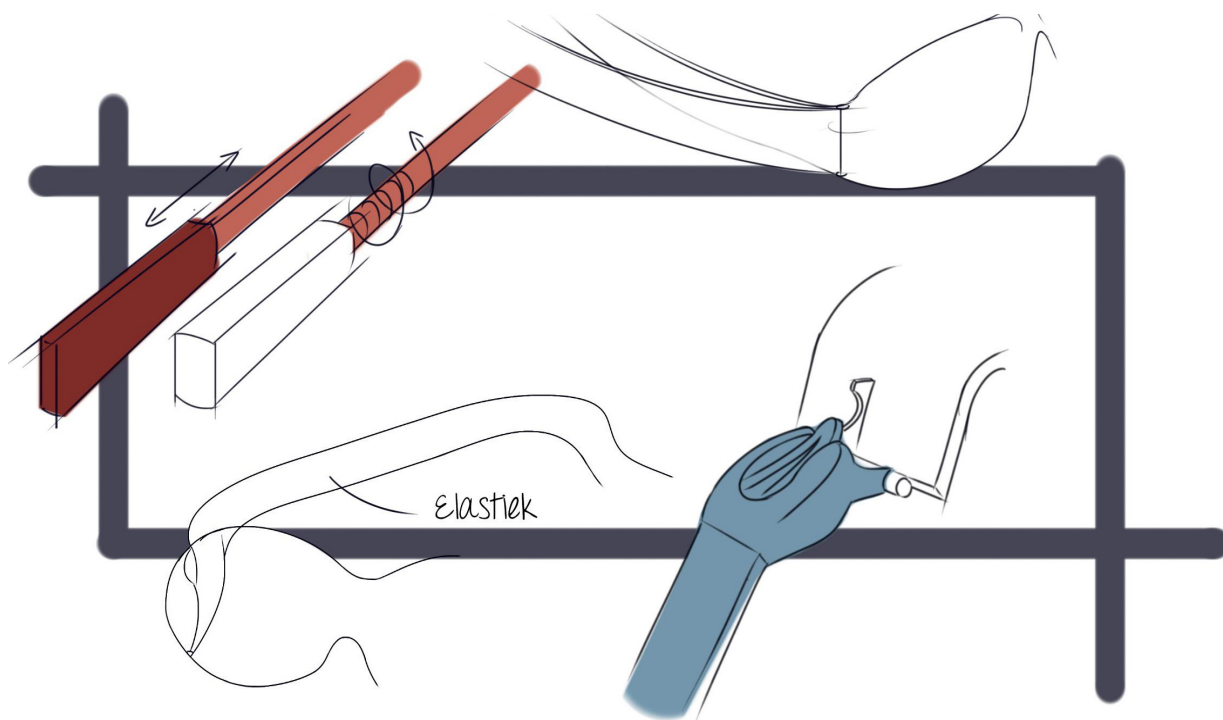
Schetsen Vorm Glazen

Een overzicht van verschillende vormen glazen, waarbij beide glazen uit één deel bestaan, door toepassing van ronde of rechte lijnen. Rechte, omhoog lopende lijnen ogen het meest stoer (zie ook bijlage II). Rondere vormen hebben een meer vriendelijke uitstraling die kinderen beter aanspreekt. Een lage ronding in de onderlijn van het glas zal gaan steunen op wangen, wat ongewenst is. Ten slotte heeft het glas met de kleinste oppervlakte de laagste materiaalkosten.



