Ontwerp van een Stuurwiel, Instrumentenpaneel & Pookjes Voor een Nieuw Nederlands Automerk

D.C. Endert - s0130451
Verslag Bachelor Opdracht

Dit rapport is bestemd voor de opdrachtgever Avions Voisin en de opleiding Industrieel Ontwerpen aan de Universiteit Twente

UT/IO-17.01.11-19.07.11
Universiteit Twente Faculteit der Construerende Technische Wetenschappen
Postbus 217
7500 AE Enschede
Tel. (053)4899111

Samenvatting

Dit verslag is geschreven naar aanleiding van een opdracht die Avions Voisin aangeboden heeft. Avions Voisin is een nieuw Nederlands automerk dat zich bezighoudt met het ontwerpen van zijn eerste product, namelijk de Avions Voisin A-JT. Deze auto wordt gedeeltelijk gemaakt aan de hand van een Audi A6 Avant, omdat het voor een startend automerk als Avions Voisin niet mogelijk is om zelf alle onderdelen te ontwerpen en te produceren. Doordat de stijl van Audi niet past bij die van Avions Voisin wordt er gezocht naar alternatieve ontwerpen voor het instrumentenpaneel, de pookjes en het stuurwiel van de Audi. Het doel van deze opdracht is dus het ontwerpen van een nieuw instrumentenpaneel, nieuwe pookjes en een nieuw stuurwiel.

Om deze onderdelen te ontwerpen is er begonnen met een reeks onderzoeken. Zo is er gekeken naar het merk Avions Voisin. In dit onderzoek zijn de geschiedenis van het merk, de doelgroep, de productiemogelijkheden en de stijl bekeken. Vervolgens in er een marktonderzoek uitgevoerd om te bepalen op welke manier Avions Voisin zich kan onderscheiden van auto's uit hetzelfde prijssegment. De conclusie was dat Avions Voisin zich kan onderscheiden door een klassiek-eenvoudige vormgeving toe te passen op het instrumentenpaneel en een klassiek-elegante vormgeving van het stuurwiel. Om een goede aansluiting te krijgen op de onderdelen van de Audi die moeten worden hergebruikt, is er vervolgens een detailonderzoek uitgevoerd. Dankzij dit onderzoek werd duidelijk welke onderdelen hergebruikt konden worden in de nieuwe ontwerpen. Verder is er nog een onderzoek gedaan naar de regelgeving van de Rijksdienst voor het Wegverkeer. Dit om ervoor te zorgen dat de ontwerpen de weg op mogen.

Als laatste is er een vooronderzoek gedaan naar de ergonomische eigenschappen van de Avions Voisin A-JT, om ervoor te zorgen dat de zichtbaarheid, de leesbaarheid en de bereikbaarheid van de onderdelen kan worden gewaarborgd. Aan de hand van deze onderzoeken is het Programma van Eisen opgesteld. Dit is gebruikt als leidraad tijdens het ontwerpen.

Vervolgens zijn er concepten gegenereerd voor de pookjes. Voor het stuurwiel is al snel duidelijk geworden dat het voor het productieaantal van Avions Voisin niet verstandig is om zelf een stuurwiel te ontwikkelen. Als alternatief zijn de collecties van verscheidene stuurwielfabrikanten overwogen. Voor het instrumentenpaneel was tijdens het vak "Automotive Design" al een ontwerp gemaakt. Uit de concepten zijn keuzes gemaakt in overleg met Matthijs Meulenbelt (directeur/eigenaar) en Oliver Davina (hoofdontwerper).

De gekozen concepten zijn verder uitgewerkt, waarbij onder andere gedacht is aan de ergonomie, productiemethoden en de materialen. De ergonomie is van belang geweest om de ontworpen concepten te plaatsen in het model van de Avions Voisin A-JT. Hierbij is vooral gelet op de zichtbaarheid van het instrumentenpaneel voor verschillende gebruikers. De productiemethode en materialen zijn afgestemd op het gegeven productieaantal van twintig stuks per jaar.

Uiteindelijk zijn er passende ontwerpen verkregen voor het instrumentenpaneel, de pookjes en het stuurwiel die voldoen aan het programma van eisen.

Abstract

This report describes the execution and results of the bachelor assignment of the study Industrial Design at the University of Twente. This assignment was offered by Avions Voisin. A new Dutch car brand, which is currently designing its first car: the Avions Voisin A-JT. It is partially constructed by using parts from a Audi A6 Avant. This is because it would be impossible for a starting company like Avion Voisin to design and produce all the components by itself. Avions Voisin feels that the style of the Audi does not suit the style of Avions Voisin. As a result there was a demand for alternative designs for the steering wheel, instrument panel and the levers. The goal of this assignment is to create these designs.

To create designs that meet the demands, the assignment was started off with several analyses. The first one was an analysis of the brand Avions Voisin. This analysis covered the following aspects of the brand: its history, its target group, its production possibilities and its style. The second analysis that was executed was an analysis of the current products of other car brands in the same price range and the current products of car brands from a higher price range. The reason for this analysis of the market was to determine how Avions Voisin can make its product stand out from its competitors. The conclusion was that Avions Voisin should aim for a combination of a Classic and a Simplistic look for the instrument panel and a combination of a Classic and Elegant look for that steeringwheel. After this an analysis of the rules from the Dutch Department of Road Traffic was conducted to ensure the designs would be street legal. The next analysis was an investigation on the original Audi counterparts. This was done to ensure a good cooperation between the designs and the parts of the original Audi that will be re-used in the Avions Voisin A-JT. The final analysis was an investigation of the ergonomics of the Avions Voisin A-JT. This analysis was conducted to ensure a good visibility and legibility of the information on the instrument panel.

It was also important to determine the placement of various parts in the car. After these analyses a program of requirements was created by combining the conclusions of the analysis phase. This program was used during the draft phase and detailling phase of the design process.

