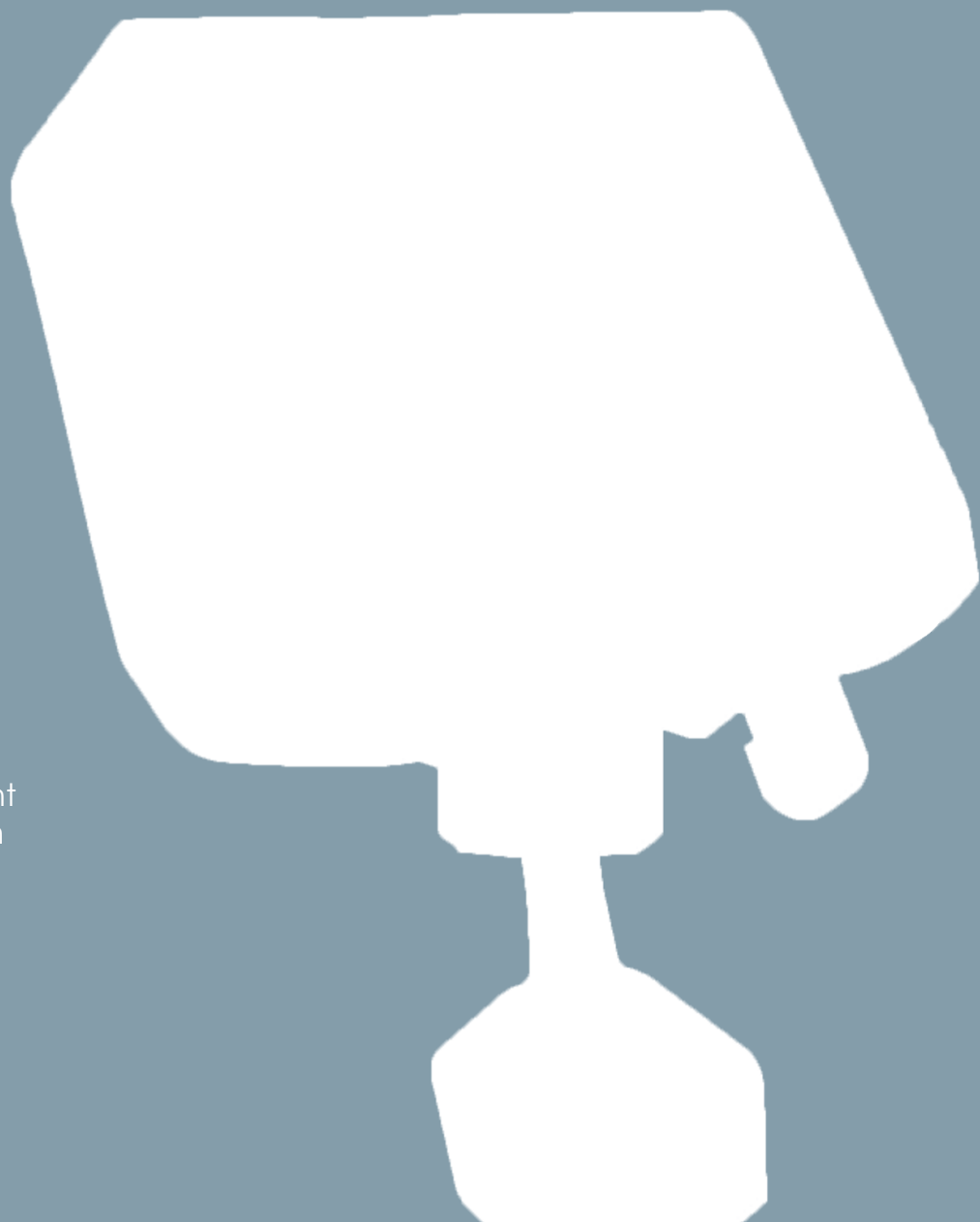


# Ontwerpen<sub>van een</sub> behuizing<sub>en</sub> ophanging

voor een elektronisch hulpmiddel voor oudere fietsers

Bacheloreindopdracht  
Industrieel Ontwerpen  
Universiteit Twente

door Tim de Koning  
S1231952



# B A C H E L O R E I N D O P D R A C H T

‘Ontwerpen van een behuizing en ophanging voor een elektronisch hulpmiddel voor oudere fietsers’

Bachelor Industrieel Ontwerpen  
Universiteit Twente

Tim de Koning  
S1231952

|             |                 |
|-------------|-----------------|
| Begeleider: | Norbert Spikker |
| Examinator: | Arthur Eger     |

|                           |               |
|---------------------------|---------------|
| Opdrachtgever:            | Stotinus B.V. |
| Begeleider Stotinus B.V.: | Ap Stout      |

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| Startdatum opdracht: | 1-10-2014 |
| Datum publicatie:    | 6-2-2015  |

|                            |    |
|----------------------------|----|
| Aantal bladzijden:         | 73 |
| Aantal bladzijden bijlage: | 43 |

Dit verslag beschrijft de bacheloreindopdracht die is uitgevoerd in opdracht van het bedrijf Stotinus B.V. Deze opdracht is het afsluitende project van de Bacheloropleiding Industrieel Ontwerpen aan de Universiteit Twente.

Ik wil Norbert Spikker bedanken voor zijn begeleiding tijdens het project en het meedenken over sommige probleemstukken. Tom Vaneker wil ik bedanken voor zijn inspanning bij het 3D-printen van de prototypes.

Ap Stout en Mat Kappel wil ik bedanken voor de begeleiding binnen Stotinus B.V. en voor de vruchtbare brainstormsessies en vergaderingen.

Naar aanleiding van ongevallen waarbij oudere fietsers betrokken zijn is een productidee ontstaan voor een hulpmiddel om de verkeersveiligheid bij deze personen te vergroten. Het idee is een display op het stuur dat de situatie achter de gebruiker weergeeft. Het doel van de opdracht is het ontwerpen van een behuizing voor dit display, alsmede het systeem waarmee het display aan het stuur bevestigd wordt.

Er zijn drie analyses uitgevoerd: een doelgroepanalyse waarin de beoogde gebruikers en de fietsen die deze personen gebruiken geanalyseerd zijn, met als resultaat gebruikseisen en ontwerprichtlijnen voor het uiterlijk van het product;

Een concurrentieanalyse waarin de huidige markt is geanalyseerd om concurrerende producten te ontdekken en uit te lichten, met als resultaat eisen die er voor moeten zorgen dat het nieuwe product de slechte punten van de bestaande producten verbetert;

Een analyse van de onderdelen die de behuizing moet bevatten, met als resultaat eisen waaraan het ontwerp moet voldoen om ervoor te zorgen dat het compatibel is met deze onderdelen.

Aan de hand van de opgestelde eisen, de eisen die de opdrachtgever daaraan heeft toegevoegd en de ontwerprichtlijnen zijn vier vraagstukken ontstaan. Deze vraagstukken omvatten de punten die bepalend zijn voor de uiteindelijke functionaliteit van het product: Hoe is de indeling van interne onderdelen in de behuizing?; Hoe is de layout van de bracket?; Hoe wordt de bracket aan het stuur bevestigd?; Hoe wordt de display-unit aan de bracket bevestigd? Als antwoord op deze vraagstukken zijn ideeën gegenereerd. Deze ideeën zijn gefilterd op haalbaarheid en realiteit, met als resultaat een morfologisch schema.

Met behulp van het morfologisch schema zijn ideeën gecombineerd om vier concepten te vormen. Deze concepten zijn van een laag niveau van detaillering, zodat de detaillering gericht kan worden uitgevoerd voor het concept dat het best aansluit bij de eisen en wensen van de opdrachtgever.

Samen met de opdrachtgever is gekozen om het derde concept uit te werken: het concept dat gebruik maakt van een kogelgewricht om de positie in te stellen. Deze keuze maakt het mogelijk om het product te gebruiken op bijna elke fiets die door de doelgroep wordt gebruikt.

De vormgeving van de behuizing en stuurbevestiging is ontworpen zodat deze aansluit bij de vormkenmerken van de fietsen die door de doelgroep worden gebruikt. Daarnaast is voor de behuizing een techniek toegepast om ervoor te zorgen dat deze dunner lijkt dan dat deze eigenlijk is.

Bij de detaillering zijn nieuwe vraagstukken opgesteld per onderdeel. De antwoorden op deze vraagstukken zijn oplossingen waarmee wordt voldaan aan het programma van eisen. Voor het onderdeel 'Bracket', het onderdeel waarmee het systeem aan het stuur wordt bevestigd, is een simulatie uitgevoerd om de ideale afmetingen te bepalen zodat er geen falen optreedt tijdens gebruik.

Van het gedetailleerde ontwerp is een prototypeontwerp gemaakt; bepaalde afmetingen zijn iets aangepast zodat ze geschikt zijn voor 3D-printen, de gekozen productiemethode voor het prototype. Dit prototype is getest op functionaliteit, waarna is gebleken dat er een herontwerp vereist was om de volledige functionaliteit te kunnen waarmaken. Er zijn aanpassingen aan de onderdelen doorgevoerd voor de productie van een tweede prototype, welke wel voldoet aan alle gestelde eisen.

Na evaluatie van het eindresultaat zijn er een aantal aanbevelingen te noemen:

- De sterkte van de bracket kan worden vergroot met een metalen kern;
- Er kan gebruik worden gemaakt van een kleinere schakelaar om het uiterlijk te verbeteren;
- De signaaloverdracht kan beter op een andere positie plaatsvinden;
- Een zonneklep (wens van de opdrachtgever) is mogelijk om toe te voegen;
- Voor de spuitgietbaarheid van het product moeten bepaalde onderdelen worden herzien.

## H1 INLEIDING

|                |    |
|----------------|----|
| Inleiding      |    |
| 1.1 Aanleiding | 9  |
| 1.2 Opdracht   | 10 |
| 1.3 Aanpak     | 11 |

## H2 ANALYSE

|                        |    |
|------------------------|----|
| Analyse                |    |
| 2.1 Doelgroep          | 13 |
| 2.2 Concurrentie       | 21 |
| 2.3 Interne onderdelen | 25 |
| 2.4 Conclusie          | 27 |

## H3 IDEEGENERATIE

|                       |    |
|-----------------------|----|
| Ideegeneratie         |    |
| 3.1 Ontwerpproces     | 29 |
| 3.2 Probleemoplossing | 30 |

## H4 CONCEPTEN

|                    |    |
|--------------------|----|
| Concepten          |    |
| 4.1 Conceptvorming | 37 |
| 4.2 Conceptkeuze   | 42 |

## H5 DETAILLERING

|                          |    |
|--------------------------|----|
| Detaillering             |    |
| 5.1 Inleiding            | 45 |
| 5.2 Vormgeving           | 46 |
| 5.3 Uitwerking bracket   | 52 |
| 5.4 Uitwerking voetstuk  | 55 |
| 5.5 Uitwerking moer      | 57 |
| 5.6 Uitwerking behuizing | 58 |
| 5.7 Eindontwerp          | 62 |

## H6 PROTOTYPE

|                      |    |
|----------------------|----|
| Prototype            |    |
| 6.1 Voorbereiding    | 65 |
| 6.2 Eerste prototype | 66 |

## H7 CONCLUSIE & AANBEVELINGEN

|                           |    |
|---------------------------|----|
| Conclusie & Aanbevelingen |    |
| 7.1 Conclusie             | 71 |
| 7.2 Aanbevelingen         | 72 |

## B1 BRONNEN

|         |    |
|---------|----|
| Bronnen | 75 |
|---------|----|

# INLEIDING

# H1

## 1.1 Aanleiding

Stotinus B.V. is een opstartend bedrijf onder leiding van Ap Stout. In samenwerking met Mat Kappel is een productidee ontstaan dat in deze opdracht wordt uitgewerkt. Dit product is het eerste project van het bedrijf dat zich in de toekomst gaat richten op producten die de verkeersveiligheid bevorderen.

Soortgelijke situaties doen zich ook voor met scooters en zelfs auto's doordat op veel plekken het losstaande fietspad wordt vervangen door een fietsstrook aan de weg (Zeegers, 2010). Het snelheidsverschil tussen de fietsers en deze partijen is nog groter waardoor de mogelijke ernst van de conflicten sterk oploopt.

In het dagelijks verkeer ontstaan vaak conflicten of ongelukken waarbij oudere fietsers betrokken zijn. Juist deze personen hebben een verhoogd risico op het oplopen van lichamelijk letsel wanneer ze betrokken zijn bij een verkeersongeval. Een van de aanleidingen van de betrokkenheid bij ongevallen is de mindere fysieke en mentale gesteldheid van deze weggebruikers tegenover jongere verkeersdeelnemers (Zeegers, 2010). De verminderde fysieke gesteldheid is daarnaast een oorzaak van het verhoogd risico op lichamelijk letsel (SWOV, 2012). Gezien het verhoogde risico op lichamelijk letsel bij oudere fietsers is het een belangrijke kwestie om verkeersongevallen bij deze groep te verminderen.

Gezien de aard van deze conflicten kan gesuggereerd worden dat met het bevorderen van het bewustzijn van de fietsers van de situatie achter hen het aantal verkeersongevallen met fietsers verminderd kan worden. Vanwege het verminderde reactievermogen en het verhoogde risico op lichamelijk letsel van oudere fietsers is het vooral belangrijk om hierbij de focus te leggen op deze groep.

Daarnaast blijkt uit onderzoek van het TNO dat in meer dan de helft van de conflicten waarbij fietsers betrokken zijn, sprake is van een conflict dat is ontstaan door een inhaalmanoeuvre in dezelfde richting (De Goede, Van der Horst & Obdeijn, 2013).

Een voorbeeld van een dergelijke conflictsituatie:

*Een man van 60 jaar fietst op een rustig tempo langs een knooppuntroute. Achter hem nadert een groep racefietsers. Wanneer de voorste man de bel laat klinken, kijkt hij achterom om te zien wat er aan komt. Hierbij draait zijn stuur naar links waardoor de ruimte om hem in te halen kleiner wordt. Vanwege het grote snelheidsverschil is een botsing niet meer te vermijden; de man wordt aangereden door één van de racefietsers.*

## 1.2 Opdracht

Aan de hand van de probleemstelling kan een voorstel worden gedaan om een spiegel te gebruiken om zicht te krijgen op achteropkomend verkeer. Er zijn echter veel problemen te noemen bij het gebruik van zo'n spiegel:

- Het beeld trilt en verschuift bij oneffenheden in het wegdek.
- Bij het uitparkeren van de fiets verandert de positie van de spiegel vaak.
- Spiegels met een lange arm nemen veel ruimte in waardoor inparkeren en naast elkaar fietsen bemoeilijkt wordt. Ook hebben deze spiegels een 'voor-oude-mensen' uitstraling.
- Kleine spiegels zijn sportiever, maar bieden weinig zicht en laten vooral de bestuurder zelf zien.

Het gebruik van een dergelijke spiegel biedt dus geen goede oplossing voor het probleem. De opdrachtgever, Stotinus B.V., stelt daarom het volgende productidee voor:

*Een beeldscherm op het stuur van de fiets, waarop het achteropkomend verkeer wordt weergegeven. De weergave hiervan wordt verzorgd door een camera die aan de achterzijde van de fiets is bevestigd.*

De visie van de opdrachtgever is om de verkeersveiligheid bij oudere fietsers te bevorderen met behulp van dit systeem. Daarbij moet het systeem zelf een uitstraling hebben van veiligheid, robuustheid en functionaliteit, maar toch onopvallend zijn. Stotinus B.V. beschikt over de kennis en middelen om de techniek achter dit systeem uit te werken, maar niet om er een aantrekkelijk geheel

van te maken dat gemakkelijk is in gebruik en voldoet aan de wensen van zowel de gebruiker als de opdrachtgever zelf. De opdrachtformulering van deze bacheloropdracht is daarom als volgt:

*Ontwerp een behuizing voor een display op het stuur en de bracket waarmee deze op het stuur bevestigd wordt.*

In het ontwerp moet gebruik worden gemaakt van ingekochte standaard onderdelen. De uitdaging ligt dus in het ervoor zorgen dat de behuizing en bracket compatibel zijn met deze onderdelen.

Het verwachte resultaat van de opdracht is een tweetal functionele prototypes die gebruikt kunnen worden om investeerders te benaderen en de basis vormen voor een massaproduct.



*Afbeelding 1 (boven): Een proof-of-concept van het productidee.*

*Afbeelding 2 (rechts): De camera onder het achterlicht geplaatst.*



## 1.3 Aanpak

Ten eerste zal uitbreidend onderzoek moeten worden gedaan naar de doelgroep. Hierbij wordt gekeken naar welke fietsen gebruik van wordt gemaakt. Dit wordt gedaan door middel van observatie en welke ontwerprichtlijnen wat betreft kleur en vormgeving hier bij horen. Daarnaast wordt gekeken naar de ruimte op het stuur van deze fietsen; het product moet immers wel op het stuur passen. Ten slotte worden mogelijke gebruikssituaties geschetst.

Ten tweede worden de concurrerende producten uitgelicht die op de markt zijn om achter hun sterke en zwakke punten te komen, zodat een ontwerp kan worden gemaakt dat boven de concurrent zal worden verkozen.

Ten derde worden de ingekochte standaard onderdelen uitgelicht waarvan gebruik zal worden gemaakt in het product. De behuizing en de bracket moeten immers compatibel zijn met deze onderdelen.

Uit de resultaten van deze drie analyse-onderwerpen wordt, in combinatie met de eisen en wensen van de opdrachtgever, een volledig Programma van Eisen en Wensen opgesteld waaraan het ontwerp zal moeten voldoen.

Vervolgens worden vier ontwerpproblemen opgesteld waar door middel van ideegeneratie oplossingen voor worden gezocht. Deze probleemstellingen vormen de hoofdlijnen die de grootste verschillen zullen bepalen tussen de conceptontwerpen.

De conceptontwerpen worden gemaakt met behulp van een morfologisch schema waarin de geselecteerde ideeën uit de ideefase zijn opgesteld. Deze ontwerpen worden geëvalueerd op haalbaarheid en getoetst aan het PvE. Daarna worden ze gepresenteerd aan de opdrachtgever en een expert op het gebied van

productie. Het resultaat van deze presentatie is een keuze voor het beste ontwerp, welke tot in detail uitgewerkt wordt in de detailleringfase.

Van het uitgewerkte eindontwerp wordt een prototype gemaakt welke wordt getest en geëvalueerd. Met behulp van deze evaluatie worden zwakke punten aan het ontwerp verbeterd om een definitief prototype-ontwerp te verkrijgen.

### Begrippen

Om de leesbaarheid van het verslag te bevorderen worden nu een aantal begrippen op voorhand toegelicht:

- Display Unit (ook wel DU genoemd in het verslag) – De behuizing van het product inclusief het beeldscherm, printplaat, accu en overige elektronica.
- Voetstuk – onderdeel van het systeem dat op het stuur is bevestigd, waar de Display Unit op bevestigd wordt.
- Bracket – systeem dat op het stuur is bevestigd, waar het voetstuk aan vast zit.
- Moer – moer waarmee het kogelgewricht wordt vastgeklemd.

# ANALYSE

# H2

## 2.1 Doelgroep

**D**e doelgroepanalyse is ten eerste bedoeld om een duidelijke afbakening te maken voor wie het product bedoeld is dat ontworpen wordt. Daarnaast wordt gespecificeerd welke eigenschappen bij deze doelgroep horen en welke invloed dit heeft op het ontwerp. Ten slotte wordt beschreven in welke gebruikssituaties het product door de doelgroep gebruikt gaat worden. Uit deze informatie volgt een eisenpakket waar het product aan zal moeten voldoen. Daarnaast worden er ontwerprichtlijnen opgesteld wat betreft het uiterlijk van het ontwerp.

### Doelgroep

Het idee van de opdrachtgever is dat het product gebruikt gaat worden op bepaalde fietsen door bepaalde mensen. Er zijn dus in principe twee doelgroepen te onderscheiden: de personen die het product gaan gebruiken en de fietsen waarop het product gebruikt gaan worden. De personen die het product gaan gebruiken zijn vastgesteld als volgt:

*Ouderen (50+) die veel gebruik maken van de fiets.*

De fietsen waarop het product gebruikt gaan worden zijn vastgesteld als volgt:

*E-bikes en luxe toerfietsen in een prijsklasse boven de 900 euro.*

### Waarom deze personen?

Zoals in de probleemstelling al naar voren kwam betreffen verkeersongevallen en conflicten op fietspaden vaak oudere fietsers. Het probleem ligt mede bij de fysieke gesteldheid en het reactievermogen van deze personen. Vaak hebben ze pas laat door dat een achterligger wil passeren wat schrikreacties als gevolg kan hebben. Daarnaast is de eerste reactie wanneer er gebeld wordt vaak dat er over de schouder gekeken wordt om te zien wat de situatie is. Hierbij wordt het stuur meegedraaid, wat een botsing tot gevolg kan hebben (Zeegers, 2010) (De Goede, Van der Horst & Obdeijn, 2013).

Het productidee heeft als doel om de verkeerseiligheid voor fietsers te bevorderen door met behulp van situational awareness (Becker, Lee, Liu & Wickens, 2004) deze ongevallen en conflicten te voorkomen. De gekozen doelgroep heeft dus het meeste baat bij een dergelijk product.

### Waarom deze fietsen?

Ten eerste zijn E-bikes sterk in opkomst in gebruik door de doelgroep (11,4% van de nieuw gekochte fietsen in 2009 waren E-bikes, in 2013 was dit 19,0% (Rabobank Cijfers en Trends, 2014)), vanwege het feit dat ze trapondersteuning leveren. Zo kan op oudere leeftijd nog moeiteloos veel gefietst worden.

Daarnaast is de prijsklasse boven de 900 euro sterk aan het stijgen in marktaandeel; in 2013 waren 30% van alle nieuw verkochte fietsen boven de 900 euro, terwijl dit in 2012 26% was en maar 14% in 2007 (BOVAG, 2014).

Ten slotte wordt deze prijsklasse aangenomen omdat dit de klasse is waarin mensen het meest bereid zullen zijn om bij aanschaf van een nieuwe fiets een extra uitgave te doen ter uitbreiding van de fiets.

### Gebruikte fietsen

Om een goed beeld te vormen van de fietsen die door de doelgroep worden gebruikt, is een field research uitgevoerd. Op verschillende locaties zijn fietsen geobserveerd die binnen de beschrijving passen zoals de opdrachtgever deze heeft gesteld. Het primaire doel van het veldonderzoek is het in kaart brengen van de meest voorkomende fietsmerken. Aan de hand van het resultaat daarvan worden alle additionele modellen van die fietsmerken geanalyseerd die binnen de beschrijving van de doelgroep passen. De informatie die hier uit wordt gehaald is materiaalgebruik, kleurgebruik en vormgeving. Met deze informatie worden ontwerprichtlijnen opgesteld die ervoor moeten zorgen dat het ontwerp binnen de stijl van de doelgroep past. Daarnaast wordt van zowel de geobserveerde fietsen als de additionele geanalyseerde modellen in kaart gebracht wat de situatie op het stuur van deze fietsen is, omdat het uiteindelijke product hierop bevestigd gaat worden. In bijlage A1 is het observatierapport te lezen.

### Observatieresultaten

Wat uit de resultaten van de observatie opvalt, is dat er eigenlijk maar 5 fietsmerken veel voorkomen. Van alle geobserveerde fietsen is maar een enkeling niet van één van de merken Batavus, Sparta, Gazelle, Koga of RIH. Dit is een belangrijk punt voor de mate waarin het productontwerp universeel moet zijn. Gezien uit de observatie blijkt dat deze 5 merken de 'grote spelers' zijn in de doelgroep, zal het product vooral op deze merken aangepast moeten worden. Natuurlijk zal waar mogelijk geprobeerd worden het ontwerp volledig universeel te maken.

### Verdere analyse

Van de 5 genoemde merken zijn alle modellen uiteengezet die binnen de doelgroepomschrijving passen. In bijlage A2 zijn de tabellen te vinden waarin per merk alle modellen zijn beschreven, waarbij is gekeken naar de volgende drie punten:

- Materiaal
- Kleur
- Vormgeving

Deze drie elementen worden nu uiteengezet en per element wordt toegelicht waarom dit is geanalyseerd.

### Materialen

Uit de analyse van de modellen van deze merken is op te maken dat er één materiaal is die het meest voorkomt: Aluminium. De frames van de fietsen zijn in vrijwel alle gevallen uit aluminium vervaardigd. Hier is voor gekozen omdat een aluminium frame lichter is dan een stalen frame en beter bestand is tegen corrosie wanneer de lak beschadigd is (bron: Gazelle). Slechts bij twee modellen is gebruik gemaakt van staal voor het frame. Aluminium wordt daarnaast bij de meeste modellen gebruikt voor het stuur en de bagagedrager. Bij een aantal modellen wordt het stuur uit staal vervaardigd. Daarnaast zijn bij alle modellen de kettingkasten en onderdelen zoals de koplampen uit gegoten kunststof vervaardigd (het gebruikte materiaal wordt door de fabrikanten niet gespecificeerd, maar is waarschijnlijk in de meeste gevallen een stof als polypropyleen of ABS vanwege de gunstige spuitgieteigenschappen van deze stoffen). Details zoals handvaten zijn gemaakt van rubber (kunststof) of leer.