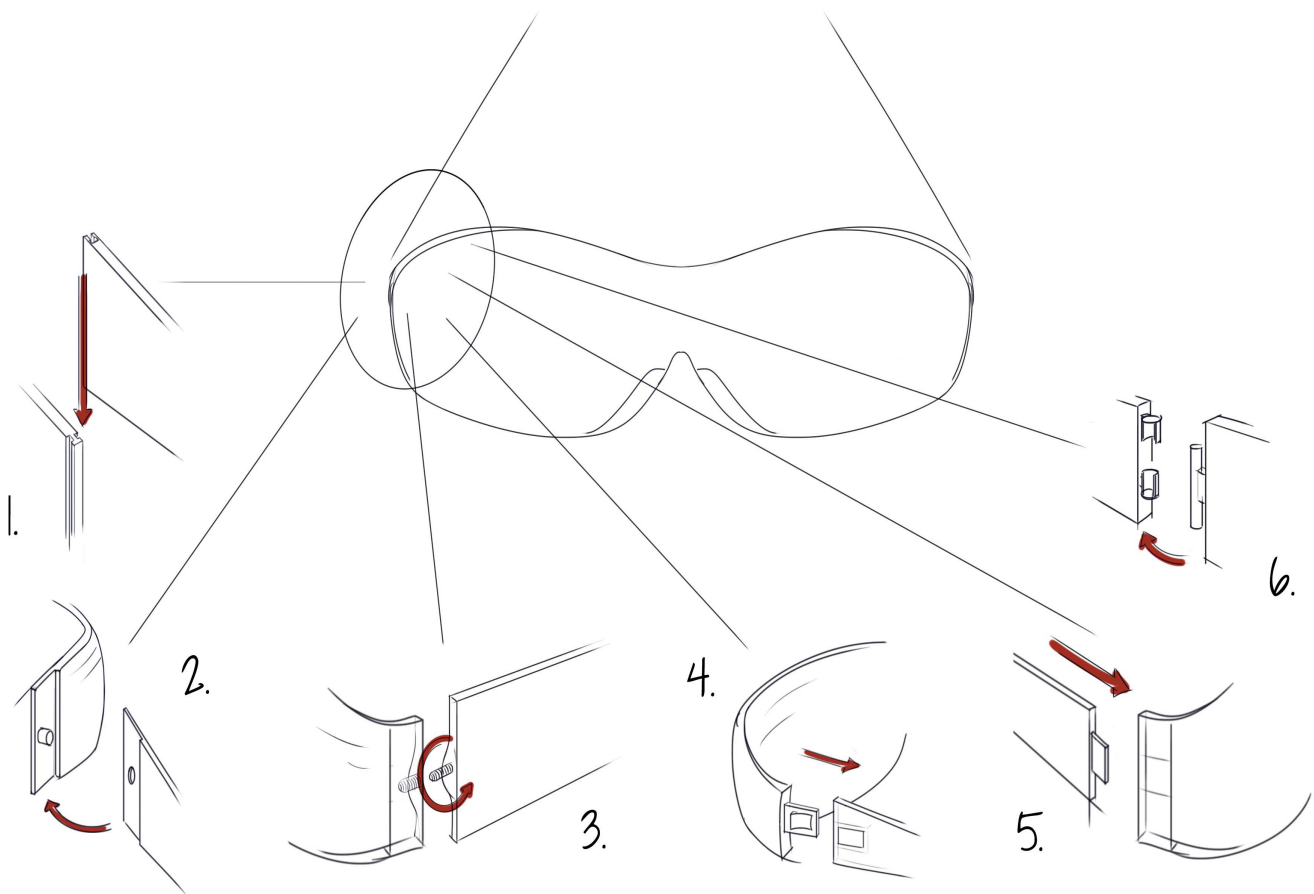
Schetsen vorm pootjes

Hierboven zijn een aantal verschillende variaties op een brilpootje te zien. Hierbij is het belangrijk dat het pootje een groot genoeg contactoppervlak met het glas of montuur maakt en indien nodig ook in laterale richting bescherming biedt. Het minste materiaal wordt gebruikt bij een smaller pootje, maar deze moet wel voldoende sterkte behouden.



Schetsen verstelbare maat

1. Inschuiven
2. Indraaien
3. Elastiek (automatisch verstelbaar)
4. Naar buiten opengaand scharnier
5. Meebuigend scharnier



Schetsen bevestigingsmethoden van pootjes

1. Zijwaartse klik
2. Draaien
3. Klikken
4. Schuiven lengterichting
5. Schuiven omhoog-omlaag
6. Scharnier

3.5 Conceptvorming

De opties die nu op papier staan, kunnen in verschillende combinaties tot concepten worden gevormd. Niet alle ideeën worden toegepast, waar een aantal hiervan al snel als ongeschikt kunnen worden beschouwd. Veel van de gekozen mogelijkheden, zoals de vorm van het glas, zijn redelijk onafhankelijk van de andere onderdelen en kunnen later in het proces nog gemakkelijk worden aangepast.

Verbindingssysteem

Bij het implementeren van een "losse" verbinding tussen twee onderdelen in de bril, bestaat er een grote kans dat dit voor een minder sterk punt in het product ontstaat. Om te zorgen dat de verbinding voldoende sterk en stabiel is, worden een aantal van de verbindingsmogelijkheden weggestreept. Het zijwaartse kliksysteem, het omhoog-omlaag schuiven en het schuiven in lengterichting zijn te gevoelig voor de krachten, in respectievelijk zijwaartse, voorwaartse en neerwaartse richting, die de bril zal moeten ondervangen, waarbij de verbinding los zal gaan. Het draaisysteem zorgt voor een verbinding die moeilijk los gaat. Wel zal de vaste hoogte-breedte verhouding van het schroefkopje er bij het voorkomen van het afbreken hiervan voor zorgen dat de verbinding erg dik wordt. Het kliksysteem en de klijkscharnier zijn beide vast te zetten en toepasbaar binnen de maatvoering van de bril.

Vorm Glas

Voor de vorm van het glas wordt gekozen voor één vorm die een stoere indruk geeft en één vorm met wat meer ronde lijnen die meer een gevoel van

veiligheid opwekt.

Vorm pootje

Voor de beste bescherming en sterkte wordt een pootje gekozen met een bredere voor dan achterkant. Gebogen lijnen zorgen daarnaast voor een goede spanningsverdeling en ogen sierlijker, dus de overgang van breed naar smal is soepel en in een ronde vorm. Het uiteinde loopt gebogen om het oor, zodat deze goed blijft zitten als het kind voorovergebogen aan het werk is. Ten slotte wordt het pootje bij de aansluiting extreem dikte gegeven, zodat een groot genoeg contactoppervlak tussen pootje en glas ontstaat.