The next step in the process was to generate drafts for the designs. First of all a number of drafts were generated for the levers. Concerning the steeringwheel it soon became apparent that Avions Voisin does not have the necessary expertise or production facilities to produce their own steeringwheel. As an alternative a number of collections of pre-manufactored steeringwheels were considered. The instrument panel was already in the draft phase at the start of the assignment as it was already designed during the course called “Automotive Design”. This course was organised by Avions Voisin and preceded the assignment. From the generated drafts a selection was made in cooperation with Matthijs Meulenbelt (owner/director) and Oliver Davina (lead designer) of Avions Voisin.

The chosen drafts have been detailed further. In this process the ergonomics, production methods and materials where determined. The ergonomics were important, because they were necessary to place the different components in the model of the Avions Voisin. They were also used to check if the driver has a sufficient view of the instrument panel. The production methods and materials have been chosen in consideration of the estimated 20 cars Avions Voisin expects to produce on an annual basis.

In the end a distinctive design is presented, that meets the requirements.

Inhoudsopgave

Samenvatting 2
Abstract 3
Voorwoord 6
Inleiding 7
Hoofdstuk 1 9
Merkanalyse 9
Marktanalyse 12
Regelgeving Rijksdienst voor wegverkeer 17
Detailonderzoek 19
Vooronderzoek Ergonomie 23
Programma van Eisen 26
Hoofdstuk 2 Concepten 28
Stuurwielen 28
Het instrumentenpaneel 30
Pookjes 32
Hoofdstuk 3 Ergonomie 34
Plaatsing van onderdelen 34
Leesbaarheid 36
Zichtveld 37
Hoofdstuk 4 Detaillering 38
Stuurkolom 38
Stuurwiel 38
Pookjes 38
Meters: 46
Waarschuwingssymbolen 57
Hoofdstuk 5 Conclusies 58
Aanbevelingen 63
Afsluiting 64
Bronvermelding 65

Voorwoord

De aanleiding voor dit verslag is de eindopdracht van de Bachelor die is uitgevoerd bij Avions Voisin. Deze opdracht bestaat uit het maken van een nieuw ontwerp van het instrumentenpaneel, de pookjes en het stuurwiel van de nieuwe Avions Voisin A-JT. Dit is de eerste auto van het automerk Avions Voisin.

Deze opdracht zou onmogelijk zijn geweest zonder de hulp van gepassioneerde mensen. Deze mensen wil ik graag bedankt in dit voorwoord.

Ten eerste wil ik Avions Voisin's directeur en eigenaar Matthijs Meulenbelt bedanken voor deze kans, het aangeboden materiaal, zijn vakkundige kennis en medewerking. Daarnaast wil ik de hoofdontwerper van Avions Voisin, Oliver Davina bedanken voor zijn feedback, zijn creatieve suggesties, de informatie die hij mij gegeven heeft en zijn medewerking.

Ook wil ik Marc Beusenberg bedanken voor het begeleiden van mijn opdracht, zijn advies en ervaring hebben mij enorm geholpen.

Tenslotte wil ik Ryelle de Wit bedanken, haar grenzeloze vertrouwen en steun waren onmisbaar.

Inleiding

Bij Avions Voisin is de eindopdracht van de Bachelor uitgevoerd. Avions Voisin is een nieuw Nederlands automerk. Het bedrijf is bezig met de ontwikkeling van zijn eerste auto, de Avions Voisin A-JT. Dit is een auto die wordt ontworpen voor het zogeheten “executive” segment, oftewel een luxe auto die aan te schaffen is voor een bedrag vanaf 70.000 euro. De Avions Voisin A-JT wordt gebouwd met behulp van onderdelen van een reeds bestaande auto, namelijk de Audi A6 Avant. Er was behoefte naar een herontwerp van het instrumentenpaneel, de pookjes en het stuurwiel van de originele Audi. Het doel van deze opdracht is dus het maken van een alternatief ontwerp voor deze onderdelen. Het contact met Avions Voisin is gelegd tijdens het vak Automotive Design, tijdens dit vak is al een ontwerp gemaakt voor het instrumentenpaneel. Dit ontwerp was bij aanvang van deze opdracht nog in de conceptfase. Gedurende deze opdracht is dit ontwerp verder uitgewerkt.

In dit rapport wordt verslag gedaan van het ontwerptraject dat is doorlopen. Het traject begint bij een analyse van het merk zelf en eindigd bij CAD modellen van de verschillende onderdelen. Hierbij ligt de nadruk op de onderbouwing van de keuzes die gemaakt zijn tijdens het ontwerpproces.

Allereerst is er een analyse van het merk zelf uitgevoerd. Waarna er een marktonderzoek is uitgevoerd. De verscheidene onderdelen van de Audi zijn nader bestudeerd om de mogelijkheden te onderzoeken. Hierna is er een bureauonderzoek naar de regelgeving van de Rijksdienst Wegverkeer (RDW) uitgevoerd. Ook is onderzocht hoe de ergonomische aspecten van de Avions Voisin A-JT geoptimaliseerd kunnen worden. Aan de hand van deze onderzoeken is er een Programma van Eisen opgesteld, dat als leidraad is gebruikt tijdens de rest van het proces.

Aan de hand van het Programma van eisen zijn er concepten gegenereerd, hieruit zijn in overleg met Avions Voisin keuzes gemaakt. De gekozen concepten zijn verder gedetailleerd. Hiervoor zijn gedetailleerde CAD-modellen gemaakt. Er is bij het detailleren is vooral gelet op goedkope productiemethoden en materialen omdat het gaat om onderdelen met een zeer beperkte oplage.

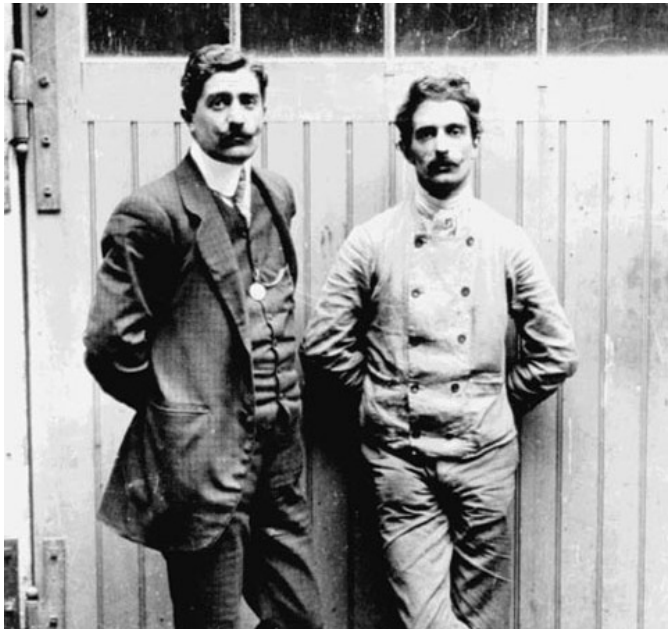
Hoofdstuk 1

In dit hoofdstuk worden de vooronderzoeken gedocumenteerd.