Nu is het niet logisch om een behuizing van een elektronisch product van aluminium te maken zodat het bij de fiets past. De vormvrijheid is niet groot (tenzij er gegoten wordt) en het materiaal geleidt elektriciteit. Er kan echter wel gekeken worden naar wat de gebruikte materialen uitstralen. Deze uitstraling kan dan in het ontwerp worden verwerkt. In de collage hiernaast worden de gebruikte materialen gevisualiseerd. Hieruit is de uitstraling in de volgende steekwoorden te beschrijven:

- Robuust
- Modern
- Elegant
- Duurzaam
- Sportief
- Sterk

Afbeelding 3 (rechts): Materiaalgebruik bij de doelgroep.



### Kleuren

Om ervoor te zorgen dat het ontwerp aansluit bij de fietsen waar het mee gebruikt gaat worden is het belangrijk om een kleurenschema te gebruiken dat overeenkomt met die van de fietsen. Natuurlijk hebben niet alle fietsen dezelfde kleur, vandaar dat de gebruikte kleuren van alle fietsen zijn geanalyseerd en in twee paletten zijn gecombineerd. In bijlage A2 zijn alle verschillende kleuren genoemd waarvan gebruik wordt gemaakt op de fietsen uit de doelgroep. Er wordt onderscheid gemaakt tussen drie typen kleuren:

- Hoogglans
- Mat
- Metallic

In de paletten die in bijlage A3 zijn afgebeeld worden de meest gebruikte kleuren gevisualiseerd. In het eerste palet zijn de hoogglanskleuren weergegeven: zwart, wit, antraciet, champagne, donkerblauw en donkerrood. In het tweede palet zijn de matte- en metallic-kleuren weergegeven: zwart, wit, antraciet, grijs, staal/ aluminium, goud, zilver, titaan, koper en brons. Deze paletten zullen worden gebruikt bij de keuze voor een kleurenpatroon voor het product.

### Vormgeving

In de afbeelding hiernaast is een vormstudie te zien van de gebruikte fietsen. Net als bij de kleurenanalyse is dit gedaan om kenmerken te onderscheiden die kunnen worden gebruikt om het product aan te laten sluiten bij het uiterlijk van de fietsen. In de hoofdvorm van de fietsen, dat wordt beschreven door het frame, is niet veel significante variatie te vinden. Het enige grote verschil is het verschil tussen dames- en herenfietsen: het al dan niet aanwezig zijn van de buis aan de bovenzijde van het frame. Om vormgevingskenmerken te onderscheiden die bruikbaar zijn om een behuizing mee te ontwerpen, moet dus gekeken worden naar details in de vorm. De uitdaging ligt hier in het vertalen van de vormgeving van een open structuur (het buizenframe van de fiets) naar een dichte structuur (de behuizing van het product).

De in afbeelding 4 weergegeven framevormen zijn representatief voor het grootste deel van de fietsen uit de doelgroep. Er zijn een aantal elementen te noemen welke bruikbaar zijn voor de ontwerprichtlijnen wat betreft de vormgeving. Deze kenmerken worden in bijlage A4 benadrukt ter ondersteuning van de uitleg:

- Flauwe krommingen: in een groot deel van de frames wordt gebruik gemaakt van zeer flauwe krommingen in de buizen. Een enkeling maakt maar gebruik van rechte buizen. Deze krommingen zijn duidelijk te zien in modellen 1, 2, 4 en 5 in de collage.
- Rondingen: bij ongeveer de helft van de fietsen wordt gebruik gemaakt van ronde of ovale doorsneden van de buizen. Dit is terug te zien in modellen 4, 5 en 6 in de collage.
- Gehoekte lijnen: bij de andere helft van de fietsen grenzen de vlakken van de buizen onder een hoek met elkaar. Dit geeft een wat mannelijkere uitstraling tegenover de vrouwelijke ronde buizen. Dit kenmerk is terug te zien in modellen 1, 2 en 4 in de collage.
- Uitlopende diktes: Er wordt zelden gebruik gemaakt van buizen met een uniforme dikte. Dit is in bijna alle modellen terug te zien, maar vooral opvallend in modellen 4 en 5 in de collage.
- Dubbele lijnen: bij sommige lage-instep modellen en damesfietsen is de buis aan de bovenzijde van het frame niet compleet verdwenen, maar terug te vinden parallel aan de onderste buis. Hierdoor ontstaat een dubbele lijnvoering zoals te zien is in model 6 in de collage.

### Ontwerprichtlijnen

Het product dat in dit project ontworpen wordt is het eerste product van de opdrachtgever. Er is nog geen sprake van een bepaalde stijl die gehanteerd wordt door de opdrachtgever wat betreft het uiterlijk. De vormgeving en styling van het product is dus heel vrij. Er is daarom gekozen om als basis voor het uiterlijk gebruik te maken van uiterlijke kenmerken van fietsen uit de doelgroep, zodat het ontwerp daarbij aansluit. Vanuit deze basis kunnen daarna sterke design cues worden opgesteld om het merk van de opdrachtgever betekenis te geven (Eggink & Mulder-Nijkamp, 2013).

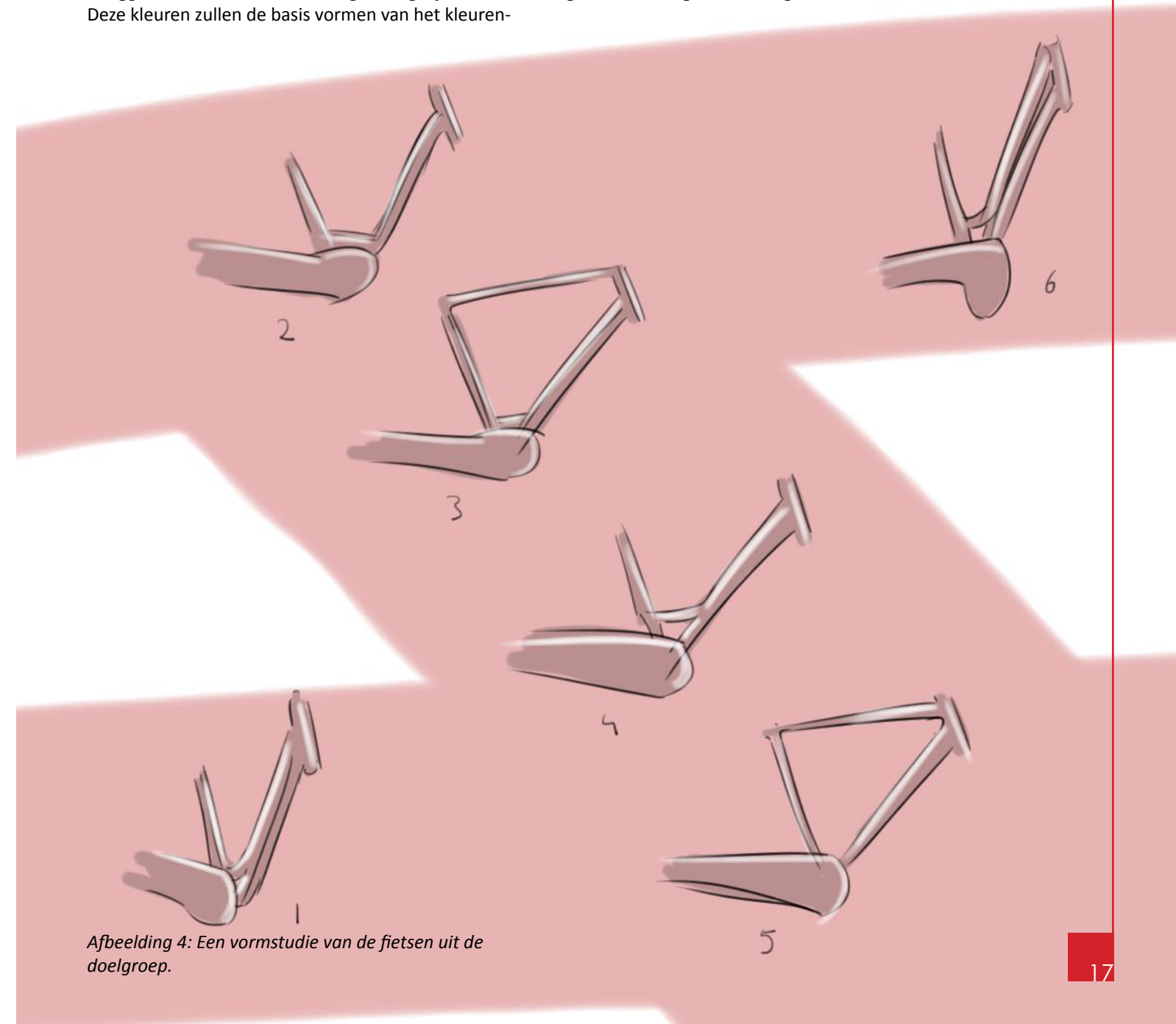
Uit de analyse blijkt dat de fietsen uit de doelgroep veelal zijn vervaardigd uit aluminium. Dit materiaal straalt robuustheid, sterkte, duurzaamheid, sportiviteit, moderniteit en kwaliteit uit. De leren handgrepen die op

veel fietsen worden gebruikt geven een uitstraling van klasse en elegantie. Daarnaast geven kunststof handvaten (en andere onderdelen) een uitstraling van sportiviteit. Deze kernwoorden vormen het kader waarin het ontwerp verder uitgewerkt zal worden.

Het overgrote deel van kleurgebruik zijn koude, neutrale kleuren als zwart, wit en antraciet. Het gebruik van hoogglans, metallic en mat is ongeveer gelijk verdeeld. Deze kleuren zullen de basis vormen van het kleuren-

palet voor gebruik in het ontwerp. De overige kleuren uit de opgestelde kleurenpaletten staan echter ook open voor gebruik in bijvoorbeeld details.

Qua vormgeving zullen vormkenmerken in het ontwerp worden verwerkt die voortkomen uit de vormgevingsanalyse. De belangrijkste kenmerken zijn licht krommende lijnen, vlakken die onder een hoek grenzen en elegante rondingen.



Afbeelding 4: Een vormstudie van de fietsen uit de doelgroep.

Het stuur: afmetingen

Er is een gesprek gevoerd met fietsspecialzaak Van Hoogstraten Fietsplus te Venlo. Tijdens het gesprek zijn vragen gesteld over de afmetingen van de fietssturen uit de doelgroep. De vragen gingen over de stuurdiameter, breedte van bepaalde stukken van het stuur en de radius en grootte van de kromming naar het handvat. Het doel van deze vragen was om er achter te komen of er standaard maten zijn waar de sturen aan voldoen, zodat er tijdens het ontwerp rekening gehouden kan worden met concrete getallen. De conclusie is echter dat er, met uitzondering van de stuurdiameter, geen standaard maten zijn. Elk merk gebruikt andere sturen en zelfs per model verschillen de sturen. Er zijn dus maar twee concrete getallen te noemen:

- De stuurdiameter is 22.2mm
- De stuurdiameter bij de stuurklem is 25.4mm

Het stuur: ruimte

Tijdens het observatieonderzoek is niet alleen gekeken naar het merk fiets, maar ook naar de situatie op het stuur van de fiets. Hieruit moet blijken hoe veel ruimte er in de praktijk beschikbaar is voor een product dat op het stuur wordt bevestigd. Er zijn verschillende situaties gedefinieerd waarin de observaties zijn ingedeeld. Dit geeft de volgende resultaten:

| Situatie                             | Aantal |
|--------------------------------------|--------|
| E-bike display                       | 14     |
| E-bike display + object aan 1 kant   | 0      |
| E-bike display + object aan 2 kanten | 0      |
| Object aan 1 kant                    | 19     |
| Object aan 2 kanten                  | 2      |
| 'Leeg' stuur                         | 31     |

Met 'object' wordt een object bedoeld zoals een fietsbel of fietscomputer. Met 'kant' wordt een zijde links of rechts van de stuurpen bedoeld. In het overgrote deel van de gevallen bevindt zich geen object op het stuur. Hier is dus alle ruimte voor het plaatsen van een monitor. Er moet hierbij echter worden opgemerkt dat bij deze situatie ook e-bikes zijn opgenomen die niet beschikken over een monitor midden op het stuur, maar enkel een kleine controle-eenheid bij het linker of rechter handvat. De situaties zijn dus opgesteld aan de hand van de ruimte op het stuur in de buurt van de stuurpen, gezien dit de meest centrale locatie is en daarom de meest logische en handige locatie om een monitor te monteren.

De op één na grootste groep zijn fietsen met één apparaat aan een zijde van de stuurpen. In vrijwel alle gevallen was hierbij sprake van een fietscomputer niet breder dan 3.5cm.

Vrijwel alleen bij e-bikes die beschikken over een display, wordt aan beide zijden van de stuurpen ruimte gebruikt. De displays zijn bevestigd aan een bracket dat met twee poten aan het stuur bevestigd is. In veel gevallen, zoals bij e-bikes die gebruik maken van een Bosch-systeem, is er echter nog vrij veel ruimte beschikbaar (zie afbeelding 5).



Afbeelding 5: Het stuur van de KOGA E-Nova.

Gebruik

Aan de hand van mogelijke gebruikssituaties moet een beeld worden gevormd van de handelingen die worden uitgevoerd met het product en de omstandigheden waaraan het wordt blootgesteld. Hieruit zullen ontwerpeisen volgen waaraan het product moet voldoen, om te verzekeren dat gebruik van het product kan gebeuren zonder dat er onvoorziene problemen optreden.

Er zullen daarom scenario's worden opgesteld waarin verschillende omstandigheden worden gesimuleerd. Hierbij wordt het gebruik van het product (X) gesimuleerd met de volgende producteigenschappen:

- De display-unit is losneembaar.
- De ophanging is vast bevestigd aan het stuur.
- De input van de camera voor het display gaat via contactpunten in de ophanging en de display-unit.
- De voeding voor de camera gaat eveneens via deze contactpunten.
- De display-unit wordt opgeladen door middel van een voedingskabel.

Scenario 1: Regelmatig gebruik onder gunstige omstandigheden

Hennie en Sjoukje zijn een echtpaar van 69 en 68 jaar oud. Ze zijn beiden met pensioen en gaan vaak fietsen voor hun plezier. Gemiddeld gaat het stel twee keer per week op pad, zo lang het weer het toelaat. Op regenachtige dagen pakt het stel niet de fiets; het moet immers wel leuk blijven. Wanneer ze wel op pad gaan volgen ze meestal knooppuntroutes zodat ze mooie fietstochten kunnen maken zonder zelf veel moeite te steken in het uitstippelen van een route. Op deze routes wordt veel gefietst door recreanten, maar ook door wielrenners. Hennie en Sjoukje maken gebruik van X om op een veilige manier te kunnen fietsen, zonder conflicten met wielrenners. Op zaterdagavond wordt de X aan de oplader gehangen, zodat de batterij zeker vol is op zondagmorgen. 's Zondags vertrekt het stel om 10:00 in de ochtend. Natuurlijk wordt van tevoren de X aan het stuur van de fiets bevestigd. Het eerste deel van de route is een lang, goed geasfalteerd fietspad langs een bosrand. Hier en daar ligt een takje of eikel op de weg die niet altijd op tijd ontweken kan worden. Rond 13:00 gaat het stel lunchen bij een campingrestaurant, hiervoor moeten ze een klein stukje over een zandpad fietsen.

De X wordt van het stuur gehaald waarbij Sjoukje hem per ongeluk laat vallen. Ze raapt hem op en stopt hem in de fietstas die mee het restaurant in gaat.

Na de lunch wordt de X weer op het stuur bevestigd waarna het stel weer huiswaarts keert. De route vervolgt langs de bosrand en weilanden over een grove asfaltweg. Na in totaal 6 uur gefietst te hebben zijn Hennie en Sjoukje weer thuis en wordt de X van het stuur gehaald. Deze wordt opgeborgen in een ladekast in de woonkamer, tot de volgende zondag.

Scenario 2: Dagelijks gebruik onder wisselende omstandigheden

Karel is een alleenstaande man van 54 jaar oud en fietst elke dag op en neer naar zijn werk. Omdat er 's morgens veel andere weggebruikers zijn, maakt hij gebruik van de X om veilig te kunnen fietsen. De route is 8 kilometer lang vanuit zijn woonplaats, een rustig dorp, naar het kantoor in de stad. Het grootste deel van de route is goed geasfalteerd, maar in de stad ligt er een strook kinderkopjes van 500 meter op de route.

Karel legt elke avond de X aan de oplader zodat deze 's morgens gebruikt kan worden. De rit van huis naar het werk duurt 25 minuten waarbij het soms zonnig is, soms bewolkt en soms met regen. Op het werk wordt de X losgenomen van het stuur en opgeborgen in de tas. Voor de terugweg wordt deze weer bevestigd, waarna dezelfde route terug wordt gevolgd. Thuis aangekomen wordt de X aan de oplader gehangen voor de volgende dag.

De route die Karel aflegt naar het werk en naar huis is elke dag hetzelfde en wordt onder alle weersomstandigheden afgelegd.

Scenario 3: Onregelmatig gebruik onder gunstige omstandigheden

Ingrid is een getrouwde huisvrouw van 58 jaar oud. Ze woont aan de rand van de stad in een rustige buurt, maar gaat naar het centrum om boodschappen te doen. De wekelijkse boodschappen doet ze met de auto, maar wanneer ze snel iets moet hebben van de winkel pakt ze liever de fiets. Naast het fietsen naar de supermarkt fietst ze ook af en toe naar vriendinnen die in de stad wonen. Omdat het in het centrum nogal druk is gebruikt ze de X om veilig door de stad te kunnen fietsen.

Helaas vergeet ze soms om de X op te laden voordat ze hem wil gebruiken. Ze kan er dus niet altijd gebruik van maken wanneer ze dat wil. Wanneer ze niet vergeet de X op te laden en hem dus wél kan gebruiken, doet ze dat meestal alleen met goed weer. Als het regent, wacht ze even de bui af voordat ze de deur uit gaat. De afstanden die ze dan aflegt zijn meestal niet meer dan 5 kilometer, waar ze 20 minuten over doet. Als de supermarkt de bestemming is, neemt ze de X los van het stuur en stopt ze hem in de boodschappentas voordat ze naar binnen gaat. Voor de terugweg plaatst ze hem weer terug op het stuur. Als ze bij iemand op bezoek gaat zet ze haar fiets meestal binnen, dan is losnemen niet nodig.

Aan de hand van deze drie gebruiksscenario's is een eisenpakket opgesteld waaraan het ontwerp moet voldoen, om er voor te zorgen dat het product de verschillende scenario's kan doorstaan. Deze eisen zijn te vinden in bijlage A9.

#### Conclusie doelgroepanalyse

Uit het observatierapport valt op te maken dat er een paar grote spelers zijn wat betreft de fietsen die door de doelgroep gebruikt worden. De ontwerprichtlijnen voor het product zijn dan ook zo gemaakt dat ze aansluiten bij het uiterlijk en de uitstraling van de fietsen van deze merken. Daarnaast blijkt tegen de verwachting in dat er op de meeste sturen behoorlijk veel ruimte is voor de plaatsing van een display.

## 2.2 Concurrentie

**D**e concurrentieanalyse geeft inzicht in de range van producten die op dit moment op de markt zijn die enigszins concurreren met het product dat ontworpen gaat worden. Hieruit kunnen zowel punten worden gehaald waar deze producten gemissen vertonen en wat dus beter kan, als sterke punten waar inspiratie uit gehaald kan worden om met deze producten te kunnen concurreren. Het resultaat van deze analyse is een eisenpakket, afgeleid uit de zwakke en sterke punten van de concurrerende producten.

#### Concurrerende producten

Er zijn op dit moment een aantal producten op de markt die concurreren met het product van de opdrachtgever. Deze vallen op te delen in een aantal categorieën:

- Spiegel, gemonteerd op het stuur
- Spiegel, gemonteerd op een fietshelm
- Camerasysteem
- Detectiesysteem

Deze categorieën worden nu toegelicht en per categorie worden toonaangevende producten genoemd die daarna geanalyseerd worden.

#### Spiegel, gemonteerd op het stuur

Het eerste concurrerende product is een spiegel die op het stuur wordt gemonteerd. Dit is de eenvoudigste, meest verkochte en goedkoopste oplossing om beeld te krijgen op de situatie achter de gebruiker.

Een voorbeeld van dit type product is de Mountain Myrricle Mirror. Het is een ronde spiegel met een diameter van 76mm die op het uiteinde van het stuur wordt gemonteerd. De spiegel is bevestigd op een arm die rotatie om twee assen mogelijk maakt, zodat (in combinatie met de gemonteerde positie) elke positie door de spiegel kan worden aangenomen. De montage gebeurt aan het uiteinde van het stuur en vereist een open uiteinde met een binnendiameter tussen de 13.75 en 22.5mm (bron: Myrricle).

Van dit type spiegels zijn een hoop varianten verkrijgbaar. Zo zijn er versies, zoals de Myrricle, die maar een korte arm hebben en dus dicht bij het stuur gepositioneerd zijn. Deze laten echter vaak meer zien van de gebruiker zelf dan van de situatie achter de gebruiker (zie afbeelding 6). Aan de andere kant zijn er versies die over een langere arm beschikken en dus verder van het stuur gepositioneerd zijn. Deze laten meer zien van de omgeving, echter is het beeld vaak slecht af te lezen, juist vanwege deze lange arm. Kleine hobbels in de weg worden door deze lange arm versterkt zodat de spiegel erg gaat trillen. Daarnaast kiezen veel fietsers om esthetische redenen ervoor om geen spiegel aan het stuur te monteren.



Afbeelding 6: In de spiegel zie je vooral jezelf.

#### Spiegel, gemonteerd op een fietshelm

De tweede concurrentie komt van een spiegel die op een fietshelm wordt gemonteerd. Zo blijft het stuur van de fiets leeg, alleen moet er natuurlijk wel een helm worden gedragen.

Een voorbeeld van dit type product is de Safe Zone Mirror van EVT. Het is, net als de Myrricle, een ronde spiegel die in elke gewenste positie geplaatst kan worden. De bevestiging aan de helm gebeurt met behulp van tielwraps. De positionering van de spiegel wordt mogelijk gemaakt door een 'ganzennek': een aaneenschakeling van kogelgewrichten (bron: EVT).

De helm-spiegel is een oplossing voor fietsers die wél een spiegel willen gebruiken, maar deze niet op het stuur willen plaatsen. Het probleem met dit product is echter dat het dragen van een helm is vereist om het product te kunnen gebruiken. De meeste fietsers uit de doelgroep dragen echter geen helm tijdens het fietsen. Het gebruik van deze spiegels is dus meer gericht op wielrenners en mountainbikers. Daarnaast wordt goed aflezen van het gereflecteerde beeld bemoeilijkt omdat de spiegel met je hoofd meebeweegt. Om zicht te kunnen hebben op de achterliggende situatie moet de gebruiker recht naar voren kijken en zijn hoofd volledig stil houden.

#### Camerasysteem

Deze categorie is de categorie waar het te ontwerpen product ook onder zal vallen. Op dit moment is er maar één product op de markt dat binnen deze categorie valt en alléén het zicht bieden op de achterliggende situatie als functie heeft, dit is dus ook de belangrijkste concurrent.

#### Owl360

Dit product is de Owl360. Het bestaat uit een display dat op een fietsstuur wordt gemonteerd met bijgeleverde bevestiging. Daarnaast hoort er een camera bij die aan de zadelpen wordt gemonteerd. Rond de lens van de camera zijn rode LEDs geplaatst die automatisch oplichten wanneer het donker is. Naast het zichtbaar maken van andere weggebruikers, zorgt de Owl360 dus ook voor zichtbaarheid van de gebruiker voor andere weggebruikers. Gezien de Owl360 het enige product op de markt is dat dezelfde functionaliteit biedt en hetzelfde doel heeft als het te ontwerpen product, is dit de belangrijkste concurrent. Daarom wordt deze concurrent uitgebreid geanalyseerd aan de hand van de specificaties en productreviews door gebruikers.



Afbeelding 7: de Owl360.

#### Specificaties

De makers van de Owl360 beschrijven de productfuncties als volgt (bron: Owl):

##### “Veiligheid:

[Gebruikmakend van de Owl360] zie [je] auto's en andere voorwerpen van achteren naderen; krijg je een beter gevoel voor wat er om je heen gebeurt; elimineer je de behoefte om je hoofd te draaien tijdens het fietsen. Knipperende rode veiligheids-LEDs gaan automatisch aan bij weinig licht.”

Daarnaast worden de volgende features genoemd:

- Meer dan 10 uur gebruik na één keer opladen
- Weerbestendig en robuust
- Beschermd tegen trillingen
- Gemakkelijk schoon te maken, op te bergen en op te laden

De technische specificaties van de Owl360 zijn te vinden in bijlage A5.