Verstelbaarheid

Naar aanleiding van onderzoek wordt verwacht dat de zijanten van de bril voldoende naar buiten zullen buigen om door alle kinderen met een hoofdbreedte van 141 millimeter tot 145 millimeter te worden gedragen. In een 3D-model zal dit met een digitale simulatie gecontroleerd worden.

Aan de hand van de gevormde concepten, zijn 3D-modellen gemaakt in het CAD-programma SolidWorks. Aan de hand van 2D-aanzichten van het model worden deze twee modellen hieronder besproken.

Belangrijk om te weten is dat de onderdelen en de verschillende deeloplossingen in principe niet van elkaar afhankelijk zijn. De combinatie van alle keuzes is willekeurig. Na de toetsing van verschillende aspecten kan deze samenstelling van componenten nog gewijzigd worden.

3.6 Prototyping

Van beide modellen wordt een prototype gemaakt. De prototypen worden vervaardigd met behulp van de rapid-prototypingtechniek 'Selective Laser Sintering'. Hierbij wordt het model met een laser laagje voor laagje in poeder gevormd tot een vast product. Deze prototypen zijn nog niet uit het juiste materiaal gevormd, maar kunnen wel voor nieuwe informatie zorgen. De prototypen zijn nog geen weergave van een definitief concept, maar onderdeel van de tussenstap waarin de concepten getoetst worden. Met behulp van de prototypen kunnen bepaalde fouten, zoals verhoudingen,

gemakkelijk opgespoord worden, kunnen verbindingen getest worden en verschillende onderdelen van de modellen worden vergeleken. Beide prototypen worden geanalyseerd, waarbij onder andere gelet wordt op; uitstraling, juiste verhoudingen, draagcomfort en de werking van de verbindingssystemen. Grotendeels gebeurt dit door mijzelf, maar ook de productontwikkelaars en medewerkers van SES met een managementfunctie. Bij deze laatste zal het vooral om de uitstraling van de bril gaan.

3.7 Toetsing Concepten

Om een uitspraak te doen over de kwaliteit van de concepten, moeten deze op een aantal vlakken getoetst worden. Hiervoor zijn de concepten naast het Programma van Eisen gelegd om van alle eisen en wensen te kunnen zeggen of en in welke mate de concepten hieraan voldoen. Bij een aantal eisen en wensen is dit vrij gemakkelijk te beoordelen, voor andere zullen er een aantal testen of studies gedaan moeten worden. Zo wordt er onder andere meer onderzoek gedaan naar de pasvorm van beide concepten, de sterkte van de modellen en de kostprijs die de concepten uiteindelijk met zich mee zullen brengen.

3.7.1 Toetsing aan Programma van Eisen

Om beide modellen te beoordelen, moeten alle eisen en wensen uit het eerder opgestelde Programma van Eisen worden meegenomen. De modellen worden aan de hand van het Programma van Eisen behandeld. De beoordeling van de modellen aan de hand van het programma van eisen is samengevat in een tabel. Deze tabel is opgenomen in het confidentiële verslag. Niet voor alle aspecten die behandeld zijn, kan al een waardeoordeel worden toegekend. Zoveel mogelijk ontbrekende informatie hiervoor is in de volgende paragrafen verzameld. Een aantal van de vragen zal onbeantwoord blijven, omdat een model met de juiste materiaaleigenschappen niet beschikbaar is.

3.7.2 Pasvormtest prototypen

De prototypen zijn nog niet uit het juiste materiaal vervaardigd en dus kunnen er nog geen testen met betrekking tot optische of mechanische eigenschappen op worden uitgevoerd. Wel zijn de prototypen geschikt om de pasvorm van modellen te onderzoeken. Hierbij moet er uiteraard rekening gehouden worden met de buigweerstand van het gebruikte materiaal, wat niet overeenkomt met deze van het uiteindelijke toegepaste materiaal. Om te kijken of de maten en verhoudingen optimaal zijn en welke er, indien anders, nog aanpassing vergen voor de kinderen binnen de leeftijdsgroep, wordt een pasvormtest gehouden. Dit is tevens een manier om de modellen met elkaar te vergelijken.

Werkwijze

Omdat de uiteindelijke eerste gebruikers kinderen zullen zijn, worden deze ook als testpersonen gebruikt. Zowel jongens als meisjes van een verschillende leeftijd en met een verschillende lichaamsbouw worden meegenomen in de testpoule. Er wordt hen de bril opgezet, waarna de gedragen bril wordt bekeken. Respectievelijk worden model 1, model 2 en het bestaande model getest. Er wordt onder andere gelet op;

- Hoe sluit de bril aan op het gezicht?
- Waar liggen de steunpunten van de bril op het gezicht?
- Hoe sluiten de pootjes aan op de oren?
- Valt de bril af als het kind zijn of haar hoofd naar voren kantelt?

Zowel van de voorzijde als de zijkant wordt een foto gemaakt. Ten slotte wordt het kind gevraagd of de bril goed zit of dat deze bijvoorbeeld ergens vervelend drukt.