Deze verschillende onderzoeken vormen de basis van het Programma van Eisen dat gebruikt zal worden tijdens de concept- en detailleringsfase van het ontwerptraject.

De volgende onderzoeken komen aan bod:

- De merkanalyse
- De marktanalyse
- Het onderzoek naar de regelgeving van de Rijksdienst voor wegverkeer
- Het detailonderzoek
- Het vooronderzoek naar de ergonomie



figuur 1 - Gabriel Voisin (links) en zijn broer Charles Voisin (rechts)

Merkanalyse

Om een goede aansluiting tussen de te ontwerpen onderdelen en de auto te realiseren, is het van belang om een goede omschrijving van het merk te hebben. Deze omschrijving moet de geschiedenis, het doel en de bijbehorende doelgroep, de concurrentie, de productie en de stijl van Avions Voisin beschrijven. De analyse is onder andere gebaseerd op de informatie die beschikbaar is op de site van Avions Voisin, verscheidene gesprekken met de medewerkers van Avions Voisin en uiteraard de Avions Voisin A-JT zelf.

Geschiedenis

Avions Voisin is welliswaar een nieuw Nederlands automerk, maar het is vernoemd naar een autobedrijf van weleer. Het originele Avions Voisin is opgestart door Gabriel Voisin (figuur 1), een pionier op verschillende vlakken van de industrie. Hij is ooit begonnen als vliegtuigmaker en is later overgestapt op het ontwerp en de productie van auto's.

Gabriel Voisin was een functionalist pur sang, dit is onder andere duidelijk te zien aan het ornament dat hij voor zijn auto's heeft ontworpen. In de tijd dat het ontworpen werd, was het een rage om een ornamentje op de voorkant van de motorkap van auto's te plaatsen. Gezien Avions Voisin niet achter kon blijven bij de concurrentie, werd er ook

figuur 2 - Het ornament van Avions Voisin "La Cocotte"

een beeldje ontworpen. Dit beeldje liet echter duidelijk zien wat de mening was van Gabriel Voisin over dergelijke onnodige versiersels.

Het beeldje was namelijk genaamd "La Cocotte" wat Frans is voor de kip, maar in straattaal ook een woord was voor een prostituee. Bovendien was dit beeldje heel duidelijk industrieel vervaardigd. Het bestond uit twee vlakke staalplaatjes met snedes erin die de vleugels symboliseerde. Deze twee plaatjes waren aan elkaar bevestigd met een stel bouten en moeren. Een foto van één van deze beeldjes is te zien in figuur 2. Het huidige Avions Voisin probeert deze functionalistische insteek anno 2011 in ere te houden.

Het doel en de doelgroep (figuur 3)

Avions Voisin is momenteel bezig met het ontwerpen en het maken van hun eerste auto, de Avions Voisin A-JT. Dit is een auto die bedoeld is voor het “executive” segment en zal aan te schaffen zijn voor een prijs vanaf ongeveer 70.000 euro. Dit segment is gericht op mensen met “executive” posities in het bedrijfsleven. Dit betekent dat de auto een luxe auto wordt, die bedoeld is voor mensen met een bovenmodaal inkomen. De mensen uit deze doelgroep hebben meestal een leeftijd van tussen de 40 en de 60. Meestal zijn het de mannen die de auto willen, maar de vrouwen die bepalen welke auto er gekocht wordt.

figuur 3 - Mensen uit de doelgroep

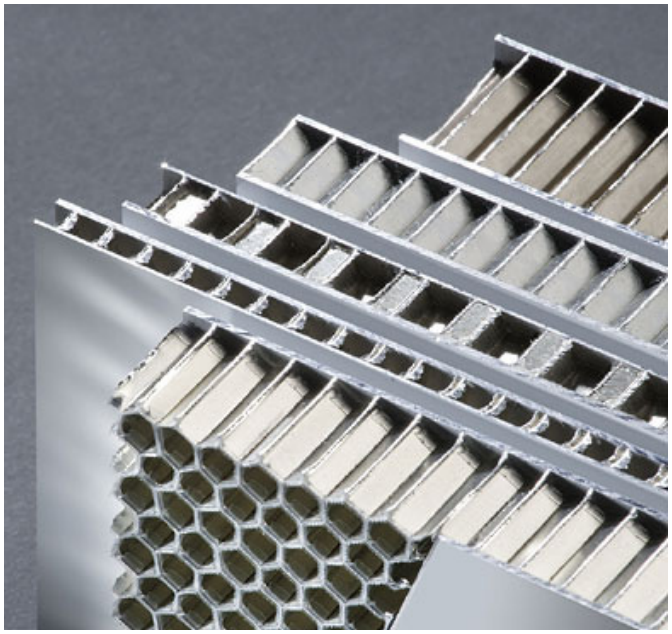
De concurrentie

In het executive segment zijn nog meer merken aanwezig, het zijn vooral de grote Duitse merken die de markt domineren. Mercedes, Audi en BMW zijn de grootste spelers, maar andere merken waaronder Volvo, Lexus, Saab, Renault, Citroën en Alfa Romeo hebben ook modellen in dit segment. Voor Avions Voisin is het van belang om zich te onderscheiden van deze grote merken, omdat klanten eerder voor de gevestigde norm kiezen dan een nieuw merk dat zijn eerste auto op de markt zet bij gelijkwaardige producten. Avions Voisin probeert zich te onderscheiden door gebruik te maken van een innovatieve productiemethode, het materiaalgebruik, een uitgesproken stijl en slimme oplossingen zoals een innovatief koelsysteem en deuren zonder drempel.