#### Reviews

Er is een aantal reviews van de Owl360 geanalyseerd en samengevat. Deze analyse is terug te vinden in bijlage A6. Uit deze reviews is ten eerste op te maken dat het product in principe niet waarmaakt waar het voor bedoeld is; het bevorderen van de verkeersveiligheid op de fiets. De enkele positieve reviews vallen eigenlijk in het niet tegenover de hoeveelheid aan negatieve reviews. Uit alle reviews zijn een aantal punten op te maken die vaak terugkomen en blijkaar belangrijk zijn voor de gebruiker van een dergelijk product. Deze punten zijn als volgt:

- Het scherm is reflectief en daardoor slecht af te lezen wanneer er zonlicht op schijnt.
- Het beeld valt weg door trillingen op een hobbelige weg.
- Het scherm schudt door trillingen op een hobbelige weg.
- De stuurbevestiging is te smal voor veel sturen.
- De kijkhoek is niet instelbaar in de richting van de gebruiker.
- Niet te gebruiken wanneer het regent.
- Slecht beveiligd tegen diefstal.
- De batterijduur (4-5 uur) is te kort.
- In het donker heeft het beeld veel last van strooielicht en valt het achterlicht uit.
- Geen functie om beelden op te nemen.

Dit zijn belangrijke punten om rekening mee te houden tijdens het ontwerpproces, gezien dit redenen zijn om het product te verwerpen. Deze punten zullen dus verwerkt moeten worden in het programma van eisen om tot concepten te kunnen komen die aantrekkelijk zullen zijn voor de doelgroep.

Daarnaast zijn er een aantal positieve punten genoemd die als goed voorbeeld gebruikt kunnen worden in het ontwerpproces. Hierbij is vooral de losneembaarheid en de mogelijkheid om de inijkhoek te veranderen belangrijk.

Er moet opgemerkt worden dat de aanbeveling voor de functie om beelden op te nemen door Amerikaanse gebruikers wordt gedaan. In de Verenigde Staten zijn camerabeelden waardevol bewijsmateriaal bij schadeclaims of rechtszaken. Dit punt zal als wens wel in het programma van eisen worden opgenomen, maar is voor Nederlandse gebruikers in veel mindere mate relevant dan voor Amerikaanse gebruikers.

#### Cerevellum Hindsight 35

Een tweede product dat binnen de categorie camerasysteem valt is de Cerevellum Hindsight 35. Het bestaat net als de Owl360 uit een display dat op het stuur wordt bevestigd en een camera die aan de zadelpen wordt gemonteerd. Naast het dienen als digitale achteruitkijkspiegel heeft de Hindsight 35 echter nog een aantal toegevoegde functies:

- De Hindsight 35 ondersteunt video-opnames. Er wordt automatisch elke 5 minuten een opname gemaakt, dit stopt wanneer de fiets omvalt (bij een ongeluk).
- Het systeem kan worden geüpdatet door middel van downloadbare modules.
- De Hindsight 35 beschikt over fietscomputer-functies zoals snelheidsmeter, gemiddelde en maximale snelheid, afgelegde afstand, stopwatch en klok.
- De functies zijn uit te breiden met verschillende accessoires zoals een hartslagmeter.

Deze functies maken echter wel dat de Hindsight 35 bedoeld is voor gebruik door wielrenners en triatleten en niet door ouderen die voor hun plezier (of naar hun werk) fietsen. Het is dus geen directe concurrent, maar er is wel bruikbare informatie te halen uit een productanalyse.

Cerevellum beschrijft de visie achter de Hindsight 35 als volgt (bron: Cerevellum):

“Het doel van de Hindsight 35 is het verbeteren van uw perifere en achterwaartse zichtveld om potentiële ongelukken te voorkomen door gebrek aan zicht.”



Afbeelding 8: de Cerevellum Hindsight 35.

#### Reviews

Net als voor de Owl360 is er een uitgebreide review over de Hindsight geanalyseerd. Dit is terug te lezen in bijlage A7. Uit deze review kan worden geconcludeerd dat de negatieve punten van de Hindsight 35 grotendeels overeen komen met de negatieve punten van de Owl360. De batterijduur van het product moet langer en het scherm moet niet-reflecterend zijn om hem beter af te kunnen lezen. Daarnaast moet de Hindsight 35 geprogrammeerd worden voor gebruik, iets dat totaal niet binnen de visie van de opdrachtgever past.

Een van de sterke punten, de stabiele bevestiging, is bruikbaar om mee te nemen als voorbeeld bij het ontwerpen van de stuurbevestiging. De bruikbaarheid van deze manier van bevestigen hangt echter wel af van de vorm, afmetingen en zwaartepunt van het ontwerp van de monitor.

De aanbevelingen die in de review naar voren komen zijn niet relevant voor het ontwerp gezien het vooral toegevoegde functies betreft die buiten de visie van de opdrachtgever vallen. De aanbeveling wat betreft de oplaadmogelijkheid is echter wel relevant om mee te nemen in het nieuwe ontwerp.

**Overige producten**

Naast de Owl360 en de Cerevellum Hindsight 35 is er echter nog een product te noemen dat in de breedste zin van de beschrijving 'verkeersveiligheid bevorderen' hetzelfde biedt; de Fly6. Het is een achterlicht dat op de zadelpen wordt gemonteerd en beschikt over een ingebouwde HD-camera. Flitsende LEDs rondom de lens maken aan achterliggend verkeer duidelijk dat ze op camera worden vastgelegd. Dit heeft als doel dat het gedrag van de bestuurders op een veilige manier wordt aangepast omdat ze gefilmd worden (bron: Fly6). Echter, dit product dient alléén als opnameapparatuur om zo het gedrag van andere weggebruikers aan te passen. Er is geen sprake van een monitor waarmee de gebruiker zelf zicht heeft op de achterliggende situatie. De veiligheid van de gebruiker hangt dus af van de andere weggebruikers in plaats van dat de gebruiker er zelf voor kan zorgen. Daarom wordt dit product verder buiten beschouwing gelaten.



Afbeelding 9: de Fly6.

**Conclusie concurrentieanalyse**

De concurrentieanalyse biedt inzicht in wat er al op de markt is aan concurrerende producten en wat de voor- en nadelen zijn van deze producten. Hieruit is belangrijke informatie gehaald over wat de doelgroep zoekt in een dergelijk product en waar verbeterpunten liggen. Zo kan daar tijdens het ontwerpproces op worden ingespeeld. Een lijst met eisen die volgen uit de concurrentieanalyse is te vinden in bijlage A10.

## 2.3 Interne onderdelen

**E**en aantal onderdelen die het product zal bevatten zijn al vastgesteld door de opdrachtgever. De behuizing en ophanging moeten dus ontworpen worden voor gebruik met deze onderdelen. Het gaat om de volgende onderdelen:

- De camera
- Het display met bijbehorend PCB
- De accu

Deze onderdelen worden in deze paragraaf uiteengezet om een eisenpakket op te kunnen stellen aan de hand van de eigenschappen en specificaties van de interne onderdelen.

**Camera**

Gezien de camera zich niet in de behuizing zal bevinden maar aan de achterzijde van de fiets, hoeft hier voor het ontwerp van de behuizing geen rekening mee worden gehouden. De kabels van de camera moeten echter in verbinding komen te staan met de interne onderdelen van de behuizing. De camera zelf valt dus wat betreft de behuizing buiten beschouwing, maar de kabels ervan worden wel meegenomen in het ontwerpproces.

De camera die gebruikt gaat worden is speciaal ontworpen voor gebruik als achteruitrijcamera. Het beeld dat hierdoor wordt geleverd beschikt over strepen die aangeven wat de richting van de auto (of in dit geval de fiets) is. Daarnaast wordt met kleuren aangegeven of objecten zich op een veilige of onveilige afstand van het voertuig bevinden. De camera beschikt over een 150 graden groothoeklens, hierdoor is een groot zichtveld mogelijk. Het weergegeven beeld wordt ook automatisch gespiegeld, zodat een voorbijganger die op het scherm aan de linkerkant verdwijnt ook aan de linkerkant passeert. Afbeelding 10 toont een beeld van de camera in gebruik.

De camera bevindt zich in een capsule van 21mm lengte en een diameter van 20mm. Deze kleine afmetingen maken hem erg geschikt om op een discrete manier aan de achterzijde van de fiets te monteren. Aan de camera zit één kabel met 4 aders met de volgende functies:

1. Video UIT
2. Ongebruikt
3. Voeding GND
4. Voeding IN

Deze kernen moeten, via de ophanging die ontworpen gaat worden, in contact komen met de accu en het PCB van het display in de behuizing.



Afbeelding 10: Het zichtveld en de indicatiestrepen van de camera in gebruik.



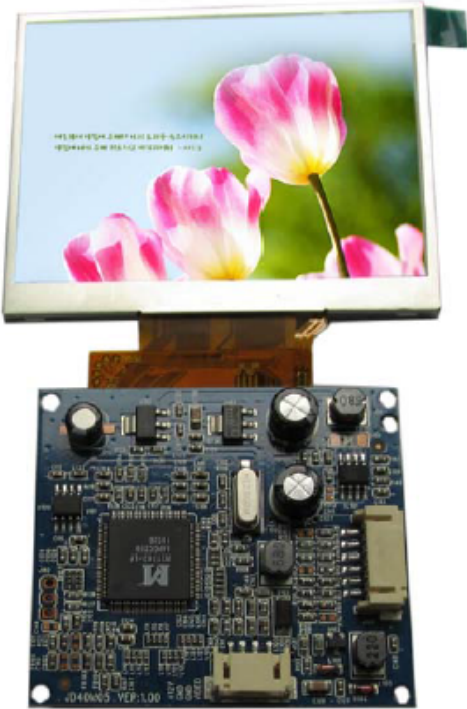
Afbeelding 11: De camera.

Display

Het display waarvan gebruik gemaakt gaat worden is een LCD-display van producent Kingtech. De schermdiagonaal van het display 3.5 inch. Het beeldcontrast is 350:1 en de helderheid van het scherm is 300 cd/m<sup>3</sup> (nits). Daarnaast is het beeldscherm voorzien van een anti-reflectieve coating. Dit is een belangrijk punt voor de bruikbaarheid van het display in alle weersomstandigheden. Ten slotte is de helderheid en de kleurbalans van dit display instelbaar, wat eveneens van belang is voor de leesbaarheid. In bijlage A8 is de keuze voor dit display uitgebreid toegelicht.

Een overzicht van de specificaties van het display:

|                    |                                                     |
|--------------------|-----------------------------------------------------|
| Type               | LCD                                                 |
| Resolutie          | 320x240                                             |
| Diagonaal          | 3.5 inch                                            |
| Afmetingen display | 64mm x 77mm x 3mm                                   |
| Connector          | 54 pins, 56mm lang                                  |
| PCB in/outputs     | 4 pins - video/voeding<br>6 pins - helderheid/kleur |
| Afmetingen PCB     | 55mm x 62mm x 7mm                                   |
| Voeding            | 12V DC                                              |
| Vermogen           | 1,3W                                                |



Afbeelding 12: Het display met bijbehorend PCB.

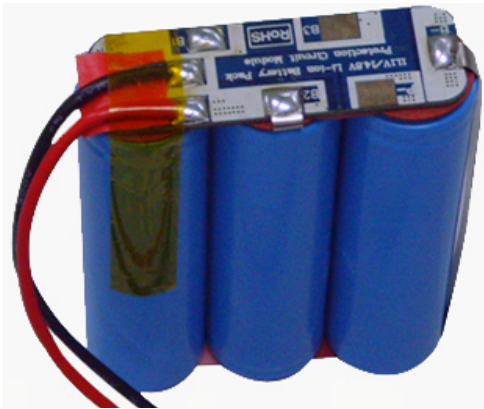
Accu

In eerste instantie was voor de accu de keuze gemaakt voor een 12,6V DC lithium-ion batterij met een capaciteit van 6800mAh, wat met de gekozen camera en display zou moeten neerkomen op een accuduur van ruim 20 uur. Na uitgebreide tests bleek de capaciteit van de accu echter veel lager te liggen: minder dan 2000mAh. Daarnaast is deze batterij erg groot en dus lastig te verwerken in een behuizing met een display dat veel kleiner is.

De keuze is daarom gevallen op een duurdere accu welke een werkelijke capaciteit heeft van 3100mAh. Deze accu bestaat uit drie 18650 lithium-ion cellen welke verbonden zijn aan een PCB. Dit PCB zorgt ervoor dat het circuit wordt onderbroken wanneer de cellen onder een spanning van 3V komen. Hierdoor worden de cellen beschermd tegen beschadiging door onderspanning. Daarnaast zorgt dit PCB ervoor dat de cellen gelijkmatig worden opgeladen wanneer ze aan een voedingskabel worden aangesloten. Dit zorgt ervoor dat de batterij niet achteruit gaat in prestaties naar verloop van tijd.

Een overzicht van de specificaties van de accu:

|            |                                |
|------------|--------------------------------|
| Type       | Lithium-ion                    |
| Spanning   | 11,1V DC                       |
| Capaciteit | 3100mAh                        |
| Afmetingen | 60mm x 71mm x 27mm (L x B x H) |



Afbeelding 13: De accu, hier afgebeeld zonder shrink-wrap.

Het eisenpakket dat is opgesteld aan de hand van de analyse van de interne onderdelen is te vinden in bijlage A11.

2.4 Conclusie

Er zijn drie analyses uitgevoerd: een analyse van de doelgroep, de concurrentie en de interne onderdelen. Aan de hand van deze analyses zijn eisen opgesteld die er voor moeten zorgen dat het ontwerp

- aansluit bij de doelgroep in vormgeving, kleurgebruik, materiaalgebruik en uitstraling, maar ook gebruikssituaties kan doorstaan die kenmerkend zijn voor de doelgroep;
- beter is in het oplossen van het (verkeers-) veiligheidsprobleem dan de concurrerende producten en niet dezelfde fouten begaat als deze producten;
- compatibel is met de geselecteerde interne onderdelen.

Naast de eisen die zijn opgesteld aan de hand van deze drie analyses, heeft de opdrachtgever zelf ook een programma van eisen opgesteld. Deze eisen, evenals de drie losse eisenpakketten, zijn stap voor stap doorgenomen samen met de opdrachtgever. Het resultaat is een compleet Programma van Eisen en Wensen, waarin de belangen van alle partijen vertegenwoordigd worden. Dit complete PvE is te vinden in bijlage A12. Dit wordt gebruikt als rode draad voor het ontwerpproces en om de concepten uit hoofdstuk 4 aan te toetsen.

# IDEEGENERATIE

## H3

### 3.1 Ontwerpproces

Voor dit project is door de opdrachtgever aan de hand van een probleemanalyse een productidee opgesteld. Het doel van dit project is dus niet het bedenken van verschillende producten om dit probleem op te lossen, maar het uitwerken van het bestaande productidee. Dit heeft tot gevolg dat het ontwerpproces ook anders verloopt.

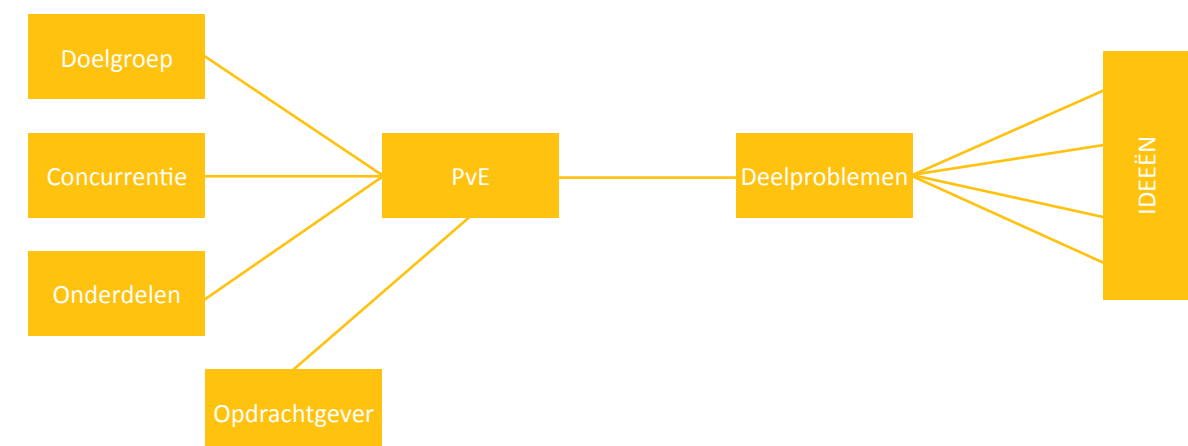
In afbeelding 14 is een schema te zien van het verloop van de eerste fase van dit proces. De doelgroep-, concurrentie- en onderdelenanalyse leiden - met input van de opdrachtgever - tot een compleet Programma van Eisen. Dit proces is in het vorige hoofdstuk behandeld. Dit PvE moet nu worden vertaald naar een product.

Om toch een verscheidenheid aan ideeën te bereiken gebeurt dit aan de hand van het opstellen van deelproblemen. In de eerste fase van het ontwerpproces zullen oplossingen worden bedacht op de volgende vier problemen:

#### Eerste deelproblemen

- Hoe is de indeling van interne onderdelen in de behuizing?
- Hoe is de layout van de bracket?
- Hoe wordt de bracket aan het stuur bevestigd?
- Hoe wordt de display-unit aan de bracket bevestigd?

Deze vier probleemstellingen bepalen in grote lijnen hoe de concepten eruit komen te zien. Aan de hand van deze problemen zijn ideeën gegenereerd waaruit een selectie is gemaakt als mogelijke oplossingen. De selectie van oplossingen zijn vervolgens bij elkaar gevoegd om tot concepten te komen. Allereerst zullen in dit hoofdstuk de geselecteerde oplossingen voor deze eerste set deelproblemen gepresenteerd en uitgelicht worden.



Afbeelding 14: De eerste fase van het ontwerpproces.

## 3.2 Probleemoplossing

Voor elk deelprobleem zijn oplossingen bedacht waarvan de beste geselecteerd zijn. Deze worden hier uitgelicht.

Hoe is de indeling van interne onderdelen in de behuizing?

### Gestapeld

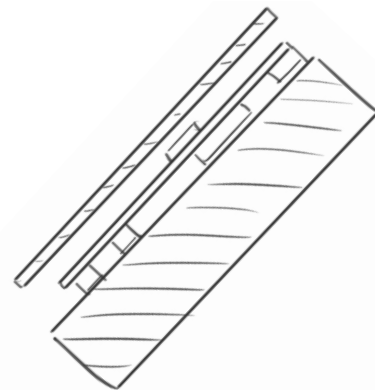
De keuzevrijheid voor de plaatsing van de interne onderdelen is niet heel groot. De wens is om de behuizing zo compact mogelijk te houden. Hierdoor komt men al snel uit op een gestapelde indeling. Het display, de bijbehorende PCB en de accu zijn – in die volgorde – op elkaar gestapeld. Op deze manier kan er een compacte ‘doos’ omheen gevormd worden.

#### Voordelen:

- Compacte behuizing mogelijk.
- Eenvoudigheid van het ontwerp.

#### Nadelen:

- Weinig vormvrijheid.
- Vrij ‘dik’ vanwege de afmetingen van de accu.



Afbeelding 15: Gestapelde indeling.

### Inklapbaar

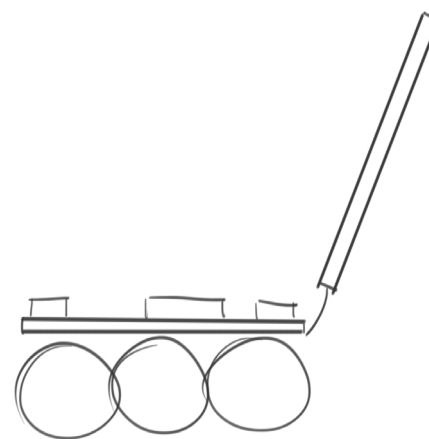
Naast de gestapelde indeling is een inklapbaar model ook mogelijk. De platte connector tussen het display en het PCB maakt het mogelijk om het display enigszins op een afstand van het PCB te houden. Hiermee wordt het dus mogelijk om de accu en het PCB bij elkaar te plaatsen en het display, los daarvan, inklapbaar te maken.

#### Voordelen:

- Het ‘bekeken’ deel kan heel dun gemaakt worden.
- Het display is beschermd wanneer het dichtgeklapt is.
- Biedt ruimte voor een knooppuntkaartje.

#### Nadelen:

- Ingewikkeldere constructie nodig met meer onderdelen.
- Gevoeliger voor trillingen.



Afbeelding 16: Inklapbare indeling.

### Losse accu

Wanneer de accu niet in dezelfde behuizing geplaatst wordt als het display, kan de display-unit een stuk platter gemaakt worden. In principe gebeurt dit ook bij het inklapmodel. Echter, wanneer de accu helemaal los is van de rest van de interne onderdelen, kan de display-unit nóg compacter en lichter gemaakt worden. De accu kan in dit geval bij de camera geplaatst worden, of aan de onderkant van de bracket aan het stuur.

#### Voordelen:

- Zeer compact display mogelijk.
- Minder krachtige bevestiging nodig vanwege laag gewicht.
- Accu en display kunnen als deksels op elkaar bevestigd worden wanneer ze losgenomen zijn.

#### Nadelen:

- Extra behuizing nodig voor de accu.
- Er moeten twee apparaten van de fiets worden gehaald om diefstal te voorkomen in plaats van één.

Hoe is de indeling van de bracket?

### Tweepoot

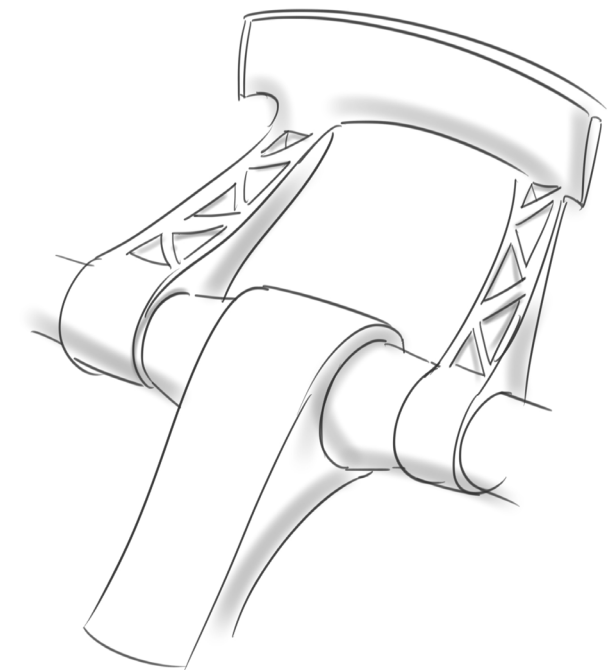
Een bracket met twee poten biedt de meeste stabiliteit en houvast. Daarnaast kan deze centraal op het stuur geplaatst worden met één poot aan elke zijde van de stuurpen. Hierdoor is het zicht op het product optimaal. Wanneer deze echter gebruikt wordt bij een e-bike is het belangrijk dat de poten lang genoeg zijn zodat het display niet achter de monitor van de e-bike verdwijnt. Daarnaast moeten de poten ver genoeg uit elkaar staan zodat deze om de monitor heen geplaatst kunnen worden.

#### Voordelen:

- Twee poten bieden veel stabiliteit en houvast
- Kan centraal op het stuur geplaatst worden

#### Nadelen:

- Poten moeten lang zijn wat het gevoeliger maakt voor trillingen.
- Poten moeten ver genoeg uit elkaar staan zonder in de problemen te komen met de stuurbocht.
- Inkijkhoek is niet verstelbaar.



Afbeelding 17: Tweepoot.

## Monopod

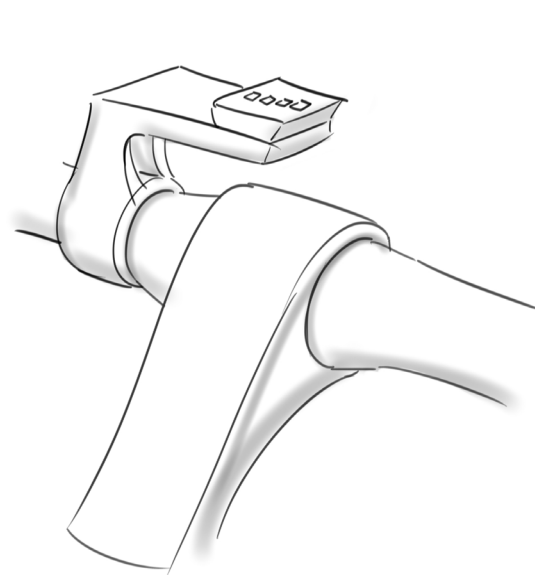
Als variant op de tweepoot is er de monopod. Deze biedt de stabiliteit van een vaste poot, gecombineerd met de plaatsingsvrijheid van een enkel bevestigingspunt. De monopod kan, net als de tweepoot, centraal op het stuur geplaatst worden. Bij e-bikes kan hij echter ook direct naast de monitor van de e-bike geplaatst worden. De poot kan hierdoor kort gehouden worden zodat er geen stabiliteit verloren gaat.