Uitvoering

De hoofdbreedte van de testpersonen varieerde van 139 millimeter tot 142 millimeter. Een impressie van de genomen foto's is in Figuur 6 weergegeven.

Resultaten

Uit de test konden een behoorlijk aantal conclusies getrokken worden, welke als aanpassing in het model doorgevoerd kunnen worden. De punten die naar voren kwamen gedurende de test zijn;

Model 1

- Bij een kind met wat meer bolle wangen, zou de onderzijde van het glas op de wang gaan steunen. Dit is niet gewenst.

Model 2

- De pootjes staan bij dit model erg duidelijk ver schuin naar buiten richting de oren.

Beide modellen

- De pootjes steken te ver achter het oor uit.
- De neusbrug is te smal. Met name in het bovenste gedeelte, blijft hij te hoog op de neus staan.
- De onderste rand van het glas loopt wat te hoog weg, waardoor deze wat minder mooi op het gezicht aansluit. Dit geldt in grotere mate voor Model 1.
- De kromming van het glas, vanaf het bovenaanzicht bekeken, is niet rond genoeg. Ook hierbij is de aansluiting aan het gezicht minder goed.
- Het deel van het model wat het glas omvat is bij een aantal kinderen krap. Toch heeft de bril de neiging om naar voren te schuiven.

Conclusie

Naar aanleiding van de resultaten van de pasvormtest zijn er optimalisatie-aanpassingen gedaan. Het hierbij behorende proces en de aanpassingen die hierin zijn gedaan, wordt per onderdeel beschreven.

Pootje mét uitsparing

Uit de pasvormtest bleek dat beide pootjes in ieder geval 20 millimeter in lengte korter moesten zijn. Om het pootje sterk genoeg te maken en de optredende spanning te beperken tot onder de maximale spanning bij breuk, is het pootje in zijn geheel dikker gemaakt. Daarnaast is de uitsparing afgerond en smaller naar de voorzijde. Hierdoor worden de spanningen beter verdeeld en niet gecentraliseerd in een hoekpunt.

De zijkant van het pootje en de bril waren bij het kliksysteem vrij hoog, wat de bril een wat grove uitstraling gaf. Zowel de zijkant van de bril, met gat, als de hoogte van het pootje met klikker zijn versmald.

Pootje zonder uitsparing

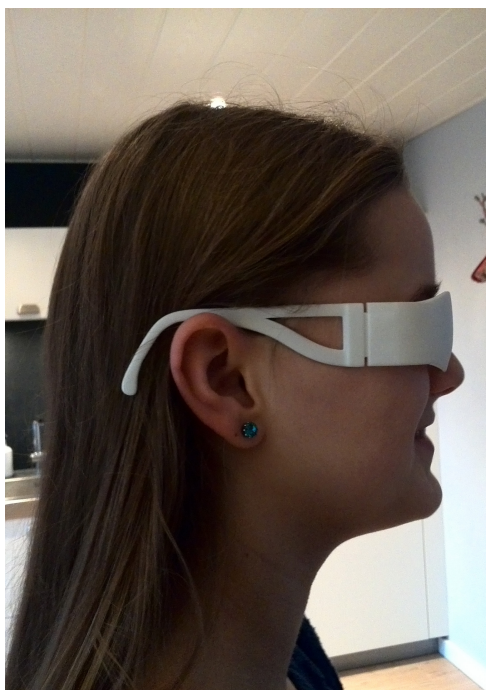
Ook het gesloten pootje is verkort. Door de verkorte arm van de naar buiten gewezen krachten die op het pootje komen te staan, zijn de spanningen waar deze het hoogst zijn verminderd. Het pootje kan nu dunner worden, waarbij de spanningen binnen de gegeven maxima blijven.

Glas

Voor de geometrie van het glas is deze van Model 1 aangepast, waarmee een basis wordt gevormd, waar na de definitieve keuze zowel het kliksysteem als het scharnier op geplaatst kunnen worden.

De afstand tussen de slapen is naar aanleiding van de pasvormtest groter gemaakt, evenals de breedte van de neusbrug. Het onderrand van het glas loopt naar de zijkant toe lager door, voor een betere oogbedekking. In het zij- en bovenaanzicht wordt het totale glas een rondere vorm gegeven. Dit zorgt ervoor dat het glas in grotere mate de contouren van het gezicht volgt en beter hierop aansluit.

Om te voorkomen dat er zich veel dikteverschil in het spuitgietproduct bevindt en er krimpverschillen ontstaan, zijn de neusdopjes smaller gemaakt.



Figuur 6. Foto's van pasvormtest

3.7.3 Simulatiestudie naar sterkte

Een van de belangrijkste eigenschappen van de bril is dat deze sterk genoeg is om de normtesten positief te doorlopen. Met behulp van simulatiestudies in SolidWorks zijn berekeningen gedaan die meer informatie geven over de sterkte van het model en de optredende spanningen in het materiaal.