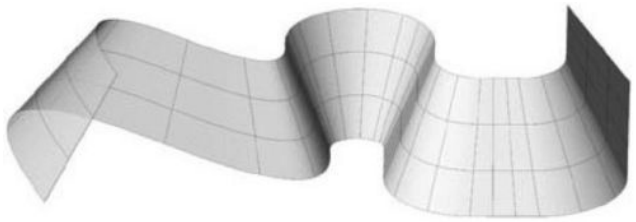
De productie

Omdat Avions Voisin niet het startkapitaal, de middelen, de expertise of de afzet heeft die de grote merken hebben, is er gezocht naar een andere methode om een auto te produceren zonder de prijs van het eindproduct te verhogen. De oplossing is gevonden in het gebruik van een andere productiemethode. In plaats van een chassis dat bestaat uit staal is er gekozen voor een chassis dat bestaat uit AluCore (figuur 4).

AluCore is een plaatmateriaal dat bestaat uit twee lagen aluminium, met daartussen een laag van aluminium in een honingraatstuctuur. Het eindresultaat is een bijzonder stevige lichtgewicht plaat. Door deze platen aan elkaar te plakken met lijm van hoge kwaliteit is het chassis gemaakt. Over dit chassis kan vervolgens de carrosserie worden gemaakt met behulp van plaatmateriaal van een aluminium legering. Dit materiaal is met de hand te bewerken zolang er alleen enkelgekromde oppervlakken (figuur 5) worden gebruikt. Het volledige ontwerp van de Avions Voisin A-JT bestaat dan ook uit enkelgekromde oppervlakken.



figuur 4 - AluCore



figuur 5 - Voorbeeld van enkelgekromde oppervlakken

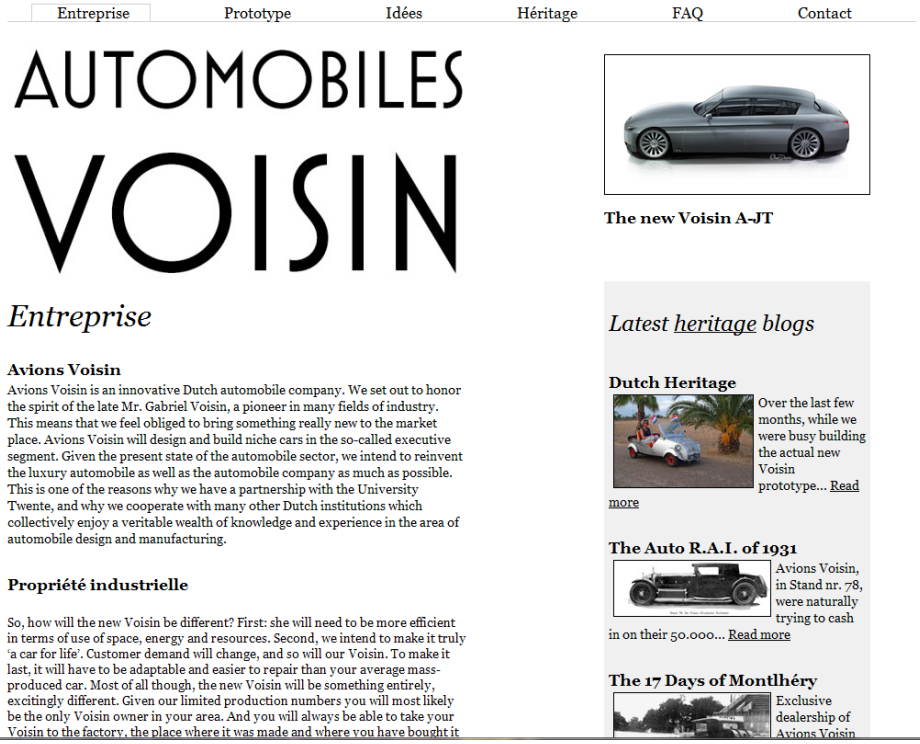
Deze productiemethode is uniek en bespaart Avions Voisin een fortuin aan investeringskosten. Gezien de A-JT met de hand in elkaar wordt gezet, mikken ze op een productieaantal van 20 voertuigen per jaar. Dit productieaantal betekent voor deze opdracht dat de toolingkosten zo laag mogelijk moeten worden gehouden. Dit houdt in dat productiemethoden met hoge opstartkosten, zoals bijvoorbeeld het spuitgieten van kunststoffen, niet tot de mogelijkheden behoren.

De stijl van Avions Voisin

Om de stijl van Avions Voisin beter te kunnen begrijpen is het verstandig om verschillende aspecten van het merk te bekijken.

De website (figuur 6)

Allereerst is de website van Avions Voisin bekeken [1]. Dit is het digitale visitekaartje van het merk. De website heeft een klassieke minimalistische look. Het overwegend witte en overzichtelijke ontwerp past bij de functionalistische ideologie van Gabriel Voisin. Verder is de naam van het merk duidelijk aanwezig. Deze naam staat geschreven in een duidelijk schreefloos lettertype, terwijl de rest van de tekst op de site in een schreef lettertype wordt weergegeven. De site bevat veel informatie over het verleden van het merk en over de innovatieve oplossingen die in de auto worden verwerkt. Verder komt het ontwerp van de Avions Voisin A-JT uitgebreid aan bod. Deze onderwerpen geven aan waar de nadruk op ligt bij Avions Voisin.



figuur 6 - De website van Avions Voisin

De Avions Voisin A-JT (figuur 7 & figuur 8)

De auto is zelf misschien nog wel de beste definitie van de stijl van het merk. Zoals eerder is beschreven is de carrosserie van de auto volledig opgebouwd uit enkelgekromde oppervlakken. Dit geeft de auto een bijzonder stilistisch uiterlijk. De lijnen zien er bijzonder strak en elegant uit. De relatief kleine koplampen en achterlichten en hun vorm stralen een chique en luxueus beeld uit. De grote grill aan de voorkant en de onderste lijn daarvan, zijn een referentie naar de Dynastart motor van het Avions Voisin van het verleden. De grill geeft de auto vooral een gevoel van zelfverzekerdheid en kracht.

figuur 7 - Een schets van de Avions Voisin A-JT door Oliver Davina

Marktanalyse

Naast de stijlanalyse is er ook een marktanalyse uitgevoerd. Dit zorgt voor een kennis van de markt en levert inzicht in de manieren waarop de ontwerpen voor Avions Voisin zich kunnen onderscheiden van die van concurrerende merken. Deze analyse is gedaan door afbeeldingen van dashboards, instrumentenpanelen en stuurwielen van andere auto's op te zoeken en te vergelijken. Er is in twee categorieën gezocht: concurrerende modellen en duurdere modellen.