### Voordelen:

- Kan zowel midden op het stuur als naar de zijkanten geplaatst worden.
- Vereist weinig ruimte op het stuur.

### Nadelen:

- Instabieler dan twee poten.
- Inkijkhoek niet verstelbaar.



Afbeelding 18: Monopod.

## Monopod, verstelbaar

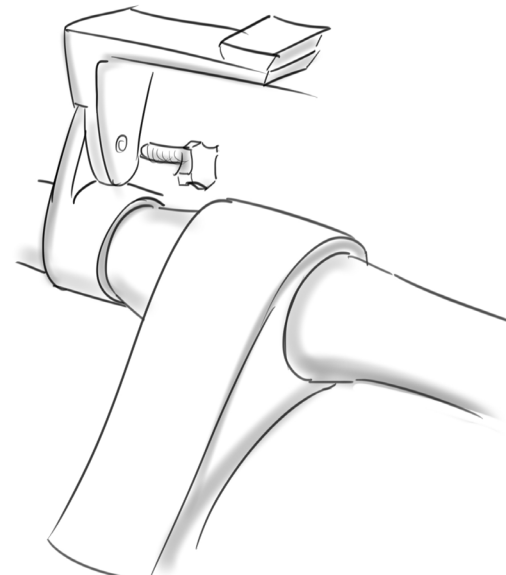
Om de inkijkhoek toch verstelbaar te maken is er in dit ontwerp gekozen voor een scharnierpunt in de monopod. De poot wordt hierdoor langer, wat ten koste gaat van de stabiliteit. Daarvoor in de plaats komt echter wel een grote plaatsingsvrijheid. Naast de vrijheid van plaatsing over de breedte van het stuur, kan met behulp van het scharnier het display ook naar voren of achter geplaatst worden. De inkijkhoek is dus gemakkelijk te verstellen en het product is minder afhankelijk van de ruimte op het stuur. Het scharnierpunt bestaat uit twee ronde delen, één aan elk stuk van de bracket. Beide kanten zijn voorzien van ribbels om meer houvast te creëren. De twee delen worden vastgezet met behulp van een schroef.

### Voordelen:

- Inkijkhoek gemakkelijk verstelbaar.
- Minder afhankelijk van ruimte op het stuur (weinig problemen met e-bikes).
- Kan zowel midden op het stuur als naar de zijkanten geplaatst worden.

### Nadelen:

- Minder stabiel vergeleken met vaste monopod.



Afbeelding 19: Verstelbare monopod.

## Kogelgewricht

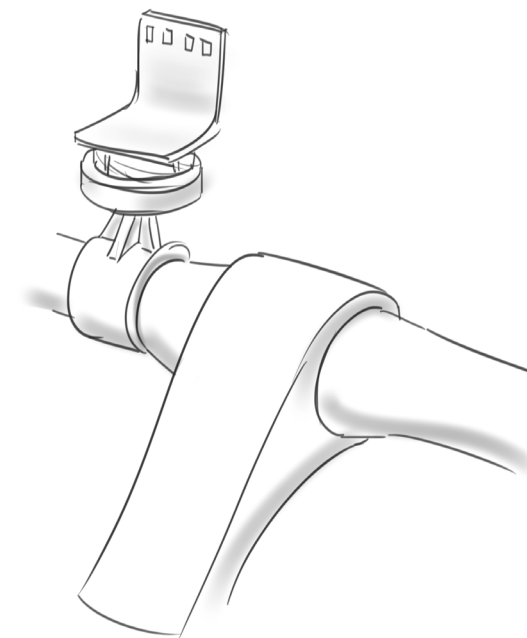
De laatst voorgestelde indeling van de bracket betref een kogelgewricht. Alle voorgaande indelingen moeten op het rechte stuk van het stuur geplaatst worden. Als deze in de stuurbocht geplaatst worden, is het display niet meer goed leesbaar. Wanneer er gebruik wordt gemaakt van een kogelgewricht, kan het display in vrijwel alle standen geplaatst worden. Deze oplossing biedt dus de meeste vrijheid voor de plaatsing op het stuur. De kogel zit in dit ontwerpvoorstel direct vast aan het stuur (de stuurbevestiging wordt met het volgende vraagstuk toegelicht). De display-unit zal aan een voetje worden bevestigd dat over de kogel heen valt. Door middel van een schroef moet de positie van het voetje worden vastgezet; de binnendiameter van het voetje is namelijk net iets kleiner dan de kogel. Hierdoor zet het voetje iets uit, waardoor de schroef een klemmende werking krijgt.

### Voordelen:

- Inkijkhoek gemakkelijk verstelbaar.
- Bijna overal op het stuur te plaatsen.

### Nadelen:

- Grote belasting op de kogel.
- Kan niet midden op het stuur worden geplaatst.



Afbeelding 20: Kogelgewricht.

## Hoe wordt de bracket aan het stuur bevestigd?

Na een groot aantal mogelijkheden te onderzoeken is een tweetal oplossingen geselecteerd. Er is ook gekeken naar bevestiging aan de stuurpen in plaats van aan het stuur. In de stuurpen is echter erg veel variatie in dikte waardoor het bijna niet mogelijk is iets te ontwerpen dat universeel bruikbaar is. Daarnaast zou het display erg laag gepositioneerd zijn wanneer het aan de stuurpen is bevestigd. Dit maakt het ongemakkelijk om op het display te kijken. De volgende oplossingen zijn daarom geselecteerd ter overweging.

## Twee halve cirkels

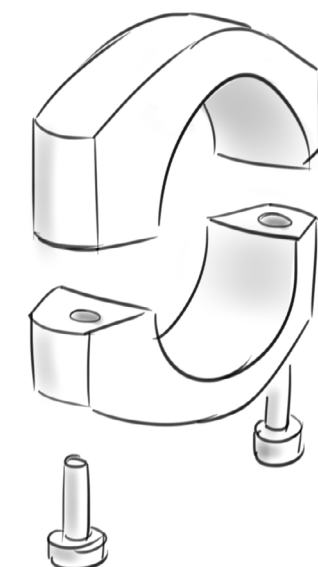
De stuurbuis wordt ingeklemd door twee halve cirkels die met schroeven aan elkaar bevestigd worden. Er wordt zo een vaste inklemming gevormd die goed bestand is tegen trillingen of verschuivingen.

### Voordelen:

- Stabiele bevestiging.
- Verliest geen klemkracht.
- Goed bestand tegen trillingen.

### Nadelen:

- Niet verstelbaar zonder gereedschap.
- Vereist gebruik van inzetstukken voor verschillende diameters.



Afbeelding 21: Geschroefde klemverbinding.

## Flexibele inklemming met hevel

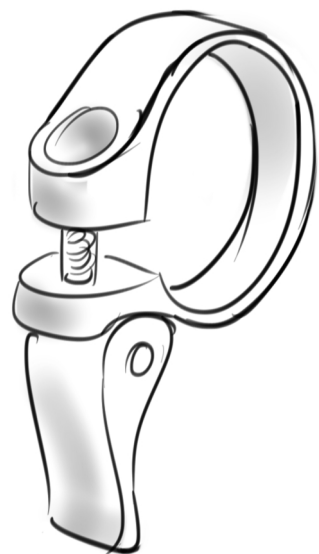
Deze bevestiging maakt gebruik van een flexibel stuk kunststof en een hevel. De flexibiliteit maakt het mogelijk voor gebruik met verschillende stuurdiameters. De hevel wordt vastgeschroefd aan de andere zijde van de klem om de klem vast te zetten. Vervolgens kan de hevel worden overgehaald om het geheel onder spanning te zetten zodat het goed vast zit.

### Voordelen

- Kan zonder gereedschap versteld worden.
- Kan met verschillende stuurdiameters gebruikt worden.

### Nadelen

- Verliest klemkracht na langdurig of herhaald gebruik vanwege materiaalmoetheid.



Afbeelding 22: Klemverbinding met hevel.

## Hoe wordt de display-unit aan de bracket bevestigd?

Voor de bevestiging van de display-unit aan de bracket zijn eveneens een groot aantal oplossingen mogelijk. Er is een selectie gemaakt van de volgende drie oplossingen.

### Beugel met inklemming

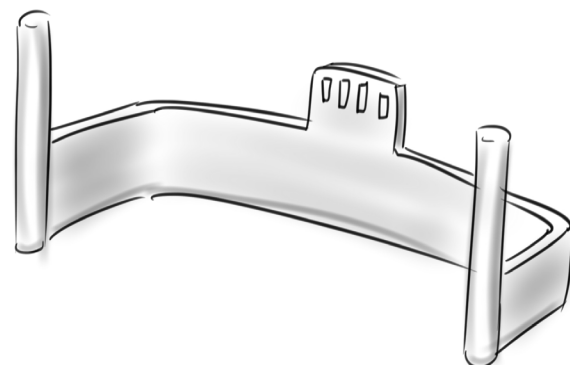
Bij deze bevestiging wordt gebruik gemaakt van een beugel die precies in een uitsparing in de behuizing moet passen. De display-unit steunt dan over de volledige breedte op deze beugel. Twee staven aan weerszijden van de beugel moeten in sleuven passen die zich aan de zijkanten van de behuizing bevinden. Op deze manier wordt de behuizing ingeklemd. De bracket gaat zo op een elegante manier over in de behuizing.

### Voordelen:

- Eenduidige bevestiging, kan bijna niet fout worden gedaan.
- Snel en gemakkelijk te plaatsen en los te nemen.

### Nadelen:

- Er is geen sprake van een vaste verbinding waardoor het gevoeliger is voor trillingen en verschuivingen.
- De beugel is erg groot en kan in de weg zitten wanneer het product niet wordt gebruikt.



Afbeelding 23: Klemmende beugel.

## Klikverbinding, blok

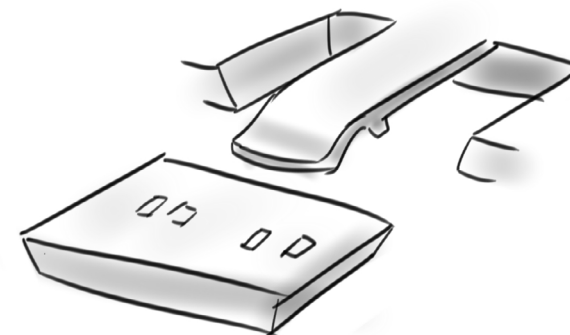
Deze bevestiging maakt gebruik van een wigvormig blok op de bracket waar de display-unit overheen wordt geschoven. Een klikverbinding zet het geheel vast in de juiste positie.

### Voordelen:

- Stevige verbinding.
- Gemakkelijk te plaatsen en los te nemen en toch 'vast'.

### Nadelen:

- Enigszins niet-intuïtief, kan verkeerd gebruikt worden.
- Vereist veel ruimte in de behuizing voor het klikmechanisme.



Afbeelding 24: Klikverbinding - blok.

## Klikverbinding, steun

Deze bevestiging maakt gebruik van een gelijksoortige klikverbinding; een flexibel stuk met weerhaak. Bij dit ontwerp bevindt het zich echter in een platte steun waar de behuizing van bovenaf op geschoven wordt. Lipjes in de achterkant van de behuizing omarmen en klemmen de steun in, de klikverbinding zet het geheel vast.

### Voordelen:

- Intuïtief te gebruiken.
- Gemakkelijk te plaatsen en los te nemen en toch 'vast'.

### Nadelen:

- Minder compact en dus minder mooi op het stuur.
- Iets minder solide dan het wigvormig blok.



Afbeelding 25: Klikverbinding - steun.

# CONCEPTEN

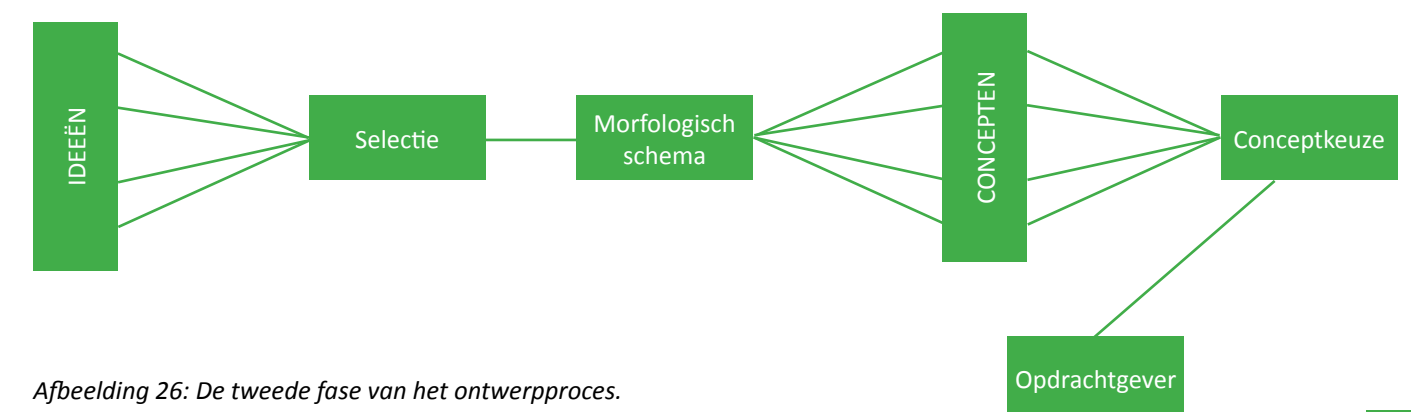
# H4

## 4.1 Conceptvorming

**G**ezien het prototype al vrij vroeg in het proces gemaakt moet worden, heeft de opdrachtgever verzocht om de conceptkeuze iets naar voren te schuiven. Het detailniveau van de concepten is dus niet heel hoog; ze moeten vooral een bepaalde ontwerprichting representeren. De detaillering vindt zo veel mogelijk gericht plaats nadat er een bepaalde conceptringing is gekozen. Hierdoor gaat er geen tijd verloren aan het detailleren van concepten die uiteindelijk niet uitgewerkt gaan worden.

De concepten zijn opgesteld aan de hand van een morfologisch schema dat de geselecteerde oplossingen op de vier probleemstellingen uit het voorgaande hoofdstuk bevat. Dit schema is te vinden in bijlage B2.

In afbeelding 26 is het verloop van de conceptfase schematisch te zien. Er zijn vier concepten opgesteld waarvan er één is gekozen om uit te werken. Die keuze is uitgevoerd aan de hand van toetsing aan het Programma van Eisen. Uit de toetsing komt een voorstel naar voren welk concept het meest geschikt is om uit te werken. Daarnaast zijn alle concepten samen met de opdrachtgever geanalyseerd om tot een definitieve keuze te komen. De conceptkeuze wordt verder toegelicht na het presenteren van de concepten op de volgende bladzijden.

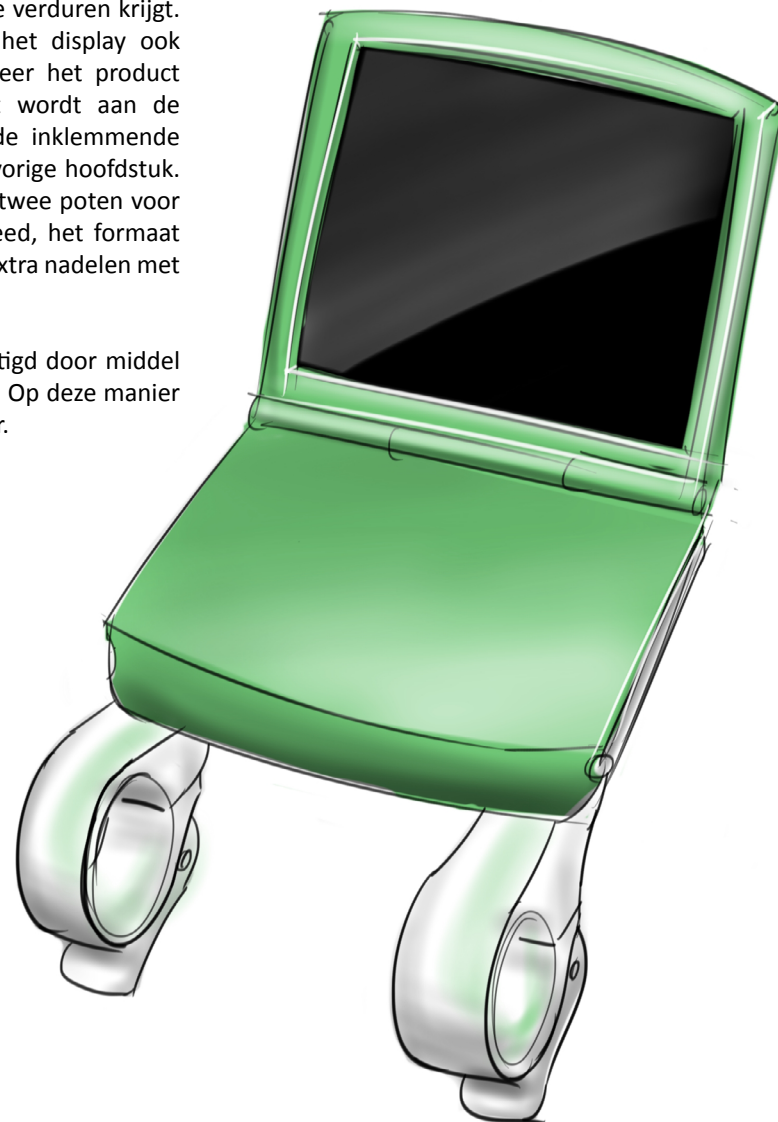


Afbeelding 26: De tweede fase van het ontwerpproces.

## Concept 1

Het eerste concept maakt gebruik van de inklapbare indeling van interne onderdelen in combinatie met de vaste bracket met twee poten. Deze bracket moet op het midden van het stuur worden geplaatst met een poot aan weerszijden van de stuurklem. Hierdoor wordt het display, wanneer het gebruikt wordt op een e-bike, achter de monitor van de e-bike geplaatst. De combinatie met de inklapbare indeling zorgt er echter voor dat de poten van de bracket niet heel lang hoeven te zijn om het display toch nog zichtbaar te houden. Het zwaartepunt blijft daardoor relatief dicht bij het stuur (de accu is het zwaarste onderdeel) waardoor de bevestiging aan het stuur minder te verduren krijgt. Doordat dit model inklapbaar is, is het display ook beschermd tegen beschadiging wanneer het product niet gebruikt wordt. De display-unit wordt aan de bracket bevestigd door middel van de inklemmende beugel zoals die is beschreven in het vorige hoofdstuk. Omdat er gebruik wordt gemaakt van twee poten voor de stabiliteit is de bracket toch al breed, het formaat van deze bevestiging brengt dus geen extra nadelen met zich mee.

De bracket wordt aan het stuur bevestigd door middel van de flexibele bevestiging met hevel. Op deze manier is de vaste bracket toch nog verstelbaar.



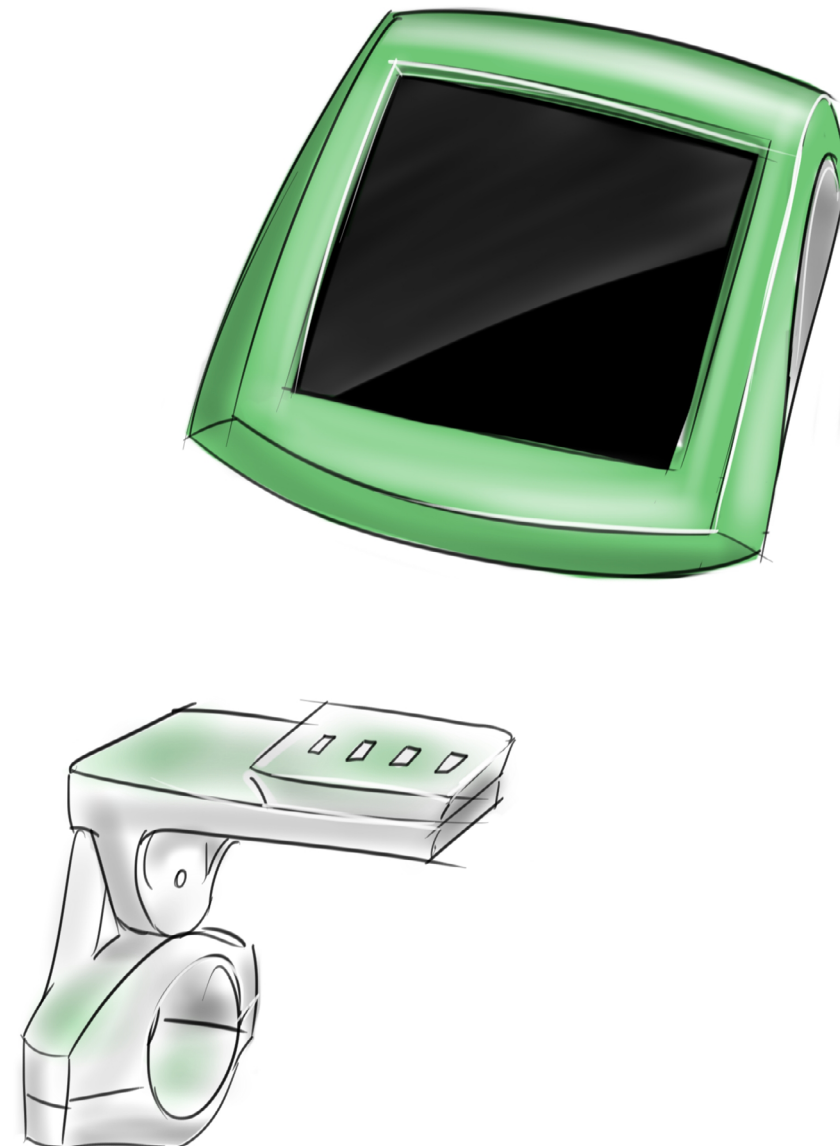
Afbeelding 27: Concept 1.

## Concept 2

Het tweede concept maakt gebruik van de gestapelde indeling van interne onderdelen in combinatie met de verstelbare bracket met 1 poot. De display-unit moet zo dicht mogelijk bij het stuur worden gehouden in verband met trillingen. Daardoor is er minder ruimte voor de positionering (dichter bij het display van e-bikes, dicht bij de stuurbocht). Een manier om de DU in verschillende posities te kunnen plaatsen is dus noodzakelijk om niet in de problemen te komen met de plaatsingsruimte. Daarom is er dus gekozen voor de bracket met scharnierpunt.

Naast positioneringsvrijheid biedt deze bracket ook veel stevigheid in de vorm van een groot raakvlak in het scharnierpunt. Gezien de bracket versteld kan worden met het scharnierpunt, is verstelbaarheid in de bevestiging aan het stuur niet nodig. Er is daarom gekozen voor een vaste bevestiging met twee halve cirkels, zoals beschreven in het vorige hoofdstuk. De bracket kan hiermee stevig worden vastgezet zonder verlies van klemmende kracht.

Om de bracket zo compact mogelijk te houden is gekozen voor het wigvormige blok als bevestiging van de DU.

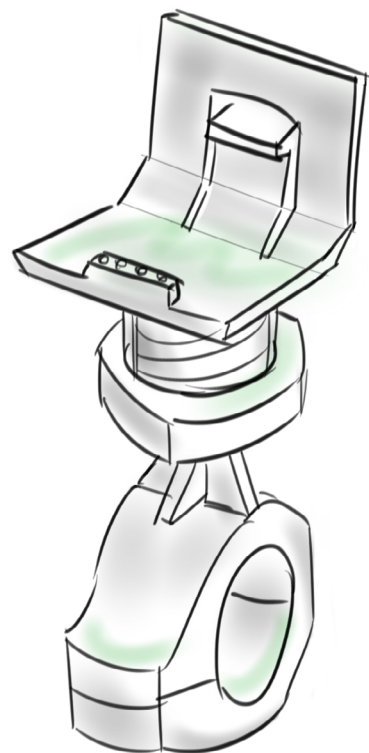


Afbeelding 28: Concept 2.

## Concept 3

Het derde concept maakt ook gebruik van de gestapelde indeling van interne onderdelen. Er is in dit concept echter gekozen voor de bracket met kogelgewricht. Deze bracket biedt de grootste vrijheid van plaatsing op het stuur en is daarom een zeer aantrekkelijke keuze om uit te werken. Net als in het tweede concept brengt deze vrijheid met zich mee dat de bevestiging aan het stuur niet verstelbaar hoeft te zijn. Er is daarom ook hier gekozen voor de bevestiging met twee halve cirkels. Gezien de nek van de kogel in deze constructie het zwakste punt is, is het ook noodzakelijk om deze zo sterk mogelijk te maken. Dit kan onder andere worden bereikt door de bracket inclusief bevestiging breed te maken, wat goed mogelijk is met deze manier van bevestigen.

Voor de bevestiging van de DU is in dit concept gekozen voor een platte steun (zie afbeelding). De socket in de behuizing waar deze steun in wordt bevestigd neemt niet veel ruimte in de diepte. De behuizing kan hiermee dus relatief plat blijven en toch stevig worden bevestigd aan de bracket.