Het doel van de studies is om de sterkte van de onderdelen, dus; het glas en het pootje, afzonderlijk te berekenen. De verbinding wordt tijdelijk buiten beschouwing gelaten. Uit de studies van het glas komt duidelijk naar voren dat de zwakke plek bij de neus zit en de vorm van de glazen hier dus een minimale invloed op heeft. Het gaat bij deze studie voornamelijk om de buiging in het materiaal, meer dan om een rechte lijnige rek. Deze is 97MPa^[25]. Daarnaast geldt voor zowel het pootje

als het glas dat een verschillend verbindingssysteem toegepast kan worden, zonder de geometrie van het onderdeel in grote mate aan te passen. Om deze reden is ervoor gekozen om studies uit te voeren op een pootje zonder uitsparing en een pootje met uitsparing en alleen op het glas van Model 1. De studies die gedaan zijn na het verbeteren van de onderdelen volgens de aanpassingen uit de vorige paragraaf, zijn op de volgende pagina's afgebeeld. Er is gekozen om een kracht van 10 Newton op de onderdelen uit te oefenen, wat vergelijkbaar is met het plaatsen van een gewicht van 1 kilogram op het product, met de richting van de kracht naar beneden gericht. Bij de pootjes is de kracht eenmalig aangebracht, bij het glas wordt de kracht aan beide zijden naar buiten gericht. Dit geeft een benadering van hoe de krachten uitgeoefend zouden worden, wanneer de bril één geheel is.

3.7.4 Kostenschatting

Door de twee modellen met andere producten van SES Creative, waarvan de productie- en materiaalkosten bekend zijn, te vergelijken, is een schatting gemaakt van de uiteindelijke kosten voor beide brillen.

De modellen verschillen zeer weinig in prijs. Beide modellen blijven in de huidige staat binnen de maximale kostprijs. Er zijn minimale verschillen zichtbaar, welke door de grote overeenkomst tussen de modellen slechts door het gewicht veroorzaakt worden. Bij de pootjes van het tweede model, zonder uitsparing, zijn de uiteindelijke spanningen

in het materiaal voldoende laag bij een lager gewicht dan de pootjes van Model 1. Dit betekent dat voor deze pootjes minder materiaal nodig is en de materiaalkosten lager zijn. De kosten voor het spuitgieten zijn voor beide pootjes in principe gelijk, met een gelijke lage cyclustijd. Zowel het open als gesloten pootje kan in een bestaande moedermatrijs worden spuitgegoten, wat de kosten relatief laag maakt. Voor het glas zal een geheel nieuwe matrijs gemaakt worden. Het glas is daarnaast wat zwaarder dan de pootjes. Model 1 heeft een glas wat verder doorloopt naar achter, door de overlappende verbinding. Dit maakt deze iets zwaarder dan het glas van het tweede model.

4. Conceptuitwerking

Na het verzamelen van zoveel mogelijk informatie over de twee modellen, is één model als meest geschikt beoordeeld en is dit model verder uitgewerkt tot een definitief eindconcept. De keuze voor één van de twee modellen zal worden toegelicht, waarna de aanpassingen binnen de detaillering van dit concept worden behandeld en een definitief eindconcept wordt gepresenteerd.

4.1 Conceptkeuze

Op basis van de beschikbare informatie is samen met twee medewerkers van de afdeling Productontwikkeling een keuze gemaakt tussen beide modellen.

Verbindingssysteem

Het kliksysteem biedt een verbinding tussen het pootje en het glas, wat steviger is en meer stevigheid uitstraalt dan de verbinding met het scharnier. Dit is onder andere te wijten aan de kleinere geometrie van de scharnierverbinding. Bij navragen aan de vaste spuitgietproducent blijkt het scharnier, wat al vaker wordt toegepast in een ander product, zonder versteviging snel af te breken. Versteviging is binnen de afmetingen van het product niet mogelijk en zou het product anders te groot en zwaar maken. Met name wanneer het scharnier naar buiten wordt gedrukt, wat te verwachten gedrag van kinderen is, is het risico op breuk groot. Wel heeft het scharnier een duidelijk voordeel voor de klant, waar deze gemakkelijk ingeklapt kan worden na gebruik. Daar tegenover staat wel dat de bril slechts zo lang als het setje bruikbaar is, gebruikt hoeft te worden. Dit betekent dat de bril niet voor een lange tijd met erg grote regelmaat (meerdere malen per dag) opgeborgen hoeft te worden. SES Crative wil graag zo snel mogelijk de bril op de markt brengen en wil met de grootst mogelijke zekerheid de testbril laten testen voor de CE-markering. Hierin weegt het gebruiksvoordeel van het scharnier niet op tegen het vergrote risico op breuk. Om deze reden wordt de keuze gemaakt om het kliksysteem toe te passen.