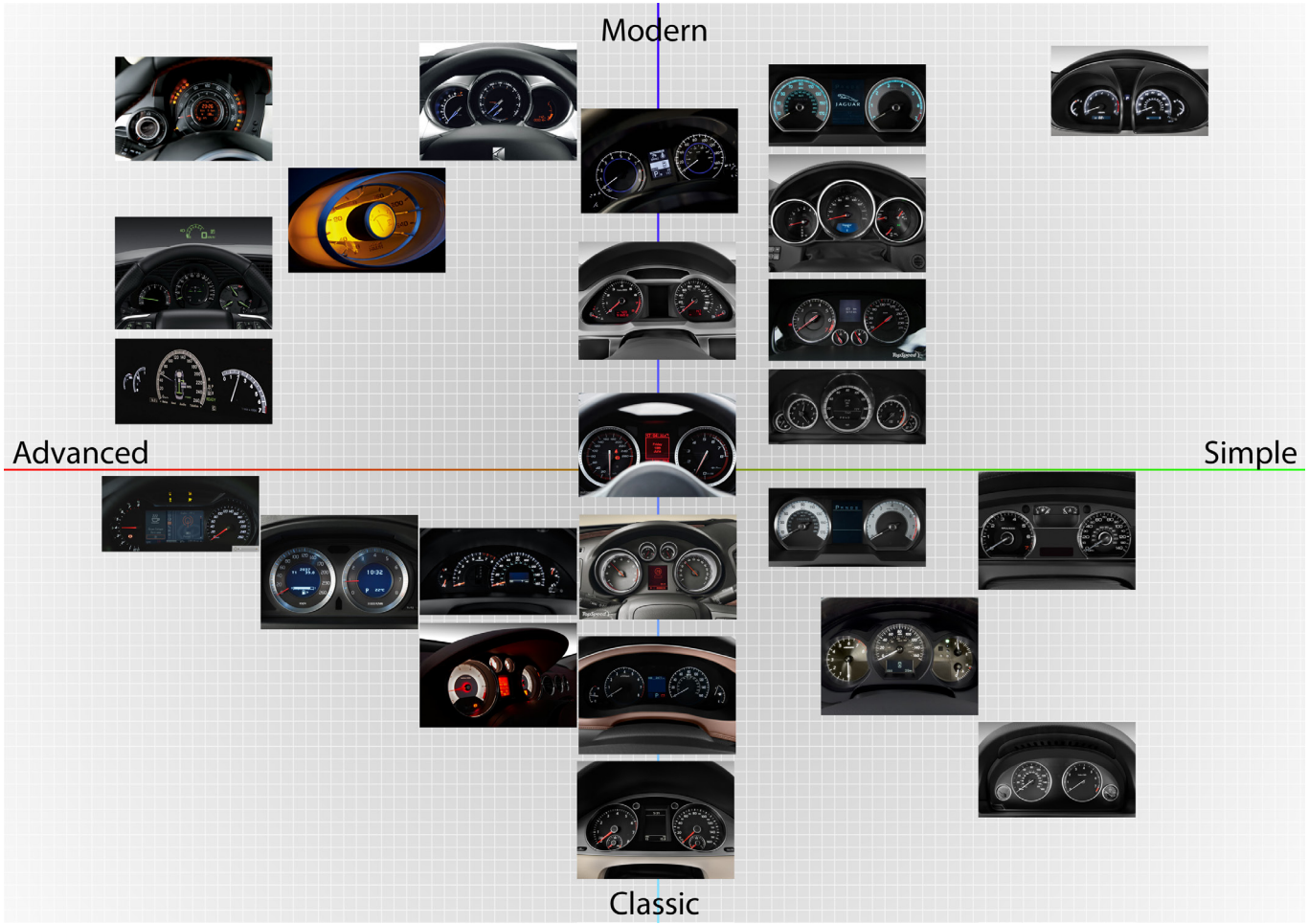
figuur 8 - Een schets van de Avions Voisin A-JT door Oliver Davina

Concurrerende modellen om te zien wat er te verwachten valt in een auto van een dergelijke prijs. De duurdere modellen om te onderzoeken waarom die sturen passen bij de unieke uitstraling van de auto's uit deze prijscategorie.

In de analyse zijn de concurrerende instrumentenpanelen en stuurwielen gescheiden gehouden om te bepalen hoe ontwerpen zich kunnen onderscheiden van de concurrenten. De uiteindelijke analyse bestaat hierdoor uit vier delen, namelijk:

- De concurrerende instrumentenpanelen
- De duurdere instrumentenpanelen
- De concurrerende stuurwielen
- De duurdere stuurwielen

Door de twee eigenschappen te bepalen die bij het huidige aanbod het meest varieren, kan er een matrix worden gemaakt waarin afbeeldingen van modellen van concurrenten en duurdere auto's worden ingedeeld. Als er genoeg modellen in de matrix zijn geplaatst, is te zien welke combinaties van de twee eigenschappen veel voorkomen en welke weinig danwel niet voorkomen. Grotere afbeeldingen van de matrices zijn te vinden in bijlage A.