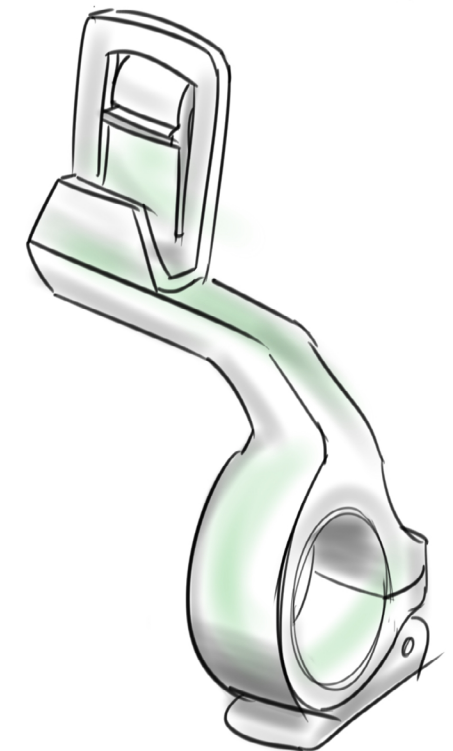
Afbeelding 29: Concept 3.

## Concept 4

Het vierde concept maakt gebruik van een gescheiden indeling: de accu bevindt zich in een behuizing los van het display (met PCB). Het display is daardoor heel dun en licht in vergelijking met de andere concepten, wat een stuk eleganter staat op het stuur.

De indeling van de bracket die het best bij dit elegante en lichte uiterlijk past is de niet-verstelbare monopod. Deze heeft een minder statisch uiterlijk dan de stabielere tweepoot, maar biedt toch voldoende stabiliteit vanwege het lage gewicht van het display. Daarnaast is gekozen voor de platte steun als bevestiging van de DU, omdat hierdoor de behuizing dun kan blijven. Om het geheel toch verstelbaar te maken is hier gekozen voor de flexibele stuurbevestiging met hevel.

De accu bevindt zich zoals gezegd in een aparte behuizing. Deze is gecombineerd met de camera, zodat er toch een minimale hoeveelheid aan aparte eenheden is. De accu moet echter wel los te nemen zijn van de fiets in verband met diefstal, maar dit kan gecombineerd worden met de mogelijkheid dat de DU en de accu als deksels op elkaar passen, zodat het display beschermd is wanneer het product niet gebruikt wordt.



Afbeelding 30: Concept 4.

## 4.2 Conceptkeuze

**D**e conceptkeuze is gebeurd door middel van toetsing aan de hand van het PvE. Er is een keuze gemaakt voor het concept dat de meeste potentie biedt voor een goed ontwerp. Deze keuze is in een vergadering met de opdrachtgever en een deskundige op het gebied van kunststoffen, Anton van den Hoorn, voorgesteld. Alle concepten zijn gepresenteerd en één voor één beoordeeld op functionaliteit en produceerbaarheid. Aan het eind van de vergadering is een definitieve keuze gemaakt voor het concept dat uitgewerkt gaat worden.

### Toetsing concepten

De hoofdzaak in het ontwerpproces is dat de ontwerpen voldoen aan het programma van eisen. Aan een aantal eisen uit het opgestelde Programma van Eisen en Wensen wordt echter al voldaan met de keuze van interne onderdelen. Gezien deze keuze vast staat hoeft tijdens het ontwerpproces niet intensief rekening gehouden te worden met deze eisen. Deze eisen zijn als volgt:

Displaykeuze (eis 2, 3 en 6):

- Het beeldscherm moet af te lezen zijn in alle weersomstandigheden.
- Het beeldscherm moet in het donker af te lezen zijn.
- De elektronica van het product moet bestand zijn tegen trillingen die ontstaan door een hobbelig wegdek.

Accukeuze (eis 19 en 20):

- Het product moet een batterijduur hebben van ten minste 8 uur.
- Het product moet tussen het gebruik door ten minste 8 uur uitgeschakeld kunnen zijn zonder verlies van accuspanning.

De overige eisen moeten dus wel tot uiting komen middels ontwerpkeuzes. In de tabel in bijlage B1 is per eis aangegeven in welke mate de concepten voldoen aan de gestelde eisen. Bij een aantal eisen staat AVD, dit betekent dat de voldoening van deze eisen nog niet kan worden gewaardeerd omdat dit afhankelijk is van de detaillering. Het niveau van diepgang van de concepten is nog niet genoeg om deze eisen te beoordelen. In de detaillering zal dus alléén voor het gekozen concept gericht een oplossing worden gezocht om aan deze eisen te voldoen. Daarnaast zijn er een aantal eisen opengelaten, dit komt omdat deze eisen in de loop van het project veranderd zijn of zijn komen te vervallen. Een aangepast PvE is te vinden in bijlage C12.

### Voorstel

Uit de tabel blijkt al snel dat er twee concepten zijn die aan zo goed als elke eis voldoen: concept 2 en 3. Deze concepten hebben een vrijwel identieke score, dit komt omdat de concepten ook veel op elkaar lijken. Het belangrijkste onderscheid wordt gemaakt door de bewegingsvrijheid van de concepten. Gezien deze bij concept 3 het grootste is, en gezien dit een van de belangrijkste beoordelingscriteria is, gaat de voorkeur voor uitwerking uit naar concept 3.

Op de volgende bladzijde is de beoordeling per concept toegelicht.

### Concept 4

Bij de keuze van het concept is het vooral belangrijk om te kijken naar welk concept gebruikt kan worden op zo veel mogelijk fietsen. De plaatsingsvrijheid is dus van groot belang.

Vanwege het feit dat in concept 4 gebruik wordt gemaakt van een korte niet-verstelbare monopod, is deze niet zonder meer op elke fiets te gebruiken. Gezien er veel verschil is in de vorm van de sturen en hierin geen regelmaat is of richtlijnen voor zijn, kan de plaatsing belemmerd worden.

Daarnaast moet voor dit concept een extra behuizing geproduceerd worden voor de losse accu. Gezien er geen groot budget is voor de productie wil de opdrachtgever zo min mogelijk losse onderdelen gebruiken. Dit is ook een belangrijke reden om niet voor dit concept te kiezen.

Ten slotte moet er een extra handeling worden uitgevoerd voor- en na gebruik: het plaatsen (en afnemen) van de accu. Ook dit is een reden om van dit concept af te zien.

Een reden om wél voor dit concept te kiezen is het feit dat dit het meest compacte ontwerp is. Dit weegt echter niet op tegen de genoemde nadelen, daarom zal dit concept niet worden uitgewerkt.

### Concept 1

De combinatie van het uitklapmodel met de tweepotige bracket maakt het mogelijk om dit ontwerp zonder problemen wat betreft de zichtbaarheid te gebruiken op e-bikes. Een groot probleem bij dit ontwerp is echter de ruimte op het rechte stuk van het stuur. De brackets van de monitors op e-bikes verschillen nogal in breedte. De Innova van Bosch die op veel fietsen wordt gebruikt is een voorbeeld van een compacte monitor die genoeg ruimte over laat voor andere apparaten op het stuur. De Sparta ION modellen maken echter gebruik van een hele brede bracket waardoor er niets meer op het rechte stuk van het stuur geplaatst kan worden; waar de bracket eindigt begint direct de stuurbocht. De tweepotige bracket kan dus niet op elke fiets uit de doelgroep gebruikt worden.

Daarnaast vereist dit model een complexere behuizing. In plaats van 2 delen bij de gestapelde indeling vereist de inklapbare indeling ten minste 4 delen. Om deze redenen wordt concept 1 niet uitgewerkt.

### Concept 2

De balans tussen plaatsingsvrijheid en stabiliteit maakt concept 2 een aantrekkelijke keuze om uit te werken. Het scharnierpunt maakt het mogelijk dat het display in verschillende standen geplaatst kan worden om zowel de juiste inijkhoek mogelijk te maken als te voorkomen dat het in botsing komt met andere apparatuur. Daarnaast kan dit scharnierpunt met een groot raakvlak gemaakt worden waardoor er geen verlies is van stabiliteit.

Een probleem bij deze bracket is echter dat het alleen maar op het rechte stuk van het stuur geplaatst kan worden. Omdat het scharnierpunt maar om één as roteert, kan het niet in de stuurbocht geplaatst worden wil men nog op het display kunnen kijken.

### Concept 3

Dit concept is als enige in staat om overal op het stuur geplaatst te worden en daarmee het best bruikbaar op alle fietsen uit de doelgroep. Een nadeel aan dit concept is dat het niet precies in het midden van het stuur geplaatst kan worden, iets dat alle andere concepten wel kunnen. Echter, wanneer het op een e-bike gebruikt wordt welke beschikt over een monitor, is dit toch niet mogelijk.

De universele bruikbaarheid van dit concept maakt het de meest geschikte keuze om uit te werken tot prototype.

### Conclusie

De keuze is dus gevallen op concept 3. De uitdaging bij deze keuze ligt vooral bij het ervoor zorgen dat de bracket stevig genoeg is om de relatief zware gestapelde indeling te kunnen dragen. Daarnaast moet er voor worden gezorgd dat de inklemming bij de kogel genoeg frictie veroorzaakt om zijn positie vast te kunnen houden. Dit alles moet verwerkt worden in een geheel dat voor het oog aantrekkelijk is.

# DETAILLERING

# H5

## 5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe het gekozen concept wordt vertaald naar een gedetailleerd eindontwerp. Met het conceptontwerp worden een aantal deelproblemen die in de ideefase zijn opgesteld aangepakt. Bij de uitwerking komen echter een aantal nieuwe deelproblemen tot stand. De detaillering bestaat uit het vinden en kiezen van oplossingen voor deze deelproblemen om zo een eindontwerp te realiseren dat voldoet aan het PvE.

Om het detailleringsproces te verduidelijken moeten het concept eerst nader toegelicht worden. Het conceptontwerp bestaat uit 6 onderdelen:

- **Bracket ring:** de onderste halve cirkel waarmee de bracket aan het stuur wordt bevestigd.
- **Bracket kogel:** de bovenste halve cirkel waarmee de bracket aan het stuur wordt bevestigd, welke is voorzien van de kogel voor het kogelgewicht.
- **Voetstuk:** de steun waar de DU op bevestigd wordt, welke is voorzien van de cilinder voor het kogelgewricht.
- **Moer:** de moer waarmee het kogelgewricht wordt vastgezet.
- **Behuizing achterkant:** de achterste helft van de behuizing welke aan het voetstuk bevestigd wordt.
- **Behuizing voorkant:** de voorste helft van de behuizing.

Deze onderdelen worden in dit hoofdstuk afzonderlijk behandeld. Bij de uitwerking van de behuizing zal blijken dat er nog een onderdeel bij komt. Dit wordt toegelicht in paragraaf 5.5.

In bijlage C1 is een eerste ontwerpversie te vinden van de zes voorgenoemde onderdelen. Deze ontwerpen zijn gemaakt zodat er een kostenschatting gemaakt kon worden voor de matrijzen die bij het spuitgieten van de onderdelen gebruikt worden. De ontwerpen zijn losjes gebaseerd op de vormgeving die in paragraaf 5.2 wordt toegelicht en vormen de basis voor de gedetailleerde eindontwerpen.

Naast de drie interne onderdelen die eerder in dit verslag aan bod zijn gekomen, moet de behuizing plaats bieden aan nog drie onderdelen:

- **Schakelaar:** met deze waterdichte schakelaar wordt het product aan- en uitgeschakeld.
- **Socket Jack plug:** Voor de signaaloverdracht is dit onderdeel vereist. In paragraaf 5.4 wordt de signaaloverdracht tussen het voetstuk en de DU toegelicht.
- **Socket oplader:** Via deze socket wordt de accu opgeladen.

Rekening houden met deze drie onderdelen brengt een aantal vraagstukken met zich mee, dit zal in de volgende paragrafen worden uitgelegd. Afbeeldingen van deze onderdelen zijn te vinden in bijlage C2.

## 5.2 Vormgeving

**N**a de conceptkeuze is de volgende stap in het ontwerpproces het vaststellen van de vormgeving. Dit gebeurt voordat de volledig gedetailleerde uitwerking van het prototype plaatsvindt, zodat tijdens die uitwerking rekening kan worden gehouden met de vormgeving.

Ten eerste is een vormstudie uitgevoerd van het zijaanzicht van het product. De zijkant geeft namelijk de meeste speelruimte voor de vormgeving. De voorkant moet compact om het beeldscherm sluiten, dat de grootste opvulling is van de voorkant, waardoor in het vooraanzicht dus minder vrijheid is. Er is daarom dus een groot aantal zijaanzichten gegenereerd in grove vormen, waarbij de vormkenmerken zijn gebruikt die in de doelgroepanalyse zijn opgesteld. Van deze zijaanzichten zijn er een aantal geselecteerd welke het best de uitgangspunten representeren en de meeste mogelijkheid bieden voor een aantrekkelijk eindresultaat. Deze uitgangspunten worden later in deze paragraaf nader toegelicht. De vormstudie van de zijaanzichten is te vinden in bijlage C3.

Bij de geselecteerde zijaanzichten zijn vervolgens een aantal vooraanzichten gegenereerd. Deze vooraanzichten zijn eveneens aan de hand van de opgestelde vormkenmerken vormgegeven. Uit deze vormstudies zijn per zijaanzicht één vooraanzicht geselecteerd welke samen een combinatie moeten vormen. De vooraanzichten sluiten overigens niet naadloos aan de zijaanzichten. Dit is bewust gedaan om niet meteen volledig vast te klampen aan de vormen zoals deze zijn getekend. Het product moet immers vanuit alle hoeken een geheel vormen en niet eruit zien alsof er twee niet-overeenkomende vlakken aan elkaar zijn geplakt. De vormstudie van de vooraanzichten is te vinden in bijlage C4.

Het resultaat van deze twee vormstudies is een set van vier gekoppelde voor- en zijaanzichten. Uit deze vier is in overleg met de opdrachtgever een keuze gemaakt welke de uiteindelijke hoofdvorm beschrijft. De keuze wordt later in deze paragraaf toegelicht.

### Uitgangspunten vormgeving

Bij het vormgeven van het product is een aantal uitgangspunten gehanteerd. Ten eerste zijn de ontwerprichtlijnen die voortkomen uit de doelgroepanalyse gebruikt om de stijl van de hoofdvormen te bepalen. Bij de afbeeldingen 31 tot en met 34 is in de blauwe kaders aangegeven welke kenmerken tot uiting komen. In bijlage C5 zijn deze kenmerken nog eens uitgelicht op dezelfde manier als is gedaan met de vormgevingsanalyse uit paragraaf 2.1.

Daarnaast is de visie van de opdrachtgever zoals deze in de inleiding (hoofdstuk 1) is beschreven vertaald van woorden naar vormgeving. De kernwoorden die hierbij een grote rol spelen zijn veiligheid en functionaliteit. Gezien het product dat ontworpen wordt het eerste product is van de opdrachtgever, kan op deze manier 'Brand value' worden gecreëerd. Dit wil zeggen dat met de vormgeving van het product bepaalde waarden worden gevisualiseerd waarmee het bedrijf zich kan identificeren (Eggink & Mulder-Nijkamp, 2013).

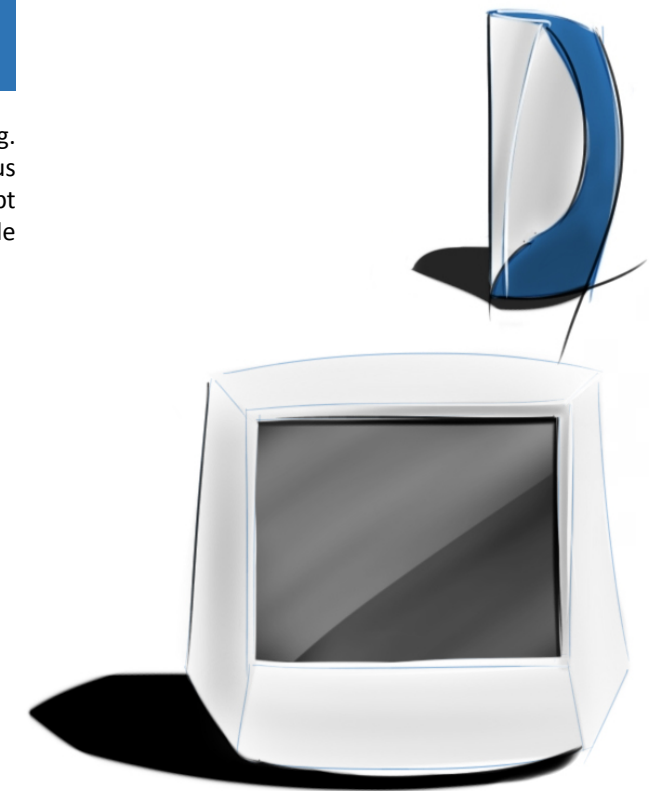
Ten slotte is gebruik gemaakt van betekenisgeving door middel van vormgeving. De betekenis van het product is 'veiligheid bevorderen'. In de vormgeving moet 'veiligheid' dus gevisualiseerd worden.

Hoe deze drie uitgangspunten zijn verwerkt wordt nu voor de vier gekozen vormgevingsconcepten toegelicht.

- Flauwe krommingen
- Gehoekte lijnen
- Uitlopende diktes

Het eerste concept heeft een no nonsense-uitstraling. De voorkant is minimalistisch vormgegeven, de focus ligt dus op functionaliteit. Veiligheid wordt in dit concept vormgegeven door de 'omarming' van de achterzijde door middel van de vleugels van de voorzijde.

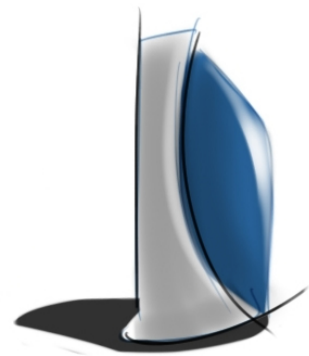
Afbeelding 31 (rechts): Conceptvorm 1.



Afbeelding 32 (links): Conceptvorm 2.

- Flauwe krommingen
- Rondingen
- Gehoekte lijnen

Net als concept 1 is heeft het tweede concept een minimalistisch vormgegeven voorkant waardoor de focus op functionaliteit ligt. Het uiterlijk is echter wel iets opvallender dan concept 1 vanwege de breedte. Veiligheid wordt ook hier vormgegeven door de beschermende uitstraling van de omarmende vleugels van de voorzijde.



- Flauwe krommingen
- Rondingen
- Uitlopende diktes

Ronde, bumperachtige vormen geven de uitstraling dat dit derde concept stootvast is. Deze beschermende elementen visualiseren dus een zekere mate van veiligheid. Dit ontwerp is een stuk opvallender dan de ontwerp 1 en 2. Maar waar in concept 1 en 2 functionaliteit wordt uitgestraald door onopvallendheid van de vormgeving, wordt in dit ontwerp juist door middel van opvallendheid de aandacht gevestigd op de bumpers en dus de beschermende functionaliteit van het product.

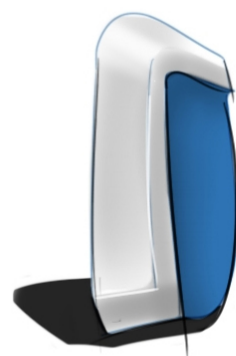
Afbeelding 33 (links): Conceptvorm 3.



Afbeelding 34 (rechts): Conceptvorm 4.

- Flauwe krommingen
- Rondingen
- Gehoekte lijnen
- Uitlopende diktes
- Dubbele lijnen

Het vierde concept is het enige ontwerp dat alle vormkenmerken uit de doelgroepanalyse bevat. Het ontwerp is wat opvallender dan concept 3, maar tegelijkertijd speelser dan concepten 1 en 2. Ondanks dat is het uiterlijk strak en zonder onnodige tierlantijnen, waardoor de focus ligt op functionaliteit. De beschermende vorm van de overkapping aan de bovenzijde geeft het ontwerp daarnaast een uitstraling van veiligheid.



## Keuze vormgeving

In overleg met de opdrachtgever is een keuze gemaakt voor de vormgeving die uiteindelijk wordt toegepast in het eindontwerp. Hierbij zijn de aspecten in overweging genomen zoals deze hiervoor zijn toegelicht.

Alle concepten voldoen in zekere mate aan de opgestelde ontwerprichtlijnen. Er is echter maar één concept dat aan alle uitgangspunten voor de vormgeving voldoet: concept 4. Vanuit het ontwerptechnisch perspectief is dit dus de meest voor de hand liggende keuze.

De opdrachtgever heeft daarnaast voorkeur uitgesproken voor de strakkere, minimalistische vormgevingen van concepten 1, 2 en 4. Concept 1 is volgens de opdrachtgever echter te statisch en valt daarom af. Van de overgebleven concepten 2 en 4 komen bij de laatste de uitgangspunten het best naar voren en is de uitstraling net wat aantrekkelijker zonder te opvallend te worden. Ook voor de opdrachtgever gaat de keuze dus uit naar concept 4.

Concept 4 beschrijft dus de hoofdvorm welke in het uiteindelijke ontwerp wordt gebruikt.

## Detailtering vormgeving

De gestapelde indeling van de interne onderdelen zorgt ervoor dat het product behoorlijk dik zal zijn. De onderdelen hebben samen een dikte van 34 mm. Deze dikte zal inclusief behuizing nog een aantal millimeter dikker worden. Om ervoor te zorgen dat het product voor het oog toch nog elegant is, moet dus met de vormgeving gespeeld worden om het product dunner te laten lijken dan het eigenlijk is.

Een voorbeeld van een product waar dit ook wordt gedaan is de iMac van Apple. Het nieuwste model van de iMac wordt gepresenteerd door Apple als volgt:

“Het mooiste beeldscherm dat we ooit voor een desktopcomputer hebben gemaakt, [...]. Toch is hij aan de randen nog steeds maar 5 mm dik.”

De kern zit in de passage “aan de randen”. In afbeelding 35 is de iMac te zien vanuit een hoek schuin van opzij. Het lijkt vanuit deze hoek dat de iMac inderdaad maar 5 mm dik is. Als je hem echter van de zijkant ziet, zie je dat het product in werkelijkheid een heel stuk dikker is. Door de rand dun te maken en geleidelijk te laten overlopen in het dikste stuk, is vanuit de meeste hoeken

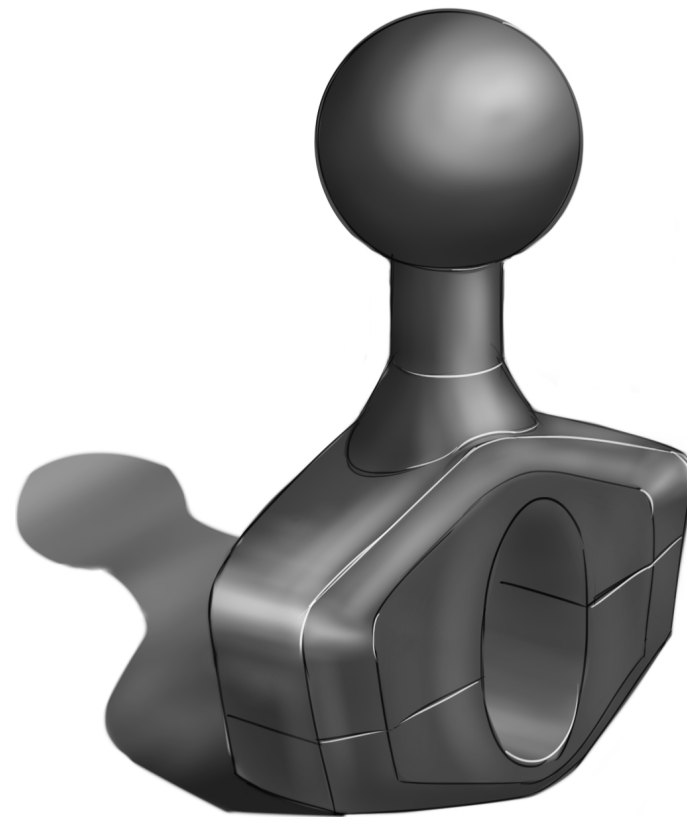
waar het product bekeken wordt (recht van voren, schuin van opzij en schuin van boven) niet te zien hoe dik het product in werkelijkheid is. Dit maakt het uiterlijk slank en elegant. Van dit principe wordt gebruik gemaakt in de vormgeving van het ontwerp.



Afbeelding 35: de Apple iMac schuin van opzij. Vanuit deze hoek lijkt het alsof hij maar 5mm dik is.

In afbeelding 37 op de bladzijde hiernaast is de uitgewerkte hoofdvorm te zien. De voorzijde met zijn platte vlakken en overkapping aan de bovenkant geven het product een beschermde uitstraling, terwijl de vloeiende, ronde achterkant voor onopvallendheid zorgt. De smalle rand tussen de twee delen van de behuizing moet zorgen voor het visuele effect van waargenomen dikte zoals hiervoor is beschreven.