Glazen

De vorm van de glazen kan, binnen bepaalde grenzen, nog worden aangepast. Daarom wordt bij deze keuze niet alleen gekeken naar de twee uitersten van de modellen, maar kunnen er ook nog aanpassingen gedaan worden aan de hand van de schetsen op pagina 38. De voorkeur van de medewerkers van SES gaat uit naar de veilige uitstraling van het glas van Model 1. De rechte lijnen van het andere model geven hen meer het gevoel van een stoere zonnebril dan van een veiligheidsbril. Nog meer ronde lijnen, zoals deze ook tussen de schetsen staan, ogen daarentegen meer ouderwets. Het glas van Model 1 vormt hiertussen een goed compromis. Wel is uit de pasvormtest gebleken dat de glazen voor goede afscherming van de ogen en betere aansluiting naar de zijkant wat lager mogen doorlopen. Dit is meegenomen in de aanpassingen.

Pootje

De keuze voor het pootje laat zich onderbouwen door het minimale gewicht, waarmee de materiaalkosten beperkt kunnen worden. De uitsparing in het pootje zou voor een vermindering van gewicht moeten zorgen. De simulatiestudies in SolidWorks laten zien dat het onderdeel hierbij echter veel in sterkte achteruit gaat. Om dit te compenseren moet het pootje dermate dikker gemaakt worden dat het pootje zonder uitsparing met een lager gewicht even sterk is. De keuze is snel gemaakt om het pootje geen uitsparing te geven.

4.2 Conceptdetailering

Tijdens de conceptvorming zijn veel van de aandachtspunten verwerkt in aanpassingen aan het gekozen concept. Van het gekozen concept is wederom een prototype gemaakt met behulp van 3D-printing.

In het prototype zijn een aantal nog onbenoemde wijzigingen aangebracht. Daarnaast zijn naar aanleiding van het bekijken van het model in deze vorm nog een aantal aandachtspunten vastgesteld.

4.3 Eindontwerp



Figuur 7. Renderingen van het 3D-model in detail

5. Conclusie en Aanbevelingen



5.1 Conclusie

Het doel van deze opdracht was het ontwerpen van een veiligheidsbril voor kinderen en deze zo uit te werken dat een testmodel geproduceerd en getest kan worden voor CE-markering.

Knutselspeelgoed-producent SES Creative wil graag experimentsetjes gaan verkopen in de toekomst en heeft hiervoor een veiligheidsbril nodig. Deze bril moet voldoen aan de normen die betrekking hebben op oogbescherming en goedgekeurd worden door een daarvoor bevoegde testinstantie. Om de normen te kunnen vertalen naar eisen waaraan de ontworpen veiligheidsbril moet voldoen, zijn de hierin beschreven voorwaarden, op onder andere het gebied van mechaniek, optiek en chemie, en daarbij behorende testmethoden verzameld en overzichtelijk weergegeven. Uit de bespreking van de wensen van het management van SES Creative kwam als belangrijkste eis voor de bril naar voren dat dat de bril zo goedkoop mogelijk moet blijven. Dit is nodig om de producten waar de bril bij geleverd wordt voor zoveel mogelijk mensen toegankelijk te houden. Daarnaast zijn verschillende bestaande veiligheidsbrillen bekeken, maar veel van deze brillen zijn niet CE-gemarkeerd of te duur. Na het analyseren van de bovenstaande aspecten en de gebruikssituatie van de bril, is de gevonden informatie vertaald naar een Programma van Eisen. In een notendop kon nu het doel van de opdracht worden omschreven als; 'het ontwerpen van een veiligheidsbril die SES Creative zelf kan produceren tegen minimale kosten en welke voldoet aan de normen voor oogbescherming'.

Aan de hand van de opgestelde eisen en wensen zijn ideeën gegenereerd. Omdat binnen de beschikbare tijdsduur niet alle opties onderzocht kunnen worden, is relatief vroeg in het ontwerpproces een eerste keuze gemaakt over

de opbouw van de bril. Om hiervoor een goede keuze te maken, zijn van twee opties gekeken wat de beste vorm zou zijn, waarna de keuze gemaakt werd op basis van de kostprijs in verhouding tot de kans dat de bril de testen voor CE-markering zou doorstaan. Er werd gekozen voor een bril, waarvan de voorzijde, inclusief glazen, in één deel is spuitgegoten. Van een soortgelijk model was bekend dat deze CE-markering heeft, waardoor het risico op falen bij de testen bij deze het kleinst geschat wordt. Door de pootjes en de voorzijde van de bril los van elkaar aan te leveren worden assemblagekosten en de ingenomen ruimte in de verpakking beperkt. Aan beide zijden wordt hetzelfde pootje gebruikt, wat de logistiek bij assemblage vergemakkelijkt.

Binnen de grenzen van de gekozen opbouw zijn nieuwe ideeschetsen gemaakt, welke ingaan op de vorm van het glas en de pootjes, de verstelbaarheid en de soorten mogelijke verbindingen tussen de pootjes en het glas. Uit het combineren van verschillende deeloplossingen zijn twee verschillende modellen gevormd. De meest geschikte deeloplossingen waren gebruikt, maar de combinatie was willekeurig en na verder onderzoek kon hierin nog uitwisseling plaatsvinden.