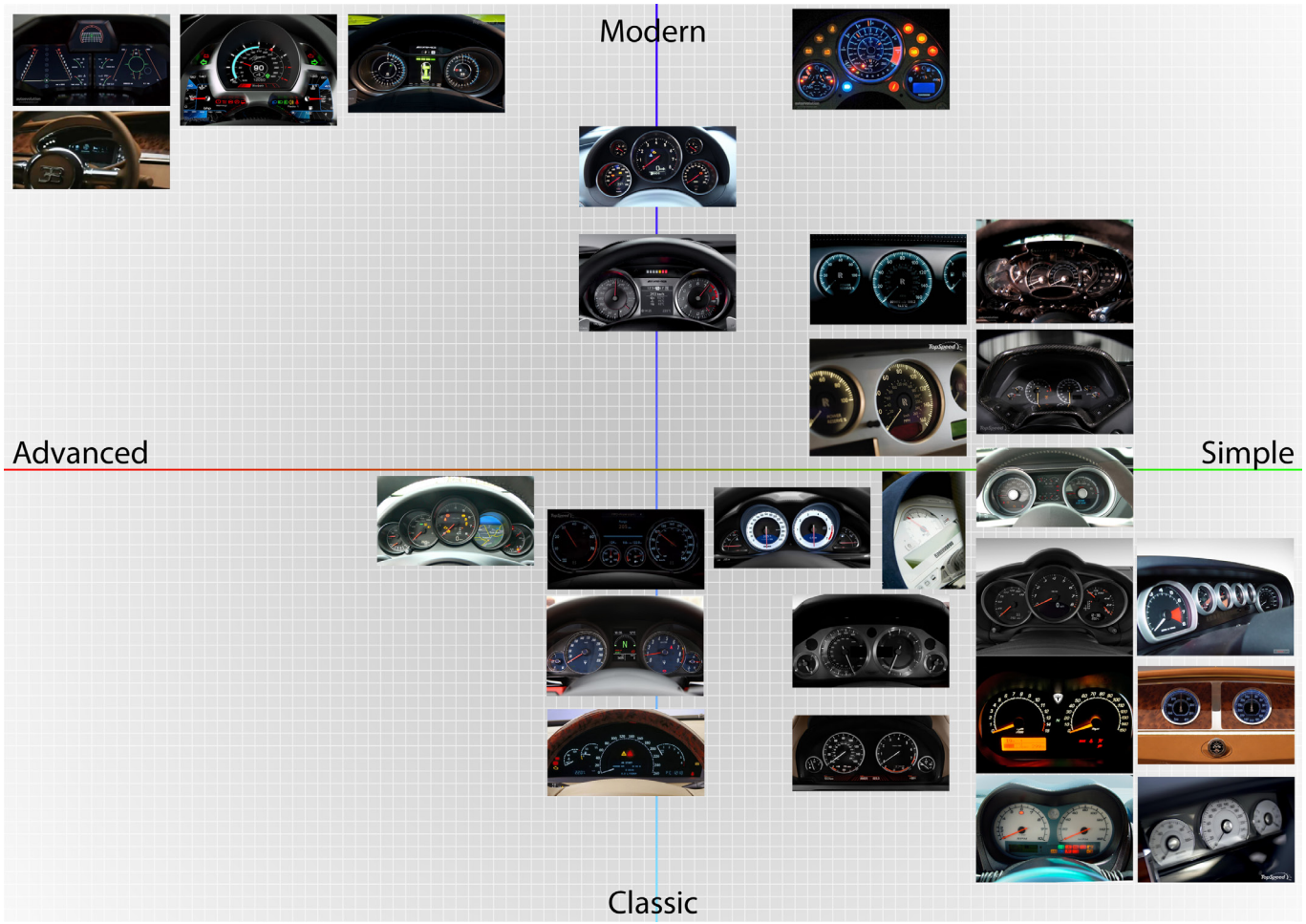
figuur 9 - De matrix van de instrumentenpanelen van concurrenten

Instrumentenpanelen

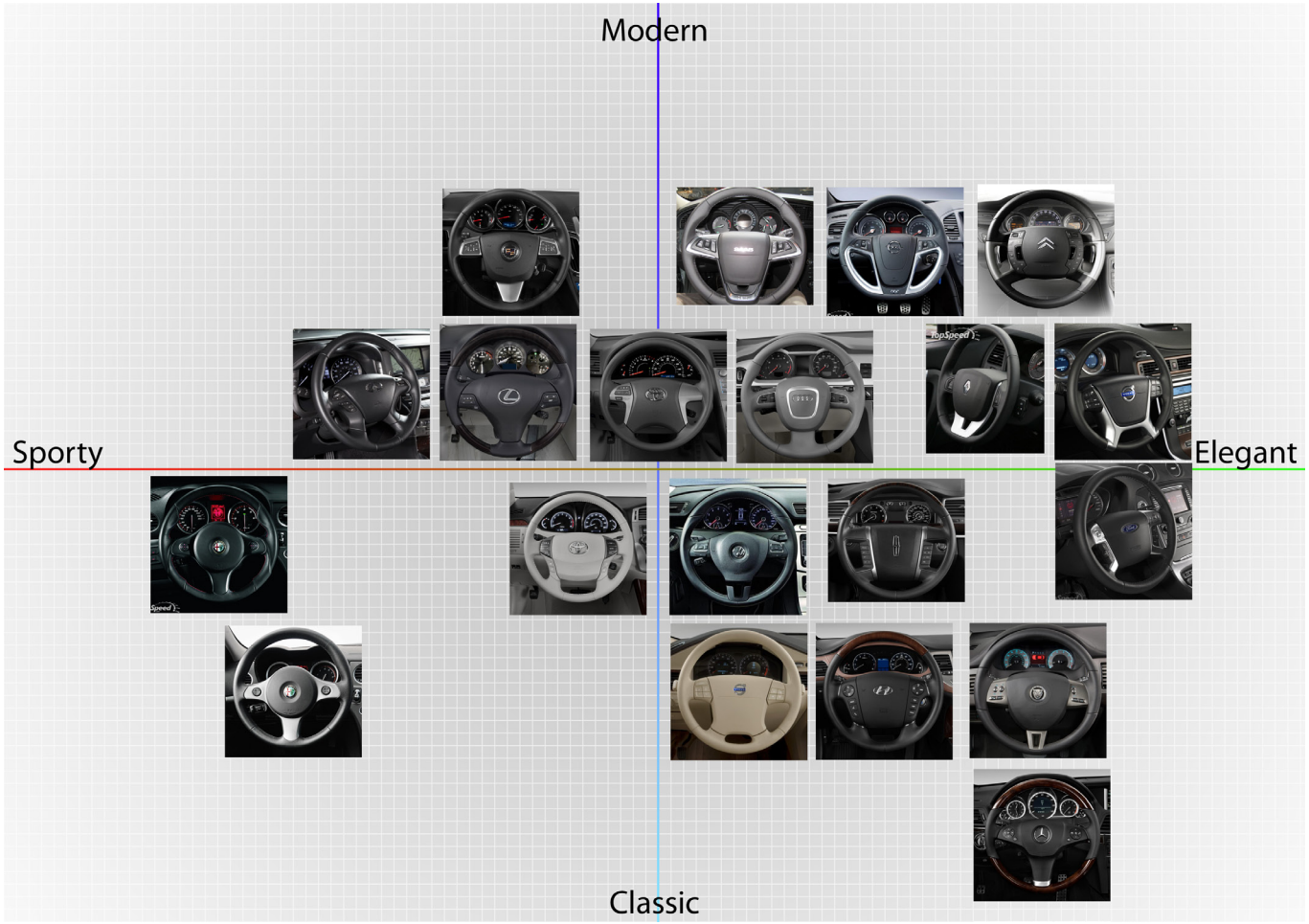
De matrix van de instrumentenpanelen bevat een as die de vormgeving beschrijft. Deze loopt van klassiek tot modern. Daarnaast bevat de matrix een as die de technologische geavanceerdheid beschrijft. Deze as loopt van simpel naar geavanceerd.