Aansluitend bij de vormgeving van de behuizing is een vormstudie uitgevoerd voor de vorm van de bracket. De hoofdvorm is vastgelegd in de behuizing, waardoor er minder vormvrijheid overblijft voor de bracket. Dit is echter geen probleem, gezien hierdoor de verschillende onderdelen meer een geheel vormen. Gezien het voetstuk grotendeels verdwijnt in de achterzijde van de behuizing valt deze buiten beschouwing voor de vormgeving. De vormstudie voor de bracket is te vinden in bijlage C6.



Afbeelding 36: De uitgewerkte vormgeving van de bracket.

In afbeelding 36 hieronder is ook de uitgewerkte vormgeving van de bracket te zien. De vormelementen die hierin duidelijk terugkomen zijn de platte vlakken die gehoekt aan elkaar grenzen en de afrondingen aan de voor- en achterkant die overeenkomen met de afronding naar de overkapping in de behuizing.



Afbeelding 37: De uitgewerkte vormgeving van de behuizing.

## 5.3 Uitwerking Bracket

**N**u de vormgeving vastligt kan de detaillering van elk onderdeel beschreven worden. Dit wordt in deze en de hieropvolgende paragrafen gedaan.

Het bracket oogt misschien als een eenvoudig onderdeel, maar door het kogelgewricht wordt het onderdeel vrij gecompliceerd. De afmetingen van het onderdeel hangen sterk af van de afmetingen van de kogel en de nek waar deze op staat. Deze afmetingen zijn op hun beurt afhankelijk van belastingen in bepaalde gebruikssituaties. Er is voor de detaillering van de bracket dus een ontwerpstudie uitgevoerd om de ideale afmetingen te bepalen.

### Stap 1: Modelleren

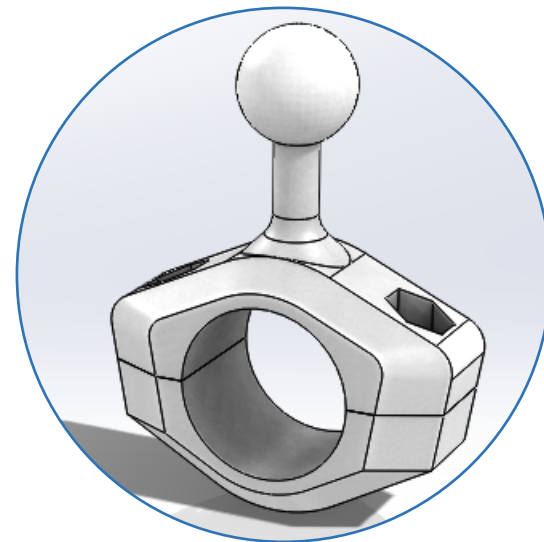
Voor deze ontwerpstudie is een eerste versie gemodelleerd van het onderdeel (zie afbeelding 38). De afmetingen van dit model zijn gebaseerd op een aantal vaste waarden in combinatie met inschattingen van de meest ideale afmetingen.

De vaste waarden zijn als volgt: de diameter van de stuurklem is 24mm, zodat deze gebruikt kan worden op alle sturen met een diameter van 22.2mm in combinatie met een rubberen antislip-laag met een dikte van 1mm. De breedte van de klemverbinding aan het stuur is 20mm. Deze afmeting maakt het mogelijk om de bracket op de meeste sturen naast de stuurpen te bevestigen. Een bredere klem is stabiel, maar is vrijwel alleen maar in de stuurbocht te plaatsen. De gaten voor de schroefverbinding tussen de twee delen zijn gemodelleerd met de afmetingen van een M4-moer en bout. Het gat voor de bout zit in de onderste helft, zodat deze gemakkelijk bereikbaar is met een schroevendraaier of inbussleutel.

De ingeschatte waarden zijn als volgt: de nek waar de kogel op rust is ongeveer 15mm hoog, exact 40mm van het middelpunt van de kogel tot het middelpunt van de

stuurbevestiging. Deze afmeting maakt het mogelijk dat de DU in een hoek van 45 graden geplaatst kan worden zonder het stuur te raken. De dikte van de nek is beschreven door een hoek vanuit het middelpunt van de kogel: 45 graden. Deze dikte van de nek is nodig om een plaatsingshoek van 45 graden te bereiken. De kogel heeft een diameter van 16mm, uit de simulatie zal moeten blijken of dit groot genoeg is om de belastingen te kunnen weerstaan.

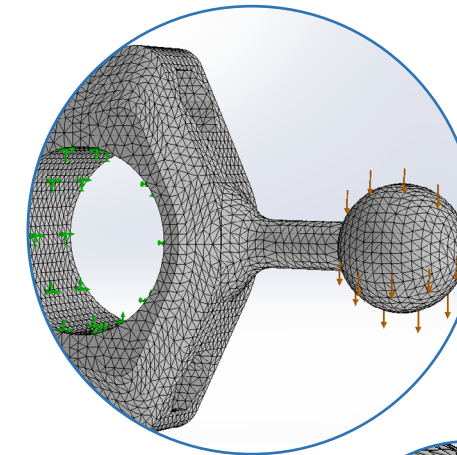
De overige afmetingen zijn gemodelleerd zodat ze overeenkomen met de vormgeving zoals deze voortkomt uit de vormstudie. Deze afmetingen zijn vooral cosmetisch en hebben geen technische functie. Het materiaal dat aan het model is toegekend is ABS. De reden dat voor dit materiaal is gekozen wordt toegelicht in hoofdstuk 6. De materiaaleigenschappen zijn nodig voor het uitvoeren van de simulaties.



Afbeelding 38: De bracket voor de eerste simulatie.

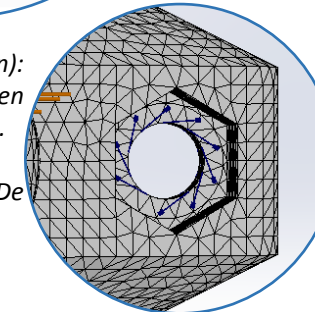
### Stap 2: Simulatie voorbereiden

In afbeelding 39 en 40 is te zien hoe het model is voorbereid op de gebruikssimulatie. Het raakvlak aan het stuur is gemodelleerd als gefixeerde geometrie om de klemverbinding te simuleren. De schroefgaten zijn bevestigd met een bout/moer combinatie met een axiale kracht van 10N. Op de kogel is een lading aangebracht van 20N: een geschatte massa van ruim 200 gram van de DU met een versnelling van 10G. Deze waarden simuleren een extreem geval van belasting in de minst ideale positie en richting.



Afbeelding 39 (boven): De inklepping van- en belasting op de bracket.

Afbeelding 40 (rechts): De schroefverbinding.



### Stap 3: Simulatie uitvoeren en resultaten interpreteren

In bijlage C7 zijn de resultaten te zien van de eerste simulatie. De maximale verplaatsing in het model is 0,6mm. Dit is niet veel, maar het doel is om de verplaatsing (lees: trillingen waardoor het scherm minder leesbaar wordt) zo klein mogelijk te krijgen. Elk beetje wat hier nog van af kan is dus meegenomen.

De maximale spanning is 16,2MPa. Dit betekent dat er sprake is van een safety factor van 1,85 (de treksterkte van ABS is 30MPa). Deze spanningspiek bevindt zich in de basis van de nek (dit is te zien in de bijlage). Er is al een afronding aangebracht om de spanning op dit punt te verlagen. Toch is de safety factor te laag: een minimale safety factor van 2,0 is gewenst.

De nek zal dus korter of dikker moeten worden, of een combinatie hiervan. Het doel van de ontwerpstudie is het vinden van de ideale combinatie van lengte en dikte van de nek om een safety factor van minimaal 2,0 te bereiken en de maximale verplaatsing zo laag mogelijk te houden.

### Stap 4: Ontwerpstudie voorbereiden

Om een nauwkeuriger resultaat te verkrijgen is eerst de massa van de DU nauwkeuriger bepaald. Dit is gedaan door een eenvoudig model van de behuizing te maken en daarvan de massa te berekenen. De massa van de interne onderdelen in de DU is al bekend (206g). Uit het resultaat blijkt dat de DU een massa heeft van in totaal 250 gram bij benadering (de massa van de behuizing zal nog variëren vanwege de vormgeving). Dit betekent dat de belasting in de simulatie verhoogd wordt naar 25N.

De ontwerpstudie is uitgevoerd met verschillende parameters. Deze zijn als volgt:

De lengte van de nek is gevarieerd van 34mm tot 40mm in stappen van 2mm. Het heeft geen nut om de nek langer te maken, bij een lengte van 40mm kan de DU geplaatst worden in een hoek van 45 graden zonder problemen. Meer beweegbaarheid dan dat is niet van belang. In deze studie is dus gezocht naar eventueel een kortere lengte om de spanningen en verplaatsing te verlagen, wat wel ten koste gaat van de beweegbaarheid.

Daarom is naast een kortere nek ook gekeken naar de dikte van de nek: de dikte van nek is gevarieerd van 22.5 graden tot 30.5 graden in stappen van 1 graad. Een smallere nek dan 45 graden (22.5 is de variabele in Solidworks en bepaalt de helft van de dikte) heeft net als een langere nek dan 40mm geen toegevoegde waarde wat betreft de beweegbaarheid. Er is daarom gevarieerd met een dikkere nek om een optimaal beweegbaar resultaat te krijgen dat de spanningen aan kan en niet te veel verplaatsing geeft.

Ten slotte is gevarieerd met de dikte van de kogel: een smallere kogel betekent een smallere nek en dus meer spanningen, er is dus alleen naar grotere diktes gekeken. De dikte van de kogel is gevarieerd van 16mm tot 20mm in stappen van 1mm.

### Stap 5: Resultaten evalueren en afmetingen besluiten

De gewenste minimale safety factor is vastgesteld op 2.0. Dit betekent dat de maximale spanning, onder belasting van 25N, 15MPa mag bedragen.

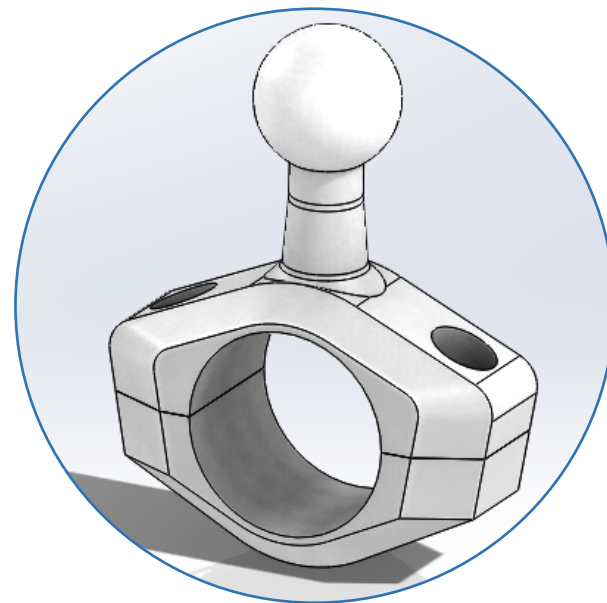
Bij de keuze van de definitieve afmetingen van de bracket is dus gezocht naar een situatie waarbij de maximale spanningen kleiner dan of gelijk zijn aan 15MPa. Hierbij is de bewegingsvrijheid het belangrijkste: de voorkeur ligt dus bij een situatie waarbij de lengte van de nek 40mm is en de dikte van de nek 22.5 graden, zoals in het originele ontwerp. Er is daarom eerst gekeken of deze afmetingen, in combinatie met een dikkere kogel, deze grens bereiken.

Uit de resultaten van de design study is gebleken dat met een nek lengte van 40mm, een nek dikte van 22,5 graden en een kogeldikte van 18mm een maximale spanning van 14.9 MPa wordt bereikt: een safety factor van meer dan 2.0. Deze afmetingen zijn dus acceptabel om de belastingen aan te kunnen en maken vrije beweging van de DU mogelijk. De maximale verplaatsing met deze afmetingen is 0,55mm. De resultaten van de simulatie met deze afmetingen zijn te vinden in bijlage C8.

### Overige ontwerpkeuzes

De gaten voor de moer/bout combinatie zijn omgewisseld om cosmetische redenen: het is minder onaantrekkelijk om de schroefkop in het zicht te hebben dan de moer met draadeinde. Het schroefgat is dus verplaatst naar de bovenste helft van de bracket. De gevolgen hiervan op de spanningsberekeningen zijn verwaarloosbaar klein.

De diameter van de stuurklem is daarnaast vergroot naar 26mm, zodat deze gebruikt kan worden op alle sturen met een diameter van 22.2mm in combinatie met een rubberen antislip-laag met een dikte van 2mm. Met een dunnere antislip-laag kan de bracket zelfs gebruikt worden op het kleine aantal sturen met een diameter van 25.4mm. Er is ten slotte gekozen om de nek voor een groter stuk taps toe te laten lopen om de spanningen en maximale verplaatsing verder te verkleinen. Hierdoor is de maximale spanning nog maar 10,6 MPa, wat neerkomt op een safety factor van ruim 2,8. De maximale verplaatsing is in dit model nog maar 0,35mm. De resultaten van de simulatie met deze afmetingen zijn te vinden in bijlage C9. In afbeelding 41 is het definitieve ontwerp van de bracket te zien.



Afbeelding 41: Het definitieve ontwerp van de bracket.

## 5.4 Uitwerking Voetstuk

In het conceptontwerp is vastgesteld dat het voetstuk een 'plat' onderdeel is dat gedeeltelijk in de behuizing van de DU zal verdwijnen. Er wordt voor de bevestiging aan de bracket gebruik gemaakt van een kogelgewricht en voor de bevestiging van de DU gebruik gemaakt van een klikverbinding. Er blijven echter een aantal probleemstukken over die met de detaillering worden opgelost. Deze probleemstukken worden in deze paragraaf toegelicht.

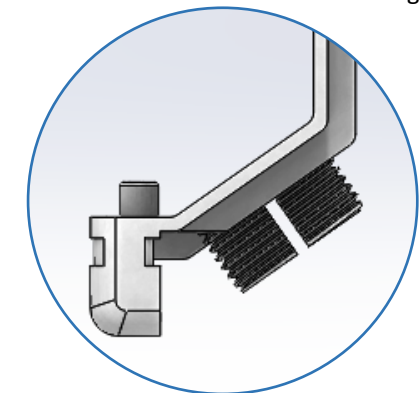
Hoe vindt de signaaloverdracht plaats tussen de camera en de DU?

In eerste instantie is ervoor gekozen om contactpunten in het voetstuk te verwerken die direct in verbinding staan met de kernen van de kabel van de camera. Deze contactpunten moeten na de bevestiging van de DU in contact komen met de elektronica van de DU, via soortgelijke contactpunten in de behuizing. De realisatie hiervan is echter vrij complex met het oog op productie. Een eenvoudigere oplossing is dus gewenst. De keuze is daarom gevallen op het gebruik maken van een bestaand onderdeel voor signaaloverdracht: een 3,5mm Jack plug. Deze plugs zijn gemakkelijk verkrijgbaar en ondersteunen voldoende kernen voor de benodigde overdrachten. Het enige obstakel bij deze keuze is om een manier te vinden om de plug zo in het ontwerp te integreren dat deze hetzelfde werkt als de contactpunten: een directe verbinding na het plaatsen van de DU zonder extra handelingen.

In het ontwerp is een omhulsel gemaakt in het onderste deel van het voetstuk waar de jack plug precies in past. De plug wordt parallel geplaatst aan de slede van de klikverbinding zodat deze niet beschadigd kan raken door foutieve bevestiging. In de 'schil' waar de Jack plug in valt is daarnaast een groef aangebracht waar een tie-wrap in komt om de jack plug op zijn plaats te houden. Hierdoor is de plug nog wel los te nemen zonder dat er

een schroefverbinding (en dus een extra onderdeel) aan te pas komt.

Vanwege de verticale plaatsing van de Jack plug is er veel ruimte vereist in de onderkant van de DU. De socket van de plug die zich in de DU bevindt mag immers niet in aanraking komen met het PCB, welke zich er direct boven bevindt. Hierover meer in paragraaf 5.5. Door de hogere plaatsing van de PCB ten gevolge van dit punt zou de overkapping van de behuizing een erg scherpe hoek maken, wat ten koste gaat van het uiterlijk van het product. Het voetstuk heeft daarom een schuine bodem gekregen (zie afbeelding 42) om te compenseren voor de verhoging. De keuze voor deze signaaloverdracht brengt dus significante aanpassingen aan het ontwerp van het voetstuk maar ook van de behuizing met zich mee.



Afbeelding 42: De schuine bodem van het voetstuk. Links is het omhulsel voor de Jack plug te zien.

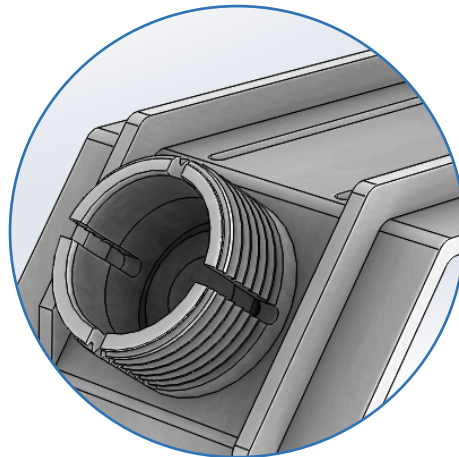
Hoe wordt ervoor gezorgd dat het voetstuk niet doorbuigt bij schokken?

Om doorbuigen en trillen te voorkomen zijn ribben aangebracht over de rug van het voetstuk. Deze ribben zijn zo geplaatst dat ze niet in de weg zitten voor het kogelgewricht. Daarnaast zijn ze weer niet te ver uit elkaar geplaatst, omdat ze dan in de weg zitten voor de inklemming bij de klikverbinding met de DU.

### Hoe wordt het kogelgewricht gerealiseerd?

Het principe van het kogelgewricht is dat de kogel van de bracket wordt ingesloten door een cilinder, waarbij een zo groot mogelijk raakvlak tussen de twee delen moet ontstaan. De cilinder wordt door middel van een moer samengeknepen waardoor het gewricht onbeweegbaar wordt.

De kogel heeft een diameter van 18mm. De binnendiameter van de cilinder is daarom vastgesteld op 17mm, zodat er een ronde uitsparing in de cilinder kan worden gemaakt met een groot raakoppervlak. De binnendiameter kan niet te klein zijn, omdat de kogel nog wel in de cilinder moet kunnen klikken. Deze klikverbinding gebeurt door de cilinder op te delen in vier kwarten met een ruimte van 2mm tussen elk kwart. De kwarten wijken van elkaar wanneer de kogel in de cilinder wordt gedrukt en vallen terug op hun plaats als de kogel op zijn plek is. De binnenste rand van de cilinder loopt iets taps af waardoor de kogel gemakkelijker erin gedrukt kan worden.



Afbeelding 43: De cilinder van het kogelgewricht. Ook de verstevigingsribben zijn hier duidelijk zichtbaar.

Ook de buitenrand van de cilinder loopt taps af. Dit heeft als functie dat het een klemmende werking veroorzaakt in combinatie met de taps toelopende moer die om de cilinder wordt gedraaid. Voor deze schroefverbinding is een schroefdraad aangebracht aan de cilinder. Er is gekozen voor een ISO standaard M22 x 1,5 schroefdraad, omdat deze – in combinatie met de wanddikte van het onderdeel – overeenkomt met de diameter van de kogel. De lage spoed (M22 x 1,5 is geclassificeerd als metrisch

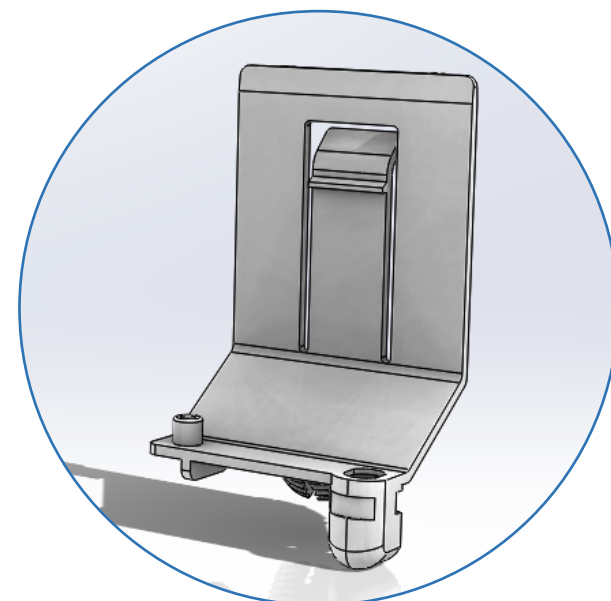
fijn) zorgt ervoor dat er eerst een relatief groot aantal omwentelingen moet worden gemaakt voordat de moer gaat klemmen. De belasting wordt zo verdeeld over een groot raakoppervlak. Het gebruik van de ISO-standaard heeft als voordeel dat de schroefdraad kan worden nabewerkt met een snijplaat, mocht deze niet meteen goed werken.

### Hoe wordt de klikverbinding gerealiseerd?

Het grootste deel van het voetstuk bestaat uit een slede met een bewegend deel. De slede haalt zijn stevigheid uit de ribben die over de rug lopen en wordt, wanneer de DU bevestigd wordt, volledig ingesloten door de behuizing van de DU. Het bewegend deel in het midden van de rug is voorzien van een weerhaak die in een holte in de behuizing valt. Aan de andere kant is een uitstekend vlak aangebracht om de verbinding gemakkelijk los te kunnen maken. De bovenkant van de slede is afgeschuind zodat deze gemakkelijker in de DU schuift.

### Overige ontwerpkeuzes

Op de bodem van het voetstuk is een cilinder geplaatst die in de socket van de oplader valt om voor extra stabiliteit en waterdichtheid te zorgen.



Afbeelding 44: Het definitieve ontwerp van het voetstuk. De slede met de klikverbinding vormt het grootste deel van dit onderdeel.

## 5.5 Uitwerking Moer

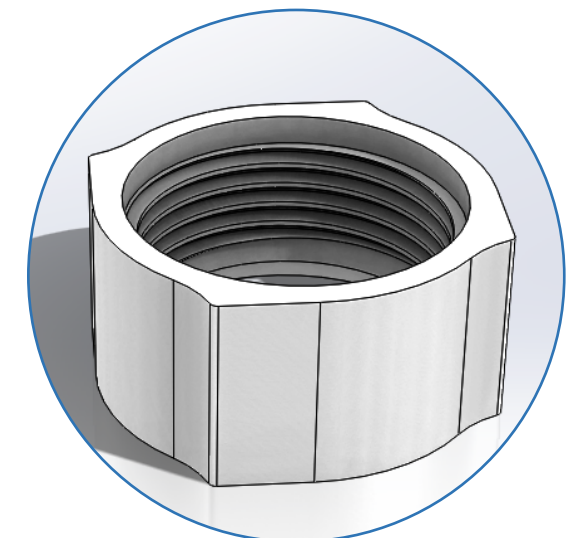
**D**e detaillering van de moer is grotendeels bepaald door de ontwerpkeuzes voor het voetstuk. De binnenkant is een exacte tegenvorm van de buitenkant van de cilinder waar hij omheen gedraaid wordt. De schroefdraad is logischerwijs aansluitend aan de cilinder: M22 x 1,5.

Om de klemmende werking mogelijk te maken loopt de schroefdraad van de moer niet volledig door tot aan de rand. Er is een ruimte van 2mm overgelaten om doordraaien mogelijk te maken wanneer de moer exact aansluit aan de cilinder. Het doordraaien zorgt uiteindelijk voor de klemming.

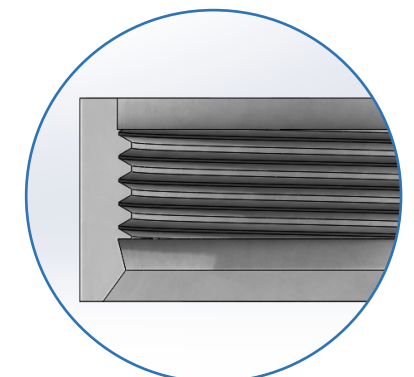
Aan de andere kant van de moer is een taps uitlopend deel aangebracht. Dit zorgt voor meer oppervlak dat vastgegrepen kan worden bij het vastdraaien van de moer. De reden dat dit taps uitloopt is zodat de moer niet in de weg zit wanneer het gewricht gekanteld wordt.

### Vormgeving

In de vormgeving zijn de richtlijnen meegenomen zoals die zijn opgesteld in de analysefase. Hierbij is echter wel gezorgd dat de vorm zo is dat de moer ergonomisch verantwoord met de hand kan worden aangedraaid. Er is gebruik gemaakt van gekromde vlakken die aan elkaar grenzen met gehoekte lijnen, waarbij verdiepingen zijn geplaatst vlak voor de grenzen. Deze verdiepingen bieden steun aan de vingers wanneer de moer wordt aangedraaid.



Afbeelding 45: Het definitieve ontwerp van de moer.