Om de twee modellen te kunnen beoordelen zijn op beide modellen digitale simulatiestudies en een pasvormtest uitgevoerd. Daarnaast is een kostenschatting opgesteld, waarin een geschatte kostprijs van de modellen berekend wordt. In samenspraak met medewerkers van de afdeling van Productontwikkeling van SES worden de definitieve keuzes gemaakt. Het glas wordt hierbij redelijk rond, voor de veilige uitstraling, met een pootje die in een soepele lijn van breed naar smal wegloopt. De meest veilige optie voor de verbinding is het kliksysteem, waardoor deze ook toegepast zal

worden.

Het uiteindelijke model, inclusief een aantal laatste aanpassingen in detail, zou volgens simulatiestudies, metingen en bekende materiaaleigenschappen een positief resultaat in de normtesten behalen en binnen de gestelde maximum kostprijs te produceren zijn door SES Creative.

5.2 Aanbevelingen

De eerstvolgende stap in het ontwikkelen van de bril zal zijn om testmodellen te maken. Het gaat hierbij om een beperkte oplage die slechts gebruikt wordt om door een bevoegde testinstantie te laten testen. Bovendien kan er van het testmodel niet met volledige zekerheid gezegd worden dat deze de testen positief zal doorstaan. De ideale situatie zou zijn als met een relatief goedkope nullserie-matrijs testmodellen geproduceerd kunnen worden, waarbij de kosten bij aanpassingen beperkt blijven. Als zo'n matrijs niet beschikbaar is, zal gekeken moeten worden naar een mogelijkheid om de matrijs na het testen nog wat aan te kunnen passen. Daarnaast moet uitgegaan worden een matrijs waarin het moeilijkst te spuitgieten materiaal gebruikt kan worden. Een nieuw, makkelijker materiaal kan in dat geval later alsnog worden toegepast, zonder dat een nieuwe matrijs benodigd is.

Voor de pootjes zijn meerdere soorten polystyreen toepasbaar. Het polystyreen wat gebruikt wordt, moet behandeld zijn voor een verhoogde weerstand tegen hoge temperaturen (60 graden Celsius) en mechanische belasting (45MPa).

Ten slotte kan voor het toepassen van de bril in

verschillende productgroepen van SES Creative eventueel een grotere herkenbaarheid worden gerealiseerd door naast het variëren van de kleur van de pootjes ook gebruik te maken van stickers. Deze mogen daarbij niet de het zichtveld van de glazen afdekken.

5.3 Evaluatie

Tijdens het proces wat doorlopen is om tot het eindresultaat te komen, zijn sommige dingen uitgevoerd of besloten op een wijze die achteraf gezien op een andere manier beter hadden kunnen zijn. Deze leerpunten zijn goed om vast te stellen en mee te nemen naar nieuwe projecten.

Allereerst heeft de keuze voor één soort bril mogelijk wat vroeg plaatsgevonden. Als gevolg van het verzamelen van informatie voor deze keuze is ook de keuze van het materiaal redelijk snel in het ontwerpproces vastgesteld. Daarnaast is het zoekveld van ideeën hiermee sterk vernauwd. In dit geval was dit het doel, om zo binnen de beschikbare tijd tot een eindontwerp te kunnen komen. In een andere situatie had het erg interessant kunnen zijn zijn om andere, meer van de standaard afwijkende opties een kans te geven en deze verder te onderzoeken.

Daarnaast was het erg bruikbaar geweest om meer testen uit te kunnen voeren op prototypes van het ontwerp. Helaas was het niet mogelijk om binnen het onderzoek een prototype of nul-serie te maken uit het juiste materiaal. Veel testen konden hierdoor niet worden uitgevoerd. Dit heeft ervoor gezorgd dat er niet met volledige zekerheid een uitspraak gedaan kan worden over de uitkomst van de testen die op de bril uitgevoerd zullen gaan worden.