Opvallend is dat bij de concurrerenten (figuur 9), de instrumentenpanelen dichter op de centrale assen blijven en veelal een combinatie gebruiken van een licht modern uiterlijk dat gecombineerd is met een redelijk geavanceerde technologie. Opvallend is ook dat de gevestigde merken dicht op elkaar blijven en dat het de nieuwe vaak oosterse merken zijn die de meer gedurfde ontwerpen hanteren.

De verdeling van de instrumentenpanelen in de duurdere klasse verschilt nogal van de concurrerende modellen. De matrix van deze modellen is weergegeven in figuur 10. Het meest opvallend is dat er minder merken in het centrum van de assen te vinden zijn. Veel van merken proberen zich duidelijk te onderscheiden door juist klassieke of moderne stijlen toe te passen. Bovendien verschilt de technologische geavanceerdheid ook meer. De geavanceerdheid komt ook vaker overeen met de gekozen vormgeving, een klassiekere stijl betekent vaak ook een simpeler ontwerp.



figuur 10 - De matrix van de instrumentenpanelen van duurdere auto's



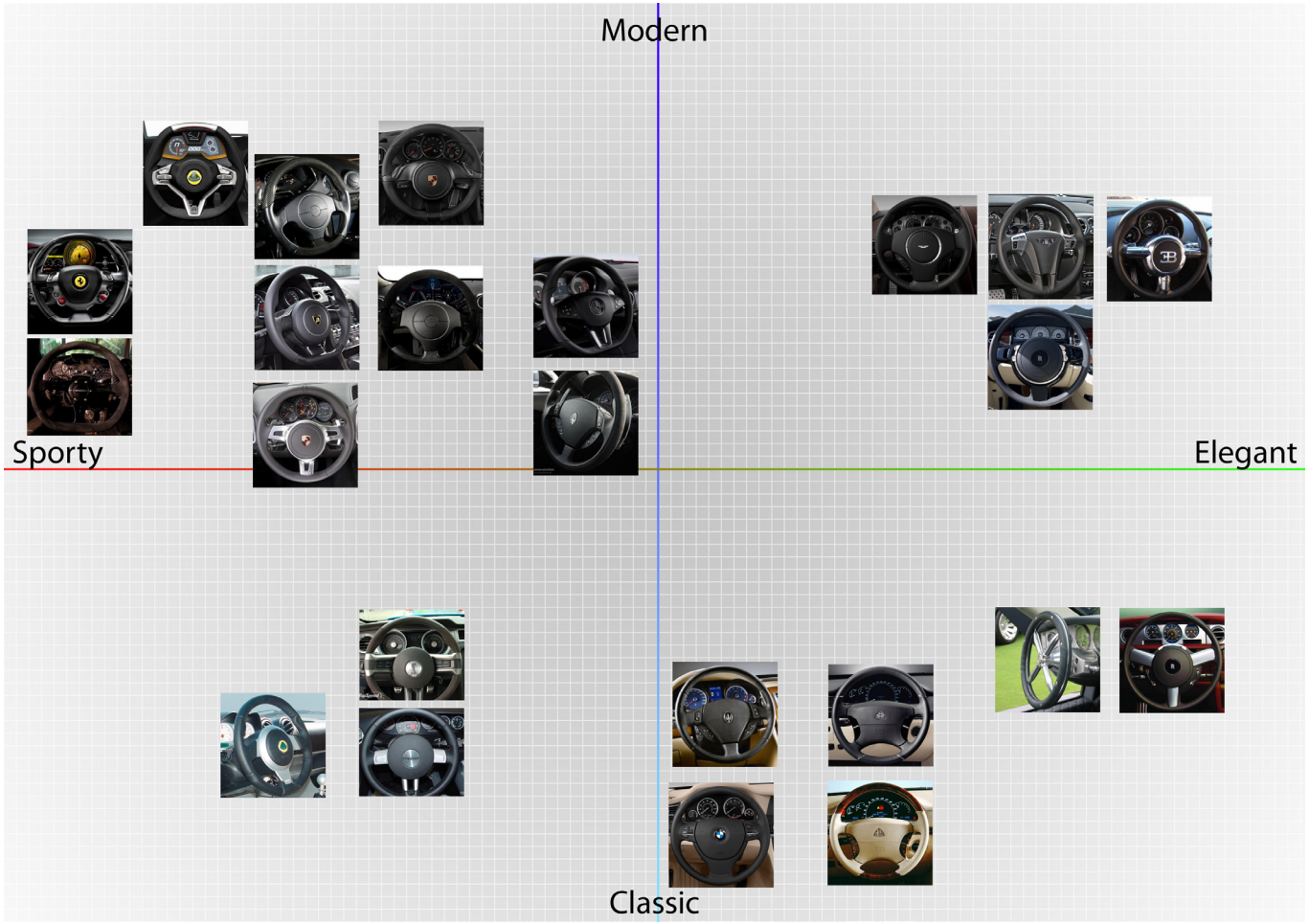
figuur 11 - De matrix van de stuurwielen van concurrerende auto's

Stuurwielen

De matrix van de stuurwielen bevat twee assen die de vormgeving beschrijven. De eerste as loopt wederom van klassiek tot modern en de tweede as gaat van elegant naar sportief.