Afbeelding 46: Een doorsnede van de moer. Het taps toe- en uitlopende deel is aan de onderkant te zien.

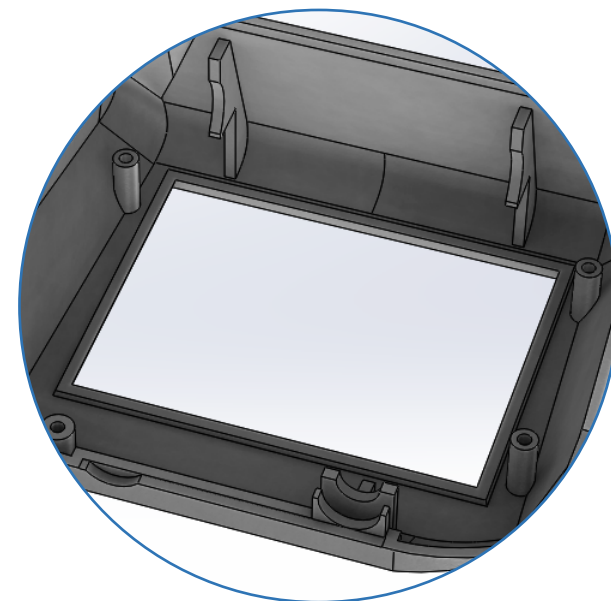
## 5.6 Uitwerking Behuizing

**D**e behuizing is het meest complexe deel van het product. In de detaillering moet worden gezorgd dat alle interne onderdelen in de behuizing passen en dat er geen problemen ontstaan zoals kortsluiting vanwege verkeerde plaatsing van de onderdelen. Het enige dat al in de conceptfase is vastgesteld voor de behuizing is de gestapelde indeling van de drie belangrijkste interne onderdelen. Er moeten daarnaast oplossingen worden gevonden voor een aantal probleemstukken die nog openstaan zodat er wordt voldaan aan het PvE. Deze probleemstukken worden in deze paragraaf toegelicht. Ter ondersteuning van de tekst zijn in bijlage C10 een aantal aanzichten van de behuizingsdelen te zien.

### Hoe wordt het display in de behuizing bevestigd?

Het is belangrijk dat het display goed op zijn plek zit, zodat het niet los kan trillen of water de behuizing binnen laat. Een logische oplossing om beide punten aan te pakken is om het display te verlijmen met de behuizing. Als er echter alleen gebruik wordt gemaakt van een lijmverbinding is het moeilijk om het display juist te positioneren tijdens de assemblage. Om de positionering goed te laten verlopen, kan gebruik worden gemaakt van ribben die het display op zijn plek houden.

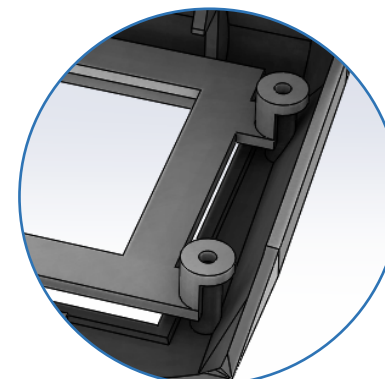
De uiteindelijke keuze voor de bevestiging van het display gaat echter nog een stap verder. Met het oog op de bevestiging van het PCB is gekozen om het display op zijn plek te drukken met behulp van een frame. De bevestigingspunten voor het frame (zie afbeelding 47) dienen als positioneringsribben voor het display. Voor de waterdichtheid wordt het display alsnog verlijmd met de behuizing. Om de lijmverbinding mogelijk te maken is er een opstekende rand aangebracht in de behuizing. Het display ligt dus iets verdiept (3mm) als het van de voorkant wordt bekeken. Deze opstekende rand dient tegelijkertijd als ribbe ter versteviging van de behuizing.



Afbeelding 47: De opstaande rand en de schroefpunten voor de bevestiging van het display.

### Hoe wordt het PCB in de behuizing bevestigd?

Het frame dat gebruikt wordt om het display op zijn plek te houden biedt de mogelijkheid om het PCB vast te schroeven. Gezien het PCB al is voorzien van schroefgaten maar kleiner is dan het display is dit de meest praktische oplossing.

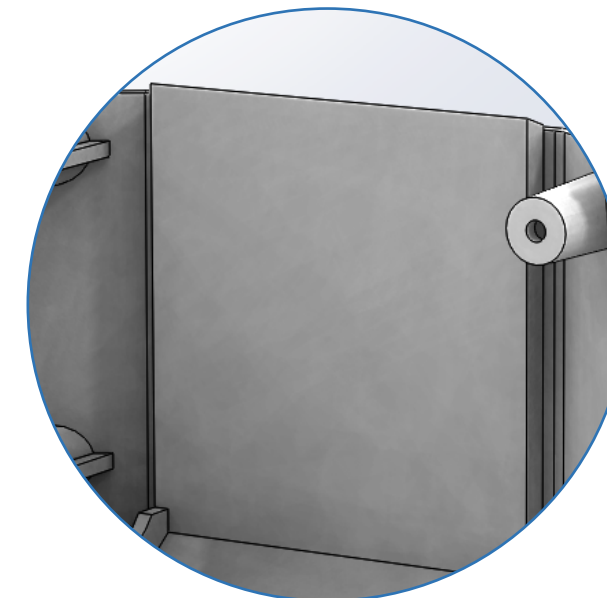


Afbeelding 48: Het frame drukt het display op zijn plaats en biedt de mogelijkheid om het PCB op vast te schroeven.

### Hoe wordt de klikverbinding met het voetstuk gerealiseerd in de behuizing?

Het is de bedoeling dat het voetstuk volledig in de behuizing wegvalt. Er moet in de behuizing dus een uitsparing worden aangebracht in de vorm van het voetstuk met een diepte van 2mm. Om het voetstuk vast te 'grijpen' zijn in de rug van de behuizing twee stroken materiaal aangebracht welke het voetstuk omarmen wanneer de behuizing bevestigd wordt. Deze stroken sluiten zich tot aan de ribben die over de rug van het voetstuk lopen.

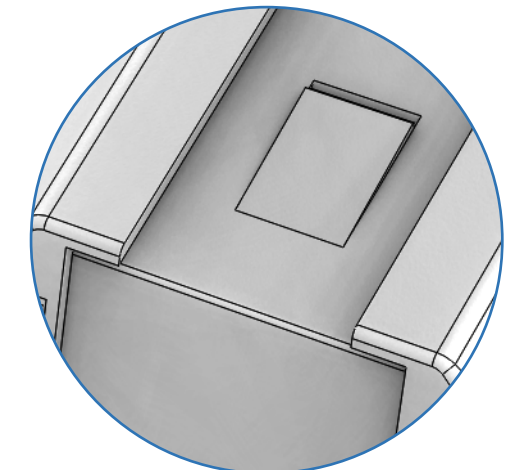
De aangebrachte uitsparing heeft als nadeel dat het een aanzienlijke hoeveelheid ruimte kost binnen de behuizing. Het grootste voordeel is echter dat het de behuizing een heel stuk steviger maakt. De wanden van de uitsparing kunnen namelijk gezien worden als ribben van 2mm tot 4mm hoogte. Als deze ribben later nog zouden worden aangebracht om de behuizing te verstevigen, zou dezelfde hoeveelheid ruimte ingenomen worden.



Afbeelding 49: De uitsparing voor de slede dient tegelijkertijd als versteviging van de behuizing.

Voor de klikverbinding moet natuurlijk een uitsparing worden aangebracht waar de weerhaak in valt bij de bevestiging. Als deze uitsparing direct in de rug van de behuizing wordt aangebracht, blijft er maar een wanddikte van 0,5mm over, tenzij er een uitstulping aan

de binnenkant wordt aangebracht. Dit zou echter te veel plaats innemen. Er is daarom gekozen voor een oplopend stuk aan de achterkant van de behuizing, waardoor de weerhaak achter een richel zal haken in plaats van in een gat. Hierdoor wordt ook de spanning op de klikverbinding opgevoerd waardoor de klemkracht groter is.

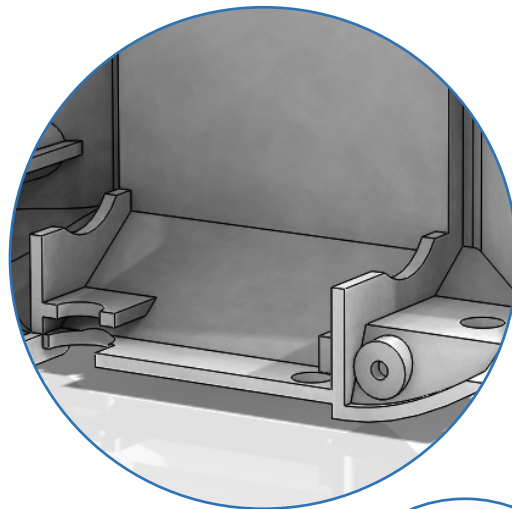


Afbeelding 50: De uitsparing voor de slede en de richel voor de klikverbinding.

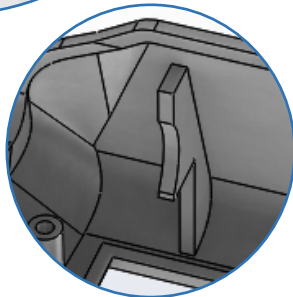
### Hoe wordt de accu in de behuizing bevestigd?

De accu is met zijn ongelijke vorm vrij lastig te bevestigen. Omdat er voor de 'behuizing' van de accu gebruik is gemaakt van krimpplastic is elk exemplaar anders. Het enige dat wel bij elk exemplaar hetzelfde is, zijn de ronde zijkanen.

Deze ronde vorm maakt het mogelijk om de accu in twee vrijheidsgraden vast te zetten met behulp van ribben met ronde uitsparingen. Deze ribben zijn aangebracht als uitbreiding van de reeds bestaande ribben: de wanden van de uitsparing voor het voetstuk. De ronde uitsparingen in de ribben zijn zo aangebracht dat er tussen de wand van de accu en de binnenwand van de behuizing 2mm ruimte is voor afwijkende vormen van de accu. Aan de overkapping van de voorkant van de behuizing zijn gelijksoortige ribben aangebracht zodat de accu van boven en onder wordt vastgeklemd.

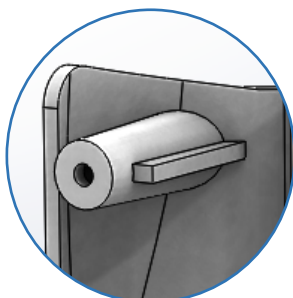


Afbeelding 51 (boven): De uitgebreide ribben, voorzien van ronde uitsparingen.

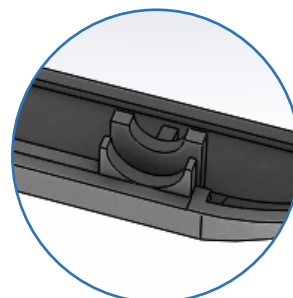
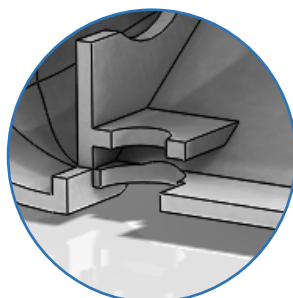


Afbeelding 52 (rechts): Een van de ribben in de overkapping, voorzien van een ronde uitsparing.

Eén vrijheidsgraad (zijwaartse verplaatsing) is nu echter nog niet vastgelegd. Dit wordt opgelost door een drietal ribben die bevestigd zijn aan cilinders. De functie van deze cilinders wordt toegelicht bij de bevestiging van de behuizingsdelen. Deze ribben zorgen dus voor volledige vastlegging van de accu. Om eventuele verplaatsingen te voorkomen die kunnen ontstaan vanwege de marges die voor de passendheid zijn gehanteerd, wordt de accu vastgelijmd aan de ribben.



Afbeelding 53: Een van de cilinders met een ribbe voor de plaatsing van de accu.



Afbeelding 54 (links) en 55 (rechts): de uitsparingen en ribben in de behuizing voor de plaatsing van de socket voor de oplader.

## Hoe wordt de schakelaar in de behuizing bevestigd?

Omdat de schakelaar nogal groot is, is ervoor gekozen om deze verzonken in de behuizing te plaatsen. In de bodem van de behuizing is daarom een uitsparing aangebracht waar de schakelaar in wordt geplaatst. De schakelaar is al voorzien van een schroefdraad, deze wordt dus met een schroefverbinding vastgezet. De uitsparing is rechtsonder in afbeelding 51 te zien.

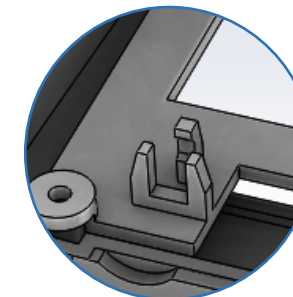
## Hoe wordt de socket voor de oplader in de behuizing bevestigd?

In eerste instantie is gekozen voor een cilindrisch omhulsel waar de socket precies in valt. Een dergelijke cilinder kost echter erg veel ruimte als een wanddikte van 2mm wordt gehanteerd. Ook met het oog op massaproductie is dit geen goede oplossing: deze vorm is niet lossend. Er is daarom gekozen om alleen een gat in de bodem van de behuizing aan te brengen waar de grootste diameter van de socket in past. Daarnaast is er een ribbe aangebracht vanuit de achterkant van de behuizing met een soortgelijk gat erin. Dit gat is echter zo smal als het smallere deel van de socket. Hierdoor kan de socket niet per ongeluk de behuizing in worden geduwd. De socket wordt op zijn plaats gehouden door middel van een lijmverbinding met de ribbe en het gat in de behuizing. Bij de plaatsing van de socket is erop gelet dat deze niet conflicteert met het voetstuk.

In voorkant van de behuizing is hetzelfde gat aangebracht en een soortgelijke ribbe om de socket te bevestigen. Aan deze ribbe is daarnaast een extra ribbe bevestigd welke het display ook op zijn plaats houdt.

## Hoe wordt de socket voor de Jack plug in de behuizing bevestigd?

De ingang van de socket moet loodrecht op de bodem van de behuizing staan, en coïncident met de onderkant van de behuizing. De ingang bestaat uit een cilinder met een hoogte van 2mm en een diameter van 5.5mm. Deze past dus precies door de wanddikte van de behuizing. Voor de plaatsing van de socket is daarom een gat aangebracht in de bodem van de behuizing, precies uitgelijnd met de Jack plug in het voetstuk. De socket kan zonder verdere ondersteuning echter nog in alle richtingen kantelen en de behuizing in worden gedrukt. Er zijn daarom op het frame dat het display op zijn plaats houdt ribben aangebracht die de socket omarmen. Daarnaast is vanuit de achterwand van de behuizing een ribbe aangebracht. Op deze manier worden alle vrijheidsgraden van de socket vastgelegd en kan de Jack plug geen beschadigingen aanbrengen doordat de socket scheef staat.



Afbeelding 56: De ribben aan het frame die de socket voor de Jack plug omarmen.

## Hoe worden de behuizingsdelen aan elkaar bevestigd?

Voor de bevestiging van de behuizingsdelen is gekozen voor een schroefverbinding. Gezien er voor de bevestiging van het frame aan de voorkant van de behuizing ook gebruik wordt gemaakt van een schroefverbinding, kan dit gecombineerd worden. De schroefgaten in de achterkant van de behuizing zijn zo geplaatst dat ze aansluiten op de schroefverbinding tussen het frame en de voorkant.

In eerste instantie was besloten om de cilinders die het display positioneren even diep te maken als het display zelf. Het frame zou dan als vlak onderdeel precies hier tegenaan passen. Dit leverde echter twee problemen op: de cilinders waren op die manier niet diep genoeg om als schroefgat te gebruiken en het frame kwam in conflict met de afgeschuinde vlakken van de behuizing. Er is daarom besloten om de cilinders langer te maken. Het frame is ten gevolge daarvan voorzien van verhoogde schroefgaten en de schroefgaten van de achterkant van de behuizing zijn juist minder diep geworden. Het frame kan daardoor ook niet meer verkeerd geplaatst worden: de verhoogde cilinders houden hem op zijn plaats.

Zoals bij de bevestiging van de accu werd gesteld zijn de ribben die de laatste vrijheidsgraad van de accu vastleggen bevestigd aan bepaalde cilinders. Die cilinders zijn de schroefgaten in de achterkant van de behuizing. Naast de bevestiging van de behuizingsdelen en het frame houden ze dus de accu op zijn plaats.

## Hoe wordt de spatwaterdichtheid van de behuizing gerealiseerd?

Naast de schroefverbinding tussen de behuizingsdelen worden alle naden voorzien van een lijmverbinding. Dit geldt dus ook voor de twee sockets in de bodem van de behuizing. De schroefverbindingen en de sockets zelf zijn echter niet volledig waterdicht. De verdieping van de schroefgaten (20mm) zorgt er echter voor dat hier zo goed als geen water naar binnen komt. De sockets worden daarnaast tijdens het gebruik opgevuld door respectievelijk de cilinder op het voetstuk en de Jack plug. De verlijming van het display met de behuizing moet ten slotte voor waterdichtheid aan de voorkant zorgen.

In bijlage C11 is te zien hoe alle interne onderdelen in de behuizing zijn geplaatst.

## 5.7 Eindontwerp

In de voorgaande paragrafen is de vormgeving van het eindontwerp behandeld en de detaillering van alle onderdelen. Het laatste punt dat nog niet behandeld is, is de kleur. In hoofdstuk 2 is een kleurenpalet opgesteld aan de hand van de fietsen die gebruikt worden door de doelgroep. Veel van deze kleuren zijn echter erg overheersend. Gezien het product onopvallend moet zijn, is voor het kleurenschema van het eindontwerp gekozen voor een combinatie van twee vrij onopvallende kleuren. Voor de voorkant van de behuizing is gekozen voor metallic grijs. De rest van de onderdelen krijgt een matzwarte kleur. Het volledig uitgewerkte eindontwerp is te zien in afbeelding 57 op de bladzijde hiernaast.

Nu is in hoofdstuk 4 gezegd dat aan sommige eisen uit het PvE nog niet voldaan kon worden vanwege het lage niveau van detaillering van de concepten. Het eindontwerp is zó uitgewerkt dat het voldoet aan het volledige (aangepaste) Programma van Eisen dat te vinden is in bijlage C12. De toetsing aan dit PvE is te vinden in bijlage C13. Hierin is te zien dat niet wordt voldaan aan de wensen. Dit komt omdat de focus is gelegd op het zo goed mogelijk verwerken van de eisen in het ontwerp, en omdat in de loop van het project is besloten met de opdrachtgever om het ontwerp in zijn eenvoud te laten.



Afbeelding 57 (rechts): Het eindontwerp.

# PROTOTYPE

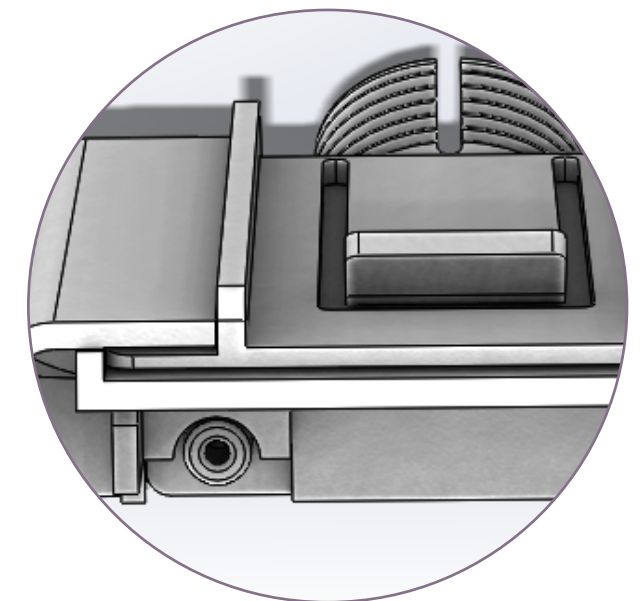
# H6

## 6.1 Voorbereiding

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe het eindontwerp wordt gerealiseerd als prototype. Het 3D-model van het ontwerp zal moeten worden voorbereid voor productie om zo veel mogelijk problemen te voorkomen. Niet alles kan echter worden voorzien, dus zullen er twee prototypes geproduceerd worden. Het eerste prototype moet wel al functioneel zijn, dus is het belangrijk om deze voorbereiding goed uit te voeren. Voor het tweede prototype moeten uiteindelijk alle onvoorziene problemen opgelost zijn.

Beide prototypes worden geproduceerd door middel van 3D-printen. De keuze hiervoor is gemaakt omdat deze productiemethode zo goed als onbeperkte mogelijkheden biedt wat betreft de vormgeving. Daarnaast is het een snelle productiemethode voor lage oplages zoals bij een prototype. Een andere mogelijkheid zou zijn om gebruik te maken van gieten in een siliconenmatrijs. De vormvrijheid is hierbij echter aanzienlijk minder en de productietijd en productiekosten liggen hoger (BRON: boek manufacturing). Eerder werd al gezegd dat het gekozen materiaal ABS is, dit is omdat hiervan gebruik wordt gemaakt bij het 3D-printen.

Bij het modelleren van het product in SolidWorks zijn alle afmetingen exact op elkaar afgestemd. Onderdelen die op elkaar of in elkaar passen hebben exact dezelfde maten op de plekken waar ze passend moeten zijn. Een voorbeeld hiervan is de slede van het voetstuk welke in de achterkant van de behuizing schuift. De buitenafmetingen van de slede zijn 50mm bij 2mm. De binnenafmetingen van de uitsparing in de behuizing zijn eveneens 50mm bij 2mm. Als dit met deze afmetingen geproduceerd wordt zullen de onderdelen niet in elkaar passen. De uitsparing in de behuizing is daarom met 0,1mm in de breedte en dikte uitgehold om een betere passing te verzorgen. Deze marge van 0,1mm is aangenomen voor elk punt waar twee onderdelen in elkaar of tegen elkaar passend moeten zijn.



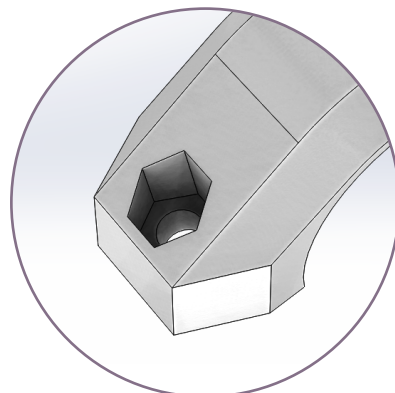
*Afbeelding 58: de slede is in de uitsparing geplaatst. Met een marge van 0,1mm moeten de onderdelen goed in elkaar passen.*

## 6.2 Eerste Prototype

**N**adat de voorbereidingen zijn getroffen voor de productie van het prototype, zijn de onderdelen van de eerste versie geprint. Zoals verwacht zijn er een aantal problemen naar voren gekomen die moesten worden opgelost om een goed werkend prototype te verkrijgen. In deze paragraaf wordt per onderdeel toegelicht welke problemen zijn opgedoken en hoe deze voor de eerste prototypeversie zijn opgelost. Sommige problemen waren niet op te lossen door nabewerking en worden opgelost met een herontwerp: een tweede prototype. In het geval van een oplossing met een herontwerp wordt dit toegelicht met een afbeelding ervan. Bijlage C10 kan gebruikt worden als referentie voor de afgebeelde details van de behuizingsdelen.

### Bracket ring

De uitsparingen waar de moeren in moeten vallen zijn iets dichtgeprint waardoor de moeren niet meer passen. De gaten zijn bijgewerkt met een vijl zodat de moeren er in passen. Daarnaast zijn de gaten vrij diep, waardoor bij de bevestiging veel geschroefd moet worden. In het herontwerp zijn de gaten ondieper gemaakt zodat er minder geschroefd hoeft te worden.

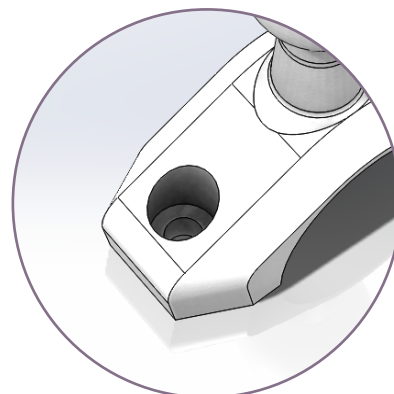


Afbeelding 59: De gaten voor de moeren zijn minder diep gemaakt.

### Bracket kogel

De schroefgaten zijn iets dichtgeprint waardoor de schroeven er niet meer in passen. De schroefgaten zijn bewerkt met een vijl zodat de schroeven er in passen.

Daarnaast zijn de schroefgaten vrij diep, waardoor bij de bevestiging veel geschroefd moet worden. In het herontwerp worden de gaten ondieper gemaakt zodat er minder geschroefd hoeft te worden.