6. Referenties

1. Waarom kiezen voor SES?, <http://ses-creative.com/waarom-ses>, geraadpleegd op 19 oktober 2014
2. Van den Heuvel, L. (2014), *Opdrachtoomschrijving Bachelor Eindopdracht*, Enschede
3. *Productoverzicht NL*, <http://ses-creative.com/nl/product-portal-3>, geraadpleegd op 3 december 2014
4. 2001, NEN-EN 166 (en) *Oogbescherming – Specificaties, 6. Design and manufacturing requirements* (p. 7, 8, 9), verkregen op 21 september 2014
5. 2001, NEN-EN 166 (en) *Oogbescherming – Specificaties, 7. Basic, particular and optional requirements* (p. 8, 9, 11, 12), verkregen op 21 september 2014
6. 2001, NEN-EN 168 (en) *Oogbescherming - Niet-optische beproevingsmethoden, Head-Form* (p. 27), verkregen op 6 november 2014
7. *Dined Anthropometric Database*, via <http://dined.io.tudelft.nl/dined/nl/>, geraadpleegd op 9 december 2014
8. *Brillen - KInd*, via <http://www.specsavers.nl/brillen/young?f%255Bgenders%255D=teens%2Ck-ids#f%25252525Bgenders%25252525D=teens,kids&f%5Bgenders%5D=kids>, geraadpleegd op 4 november 2014
9. 2001, NEN-EN 168 (en) *Oogbescherming - Niet-optische beproevingsmethoden, 18. Assessment of Field of Vision* (p. 28, 29), verkregen op 6 november 2014
10. 2001, NEN-EN 167 (en) *Oogbescherming- Optische beproevingsmethoden, 5. Assessment of quality of material and surface* (p.14), verkregen op 6 november 2014
11. 2001, NEN-EN 168 (en) *Oogbescherming - Niet-optische beproevingsmethoden, 3. Test for increased robustness* (p. 6, 7), verkregen op 6 november 2014
12. 2001, NEN-EN 167 (en) *Oogbescherming- Optische beproevingsmethoden, 3. Test for spherical, astigmatic and prismatic refractive powers* (p.5, 6, 7), verkregen op 6 november 2014
13. 2001, NEN-EN 167 (en) *Oogbescherming- Optische beproevingsmethoden, 6. Determination of transmittance* (p. 14, 15), verkregen op 6 november 2014
14. 2001, NEN-EN 167 (en) *Oogbescherming- Optische beproevingsmethoden, 4. Light diffusion test* (p. 9, 10, 11, 12), verkregen op 6 november 2014
15. 2001, NEN-EN 168 (en) *Oogbescherming - Niet-optische beproevingsmethoden, 5. Test for stability at elevated temperature* (p. 9), verkregen op 6 november 2014
16. 2001, NEN-EN 168 (en) *Oogbescherming - Niet-optische beproevingsmethoden, 6. Test for resistance to ultraviolet radiation* (p.10), verkregen op 6 november 2014
17. 2001, NEN-EN 168 (en) *Oogbescherming - Niet-optische beproevingsmethoden, 8. Test for resistance to corrosion* (p.10, 11), verkregen op 6 november 2014
18. 2001, NEN-EN 168 (en) *Oogbescherming - Niet-optische beproevingsmethoden, 7. Test for resistance to ignition* (p.10), verkregen op 6 november 2014
19. Janssen-Vos, F. (2006), *Basisontwikkeling in de onderbouw* (p.38), Uitgeverij van Gorcum
20. Prins, F. (2013), *Kinderen-in-ontwikkeling op de basisschool* (p.16), Maklu
21. *CES EduPack 2014*, Versie 14.3.5, copyright by Granta Design Limited, Cambridge (United Kingdom)
22. Mailcontact met medewerker Pieter van Leeuwen van kunststofleverancier Resinex, 2 december 2014
23. *Edister Polystyreen N2560*, Productdatabase SES Creative, geraadpleegd op 1 december 2014
24. *Constructie Kunststoffen - PP plaat-02820013*, via <http://www.merrem-kunststoffen.nl/shop/details.aspx?p=02820013&g=1003^20012^20014>, geraadpleegd op 8 december 2014
25. 2010, *Technical Information 'CALIBRE™ 303-15 Polycarbonate Resin'*, copyright by Styron LLC, Styron HoldCo B.V., and subsidiaries, Berwyn (United States of America)

Bijlagen

Bijlage II - Sfeerboard



Sfeerboard met het thema 'Stoer'

Bijlage III - Materiaaleigenschappen

	Yield Strength (Tensile) (MPa)	Fracture Toughness (MPa · m ^{1/2})	Prijs (euro/kg)	Soortelijk gewicht (kg/m ³)	Transparantie	UV-bestendig?	Gedrag bij hogere temperaturen	Overig
Polycarbonaat	59-70	2,1 - 4,6	2,55	1140-1210	Zeer	Wel	Blijvende hoge stijfheid en slagvastheid	
Polypropyleen	20,7-37,2	3,0 - 4,5	1,19-1,41	890-910	Matig	Indien hier tegen versterkt	Brandbaar	
ABS	18,5-51	1,19 - 4,29	1,96-2,16		Niet	Indien hier tegen versterkt		
Polystyreen	28,7-56,2	0,7 - 1,1	1,76	1040-1050	Zeer	Indien hier tegen versterkt	Kan verbranden (boven 100 graden Celsius)	Kan versterkt worden, dan niet meer transparant
Polyetheen	20,7-44,8	1,44 - 1,72	1,32-1,45	939-960	Matig	Indien hier tegen versterkt		
Polyamide	50-94,8	3,4 - 3,74	3,4-3,74	1120-1140	Matig	Indien hier tegen versterkt	Oxideert snel	Elektrische eigenschappen slecht door vochtopname
POM	48,6-42,4	1,71 - 4,2	2,37-2,61	1390-1430	Niet	Indien hier tegen versterkt		
PTFE/Teflon	15-25	1,32 - 1,8	11,1-12,6	2140-2200	Matig	Indien hier tegen versterkt	Erg bestendig	
Glas (borium-silicaat)	22-32	0,5-0,7	3,36-5,6	2200-2300	Zeer	Wel	Bestand tegen zeer hoge temperaturen	

Tabel met materiaaleigenschappen

De waarden in deze tabel zijn grotendeels afkomstig uit de database van computerprogramma CES EduPack^[21]. De prijzen van Polystyreen en Polycarbonaat zijn verkregen uit opgevraagd offertes bij kunststofleverancier Resinex uit Deventer.