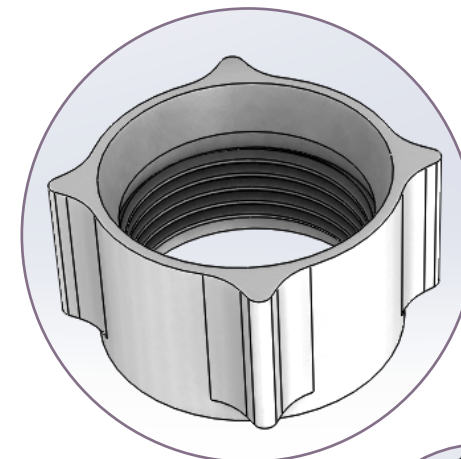
Afbeelding 60: De schroefgaten zijn minder diep gemaakt.

Ten slotte is de kogel vanwege het grove printoppervlak iets breder geworden dan gemodelleerd. De kwarten van de cilinder in het voetstuk komen daardoor iets te ver uit elkaar te staan waardoor de moer er niet meer op gedraaid kan worden. De kogel is bijgewerkt met schuurpapier om hem passend te maken. Dit is in het herontwerp niet aangepast omdat het geribbelde printoppervlak sowieso geschuurd moet worden om het contactoppervlak met de cilinder te vergroten.

### Moer

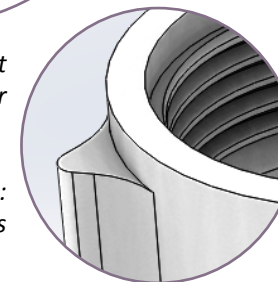
Vanwege het grove printoppervlak is de schroefdraad niet nauwkeurig genoeg voor een soepele bevestiging. De draad is daarom nabewerkt met een draadtap met dezelfde afmetingen: M22 x 1,5.

Daarnaast is de vormgeving van de moer niet ideaal voor het vast- en losdraaien met de hand. Ondanks de kuiltjes die voor grip moeten zorgen, kost het te veel kracht om de moer los te draaien wanneer deze flink is aangedraaid. In het herontwerp is de vormgeving van de vleugels aangepast om dit gemakkelijker te maken. Met deze nieuwe vormgeving past de moer echter niet meer tussen de ribben van het voetstuk. De vleugels beginnen daarom in het herontwerp 2mm onder de rand van de moer. Daarnaast is de moer 2mm hoger gemaakt voor extra grip. Dit gaat echter wel iets ten koste van de beweegbaarheid van het gewricht.



Afbeelding 61 (boven): het herontwerp van de moer met grotere vleugels.

Afbeelding 62 (rechts): de vleugels beginnen pas 2mm onder de rand.

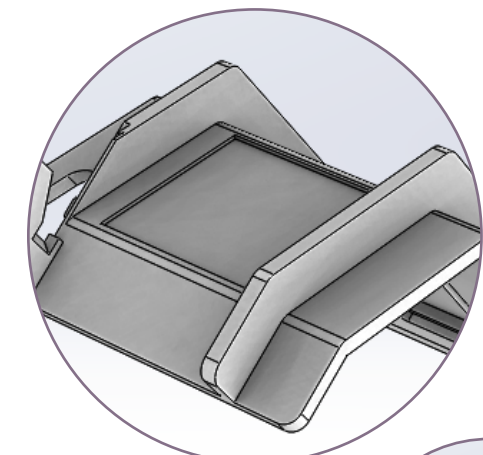


### Voetstuk

Vanwege het grove printoppervlak is de schroefdraad niet nauwkeurig genoeg voor een soepele bevestiging. De draad is daarom nabewerkt met een snijplaat met dezelfde afmetingen: M22 x 1,5. Met deze afwerking draait de moer soepel om de cilinder.

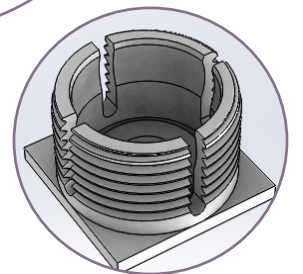
Een ander probleem met de cilinder is echter dat de snijplaat niet volledig om de cilinder heen kan. Het omhulsel waar de Jack plug in moet en de verstevigingsribben over de rug van het voetstuk zitten in de weg wanneer de cilinder wordt nabewerkt. Hierdoor kan dus maar de helft van de draad op de

cilinder bijgesneden worden. Gezien de ribben absoluut aanwezig moeten zijn, is de enige oplossing om de cilinder afzonderlijk te printen en daarna te verlijmen met het voetstuk. In het herontwerp is de cilinder verwijderd van het voetstuk en wordt deze afzonderlijk geprint.



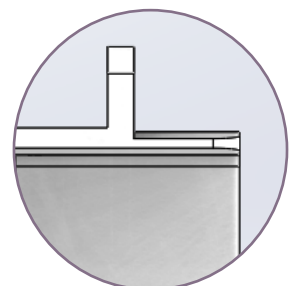
Afbeelding 63 (boven): de cilinder is verwijderd van het voetstuk.

Afbeelding 64 (rechts): Het voetstuk wordt afzonderlijk geprint.



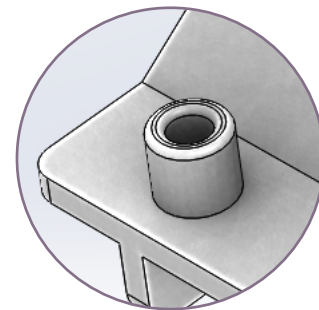
Vanwege het grove printoppervlak loopt de slede vast wanneer deze in de achterkant van de behuizing geplaatst wordt. Dit probleem is opgelost door de slede te vijlen zodat hij platter is, en daarna te schuren zodat hij gladder is. Met deze afwerking glijdt de slede zonder vast te lopen in de behuizing. In het herontwerp is de slede 0,3mm dunner gemaakt zodat er minder nabewerking nodig is.

Afbeelding 65: De slede is 0,3mm platter gemaakt.



Wanneer het voetstuk uit de behuizing wordt gehaald, loopt de rand boven de klikverbinding vast op de verhoging op de rug van de behuizing waar de weerhaak achter valt. Dit probleem is opgelost door deze rand glad te vijlen.

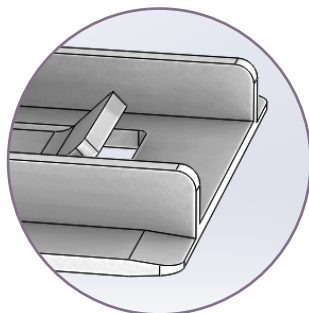
De uitstulping op de bodem van het voetstuk dat de socket voor de oplader moet dichtend past niet in deze socket. Dit komt eveneens door het grove printoppervlak. Dit probleem is opgelost door de uitstulping uit te boren en smaller te schuren. In het herontwerp is deze uitstulping voorzien van een breder gat zodat deze in de socket past. Daarnaast is hij 4mm verplaatst. De reden hiervoor wordt toegelicht bij de behuizingsdelen.



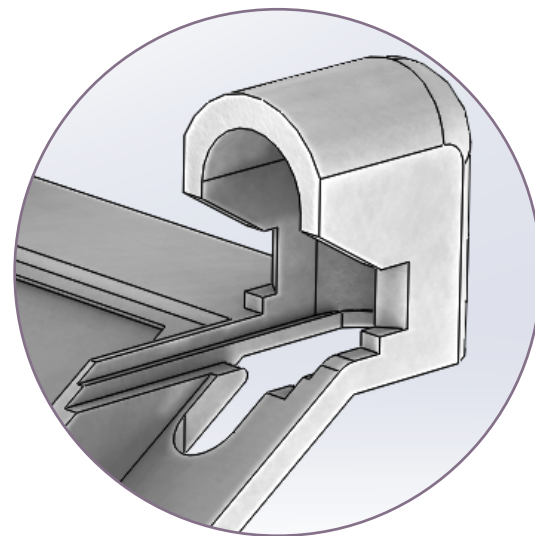
Afbeelding 66: De opvulling van de socket voor de oplader is uitgehold en verplaatst.

Het voetstuk buigt door wanneer er veel kracht op wordt uitgeoefend. In het herontwerp zijn de ribben verlengd om voor extra stevigheid te zorgen.

Afbeelding 67: De ribben zijn verlengd voor extra stevigheid.



Ten slotte ontstaat er een probleem wanneer wordt geprobeerd de Jack plug in zijn omhulsel te plaatsen. Vanwege de vorm van dit omhulsel is het niet mogelijk de Jack plug te plaatsen zonder dit te forceren. Om dit op te lossen is in het herontwerp een sleuf aangebracht in het voetstuk zodat de Jack plug wél in het omhulsel geplaatst kan worden. Het omhulsel is daarnaast verlengd om voor extra ondersteuning te zorgen.



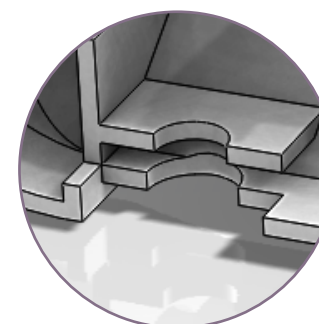
Afbeelding 68: Het omhulsel voor de Jack plug is langer gemaakt en er is een sleuf aangebracht om de plug te kunnen plaatsen.

## Behuizing achterkant

De gaten voor de schakelaar en beide sockets zijn vanwege het grove printoppervlak te smal uitgevallen. Alle drie deze gaten zijn uitgeboord of uitgevijld om ze passend te maken.

De rand van de behuizing past niet goed tegen de rand van het andere behuizingsdeel vanwege het grove printoppervlak. Dit probleem is opgelost door de rand met een vijl en schuurpapier te behandelen.

De positie van het gat voor de socket van de oplader zorgt ervoor dat de ribben die de socket ondersteunen erg fragiel zijn. In het herontwerp is dit gat 4mm verplaatst om dit op te lossen. Het gat is daarnaast wijder gemaakt zodat het niet uitgevijld hoeft te worden.



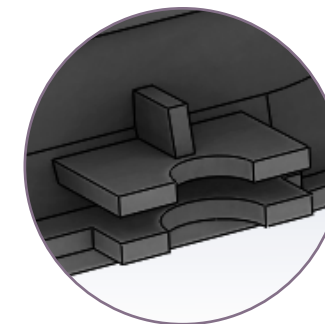
Afbeelding 69: Het gat voor de socket voor de oplader is verplaatst en wijder gemaakt.

## Behuizing voorkant

Het gat voor de socket van de oplader is vanwege het grove printoppervlak te smal uitgevallen. Om het gat passend te maken is het uitgevijld.

De rand van de behuizing past niet goed tegen de rand van het andere behuizingsdeel vanwege het grove printoppervlak. Dit probleem wordt opgelost door de rand met een vijl en schuurpapier te behandelen.

De positie van het gat voor de socket van de oplader zorgt ervoor dat de ribben die de socket ondersteunen erg fragiel zijn. In het herontwerp is dit gat 4mm verplaatst om dit op te lossen. Het gat is daarnaast wijder gemaakt zodat het niet uitgevijld hoeft te worden.

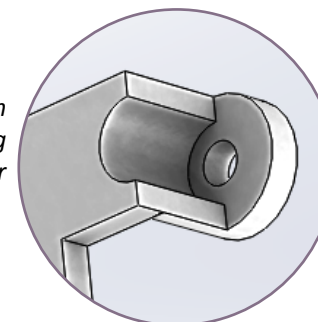


Afbeelding 70: Het gat voor de socket voor de oplader is verplaatst en wijder gemaakt.

## Frame

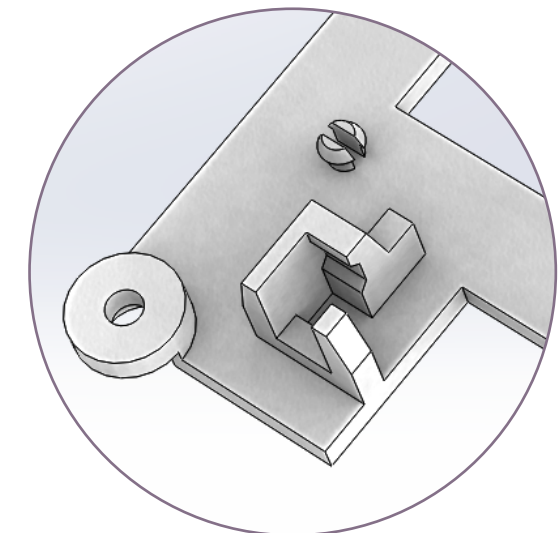
De schroefgaten passen niet goed om de cilinders waar het frame aan wordt bevestigd. Ook dit komt door het grove printoppervlak. De uitsparingen zijn met een vijl behandeld om het passend te maken. In het herontwerp zijn de uitsparingen wijder gemaakt om het passend te maken.

Afbeelding 71: De gaten voor de positionering van het frame zijn wijder gemaakt.



Het frame blijkt te dun te zijn om het PCB op vast te schroeven. In plaats van een schroefverbinding wordt in het herontwerp gebruik gemaakt van een klikverbinding. Hiermee is het PCB ook direct goed gepositioneerd.

Ten slotte zijn de ribben die de socket voor de Jack plug op zijn plaats houden vrij dun waardoor ze meegeven als er kracht op wordt uitgeoefend. In het herontwerp wordt één zijde van de socket volledig omhuld en is de bovenste ribbe verlengd. Op deze manier zit de socket steviger op zijn plaats en is er een extra positioneringsribbe voor het PCB.



Afbeelding 72: Er is een omhulsel aangebracht voor de socket van de Jack plug. Daarnaast is er een klikverbinding voor het PCB aangebracht.

## Conclusie

De meeste problemen zijn ontstaan doordat het printoppervlak erg grof is. In de voorbereiding is hier wel rekening mee gehouden. De aangenomen marge van 0,1mm blijkt echter te klein te zijn. In de tweede prototypeversie worden deze afmetingen aangepast om problemen te voorkomen. Dit geldt echter niet voor elk punt. De randen van de behuizingsdelen blijven bijvoorbeeld hetzelfde, gezien deze sowieso geschuurd moeten worden voordat ze worden voorzien van een lijmverbinding.

Daarnaast worden er een aantal aanpassingen aan het ontwerp doorgevoerd in het tweede prototype die niet door middel van nabewerking van het eerste prototype kunnen worden bereikt.

# CONCLUSIE & AANBEVELINGEN

## H7

## 7.1 Conclusie

Het doel van deze bacheloropdracht was het ontwerpen van een behuizing voor een display op het stuur van een fiets en een bracket waarmee deze aan het stuur wordt bevestigd, voor een product dat de verkeersveiligheid voor oudere fietsers moet bevorderen. In het ontwerp moest rekening worden gehouden met het gebruik van ingekochte standaard onderdelen. Het beoogde resultaat was een tweetal functionele prototypes die gebruikt kunnen worden om investeerders te benaderen en de basis vormen voor een massaproduct.

Na het doorlopen van het ontwerptraject zijn de volgende resultaten behaald:

- Een set ontwerprichtlijnen voor het huidige product en toekomstige producten van Stotinus B.V. waarmee een merkidentiteit gevormd kan worden.
- Een functioneel prototype dat uiterlijke kenmerken vertoont die corresponderen met de ontwerprichtlijnen, welke geschikt is om het productidee en uitstraling tastbaar over te brengen aan investeerders.
- Een geoptimaliseerd prototype waarin de zwakkere punten van het eerste prototype verholpen zijn. Dit prototype voldoet aan alle eisen uit het definitieve PvE.

In de analysefase zijn eigenlijk vrijwel geen opmerkelijke bevindingen gedaan, anders dan dat er erg weinig concurrerende producten op de markt zijn. Het voordeel hiervan is dat er vrij gemakkelijk een sterk concurrerend product ontworpen kan worden door de zwakke punten van deze producten aan te pakken.

In de detailleringsfase is pas rekening gehouden met de

schakelaar en de sockets voor de Jack plug en de oplader. Dit komt omdat de keuze voor deze onderdelen pas erg laat in het traject vastgelegd zijn. Het effect hiervan was dat tijdens de detaillering nog een rigoreuze aanpassing aan het ontwerp is gemaakt: de schuine bodem van de DU. Hiermee veranderde ook het ontwerp van het voetstuk. Daarnaast is het nog veel puzzelwerk geweest om deze drie onderdelen goed te verwerken, gezien er al veel andere keuzes vast lagen.

Het prototype-ontwerp is uitgevoerd met het oog op 3D-printen als productiemethode. Toch is bij sommige ontwerpkeuzes wel rekening gehouden met spuitgieten als productiemethode voor de massaproductie. Er zal echter nog een ontwerpslag moeten plaatsvinden om het product volledig klaar te maken voor massaproductie. Dit wordt in de aanbevelingen verder toegelicht.

## 7.2 Aanbevelingen

Voor de functionaliteit van het ontwerp moet er nog goed worden gekeken naar het ontwerp van het kogelgewricht. In het tweede prototype is de moer al veranderd, maar het gewricht werkt toch nog niet optimaal. De DU kan weliswaar praktisch overal op het stuur geplaatst worden, maar de klemming van het gewricht is niet wat het zou moeten zijn. Een mogelijke reden hiervoor is de oppervlaktekwaliteit van het printstuk: de binnenkant van de cilinder heeft een klein oppervlak vanwege de ribbels die ontstaan met het 3D-printen. Dit oppervlak is moeilijk te bereiken met schuurpapier en kan dus niet goed groter gemaakt worden. De kogel is wel geschuurd, alleen is daarbij het contactoppervlak te glad geworden. In een spuitgietmatrijs kan een ruw oppervlak aangebracht worden, dit is met een 3D-printstuk moeilijk te bereiken. Daarnaast is het printstuk niet helemaal rond te krijgen: de printer maakt een benadering van de afmetingen. Een perfecte sluiting en een ruw contactoppervlak van het kogelgewricht zal moeten worden verkregen door een ontwerpsslag naar spuitgieten.

### Sterkte van de nek van de kogel

De nek is aan de hand van simulaties zo gemodelleerd dat hij stevig genoeg moet zijn voor elke gebruikssituatie. Mocht achteraf toch nog blijken dat de nek breekt door bijvoorbeeld materiaalmoetheid of verwerking, kan de nek met een kleine aanpassing worden verstevigd. Door een axiaal gat aan te brengen in de nek en hierin een stalen schroef te draaien, wordt de nek voorzien van een stalen bewapening en dus een vele grotere sterkte.

### Schakelaar

Voor de schakelaar is gekozen voor een waterdichte flip switch. Deze is echter zwaar overgedimensioneerd: hij is geschikt voor een 48V schakeling. Een subtielere schakelaar is dus mogelijk en bevorderlijk voor het uiterlijk.

### Signaaloverdracht

De huidige positie van de signaaloverdracht is niet optimaal in verband met het (minimale) doorbuigen van het voetstuk. Een andere positie zou beter bestand kunnen zijn tegen trillingen.

### Zonneklep

Eén van de wensen was om een zonneklep in het ontwerp te verwerken. Dit is uiteindelijk niet meer gedaan, maar is wel mogelijk om toe te voegen zonder al te veel afbreuk te doen aan het ontwerp. Het is zelfs mogelijk om dit aan de voorkant van de behuizing toe te voegen zodat er geen extra onderdeel bij komt. Het zal de leesbaarheid van het scherm in zonnig weer positief beïnvloeden, maar is geen essentiële toevoeging gezien het gebruik van een anti-glare display.

### Spuitgietbaarheid

Voor de massaproductie van het product zullen een aantal punten in het ontwerp sowieso aangepast moeten worden:

- De behuizing zal een andere opdeling moeten krijgen. De overkapping van de voorkant van de behuizing zal moeten worden toegevoegd aan de achterkant van de behuizing om de voorkant lossend te maken.
- De ronde uitsparingen die de accu op zijn plaats houden zijn niet lossend. Deze uitsparingen zullen kwartcirkels moeten worden in plaats van halve cirkels. Om de accu nog op zijn plaats te houden zou dan gebruik kunnen worden gemaakt van een isolatiemateriaal als schuimrubber tussen de PCB en de accu.
- De cilinder van het kogelgewricht aan het voetstuk kan (mijns inziens) in de schuine oriëntatie niet lossend zijn. Deze zal dus ofwel los gegoten moeten worden (zoals in het tweede prototype) of anders geplaatst worden, waarbij de voorkeur uitgaat van de eerste optie.

- Beide bracketdelen zijn massief gemodelleerd (alle andere onderdelen hebben een wanddikte van 2mm). Deze zullen herontworpen moeten worden op een zelfde manier als in bijlage C1. Door er een soort raamwerk van te maken kan de wanddikte van deze onderdelen ook 2mm zijn.

# BRONNEN

# B

## Literatuur

1. Becker, S.E., Lee, J.D., Liu, Y., Wickens, C.D. (2004) *An introduction to Human Factors Engineering*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
2. BOVAG (2014) *Kerncijfers tweewielers*. Amsterdam: BOVAG
3. Eggink, W., Mulder-Nijkamp, M., (2013) *Brand-value by design, the use of three levels of recognition in design*. Tokyo: 5th IASDR 2013
4. De Goede, M., van der Horst, A.R.A., & Obdeijn, C. (2013) *Conflicten op fietspaden*. Soesterberg: TNO
5. Rabobank Cijfers en Trends (2014) *Branche-informatie tweewielersspeciaalzaken*.
6. SWOV (2012) *Ouderen in het verkeer*. Leidschendam: SWOV
7. Zeegers, T. (2010) *Ongevallen met oudere fietsers*. Utrecht: Fietsersbond

## Websites

8. Amazon.com, gebruikersreviews over de Owl360. Verkregen op 1-10-2014.  
<http://www.amazon.com/360-Rear-View-Video-Camera/product-reviews/B008OHDYGS/>
9. Apple, over de Apple iMac. Verkregen op 14-12-2014.  
<http://www.apple.com/nl/imac-with-retina/design/>
10. Batavus, over hun elektrische fietsen. Verkregen op 20-10-2014.  
<http://www.batavus.nl/elektrische-fietsen>
11. Batavus, over hun stadsfietsen. Verkregen op 20-10-2014.  
<http://www.batavus.nl/stadsfietsen>
12. Batavus, over hun sportieve fietsen. Verkregen op 20-10-2014.  
<http://www.batavus.nl/sportieve-fietsen>
13. Bike Portland, *The Owl360 rearview camera reviewed*. Verkregen op 9-10-2014.  
<http://bikeportland.org/forum/showthread.php?t=4262>
14. Cerevellum, over de Hindsight 35. Verkregen op 9-10-2014.  
<http://en.cerevellum.eu/hindsight/>
15. EVT, over de Safe Zone Mirror. Verkregen op 1-10-2014.  
[www.efficientvelo.com/safezone/](http://www.efficientvelo.com/safezone/)
16. Fly6 over hun product. Verkregen op 1-10-2014.  
<http://fly6.com/products/fly6/>

17. Gazelle over de Orange C8. Verkregen op 7-10-2014.  
<http://www.gazelle.nl/assortiment/orange-c8>
18. Gazelle, over hun assortiment. Verkregen op 20-10-2014.  
<http://www.gazelle.nl/assortiment>
19. KOGA, over hun elektrische fietsen. Verkregen op 20-10-2014.  
<http://www.koga.com/nl/elektrische-fietsen/collectie>
20. KOGA, over hun stadsfietsen. Verkregen op 20-10-2014.  
<http://www.koga.com/nl/stadsentourfietsen/collectie>
21. KOGA, over hun trekking fietsen. Verkregen op 20-10-2014.  
<http://www.koga.com/nl/trekking/collectie>
22. Myrricle, over de Mountain Myrricle Mirror. Verkregen op 1-10-2014.  
[https://www.mirrycle.com/mountain\\_mirrycle.php](https://www.mirrycle.com/mountain_mirrycle.php)
23. Owl, over de Owl360. Verkregen op 1-10-2014.  
<http://www.theowl360.com/index.php/specifications>
24. RIH, over hun assortiment. Verkregen op 20-10-2014.  
<http://rih.nl/modellen>
25. Roadbike Review, *Hindsight 35 user review*. Verkregen op 9-10-2014  
<http://forums.roadbikereview.com/general-cycling-discussion/cervellum-hindsight-35-a-284579.html>
26. Sparta, over hun assortiment. Verkregen op 20-10-2014.  
<https://www.sparta.nl/collectie/fietsen>

**Datasheets**

27. FasNet Direct, Self-tapping screws  
<http://www.fasnetdirect.com/refguide/Metthreadroll.pdf>
28. Maryland Metrics, Thread data charts  
<http://mdmetric.com/tech/M-thead%20600.htm>
29. Plastics Intl., ABS  
[https://www.plasticsintl.com/datasheets/ABS\\_FR.pdf](https://www.plasticsintl.com/datasheets/ABS_FR.pdf)
30. Stratasys, ABS-M30  
<http://www.stratasys.com/~media/Main/Secure/Material%20Specs%20MS/Fortus-Material-Specs/Fortus-MS-ABS-M30-01-13-web.pdf>
31. Teststandard, ABS Material Data Sheet  
[http://teststandard.com/data\\_sheets/ABS\\_Data\\_sheet.pdf](http://teststandard.com/data_sheets/ABS_Data_sheet.pdf)