Ook bij de stuurwielen is duidelijk te zien dat bij de concurrerende voertuigen de vormgeving dichter bij elkaar ligt. Dit is te zien in figuur 11. Het merendeel van de stuurwielen uit deze prijsklasse bevindt zich wederom in het midden van de matrix. Dit levert ontwerpen op die niet een uitgesproken vormgeving bevatten.

Bij de modellen uit de duurdere prijsklasse, uit figuur 12, is wederom te zien dat de merken zich meer proberen te onderscheiden van elkaar. Er worden duidelijkere keuzes gemaakt wat betreft de vormgeving. Wel opvallend is dat er in deze categorie eigenlijk vier afzonderlijke groepen zijn. Namelijk de grote groep moderne sportieve stuurwielen, de kleine groep klassieke sportieve stuurwielen en de twee middelgrote groepen van de moderne elegante stuurwielen en de klassieke elegante stuurwielen.



figuur 12 - De matrix van de stuurwielen van duurdere auto's

Conclusies

Uit de merkanalyse van het merk Avions Voisin komt naar voren dat een belangrijke wens van Avions Voisin is, om zich te onderscheiden van de concurrent. Daarnaast mogen er geen onnodige versiersels aan de ontwerpen zitten. Als deze gegevens worden gecombineerd met de marktanalyse zijn verscheidene conclusies te trekken. Zo is duidelijk geworden dat de ontwerpen voor het instrumentenpaneel een combinatie moeten zijn van een klassieke vormgeving en een eenvoudig ogend technologisch principe. Daarnaast moet het ontwerp voor het stuurwiel een combinatie zijn van een klassieke en een elegante vormgeving.

Pookjes

Voor de pookjes is geen apart marktonderzoek uitgevoerd. De reden hiervoor is dat de prioriteit bij deze opdracht qua vormgeving ligt bij het stuurwiel en het instrumentenpaneel, omdat deze onderdelen meer in het zicht van de bestuurder liggen. De vormgeving van de pookjes moet wel passen bij de vormgeving van het stuurwiel en het instrumentenpaneel. Congruentie in een ontwerp zorgt er namelijk voor dat de geschatte waarde van het product hoger wordt ingeschat [2].

Regelgeving Rijksdienst voor wegverkeer

Voordat een auto de weg op mag in Nederland moet deze voldoen aan de regels opgelegd door de Rijksdienst voor wegverkeer. Welke regels aan voldaan moet worden hangt af van de oplage waarin de auto wordt geproduceerd. De RDW kan een typegoedkeuring afgeven voor een serie, waardoor alle auto's uit de serie automatisch goedgekeurd worden. Dergelijke typegoedkeuringen hebben echter strenge eisen. Gezien Avions Voisin zich richt op een productieaantal van 20 auto's per jaar, is door Avions Voisin de keuze gemaakt hier niet naar te streven. Wel moet voldaan worden aan een individuele keuring per auto, de regels hiervoor zijn minder streng dan die van een typegoedkeuring.

Er is gekeken naar de richtlijnen waar een auto aan moet voldoen om een typegoedkeuring te krijgen, om te zien wat belangrijke punten zijn om rekening mee te houden tijdens het ontwerpproces. In de bijlage B zijn een aantal belangrijke passages uit deze richtlijnen gegeven. Onderstaand zijn per onderdeel een aantal punten samengevat.

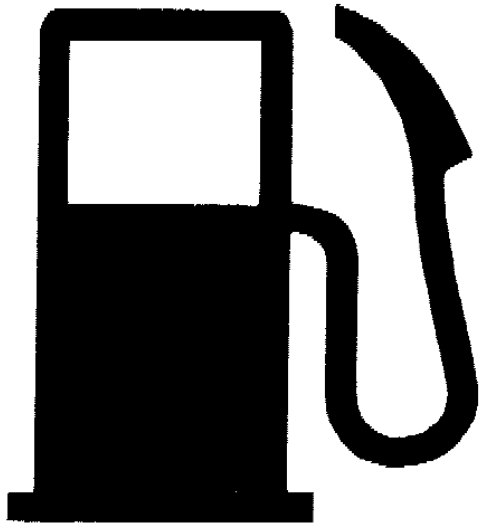
De snelheidsmeter moet zowel bij dag als bij nacht duidelijk af te lezen zijn, dus goed zichtbaar voor de bestuurder met een duidelijke schaalverdeling.

De snelheidsmeter moet een schaalverdeling hebben met intervallen van maximaal 30 kilometer per uur. Deze intervallen hoeven niet uniform te zijn.

De bestuurder moet in geval van een defect worden gewaarschuwd, volgens de richtlijnen moet dit met behulp van een auditief of een visueel signaal.

Er zijn symbolen voor verschillende defecten en aanduidingen vastgelegd, hiervan mag niet worden afgeweken. Een voorbeeld hiervan is het symbool voor de aanduiding van het brandstofniveau, weergegeven in figuur 13.

Er dient rekening te worden gehouden met uitstekende delen, dit om te voorkomen dat de bestuurder of een passagier zich hier aan kan verwonden.



figuur 13 - Verplicht symbool van het brandstofniveau

figuur 14 - Het stuurwiel van de Audi A6 Avant

Detailonderzoek

Voordat er begonnen kan worden met het ontwerpen is het belangrijk dat de originele Audi onderdelen goed zijn bestudeerd. Hieronder staat per onderdeel een gedetailleerde uitwerking.

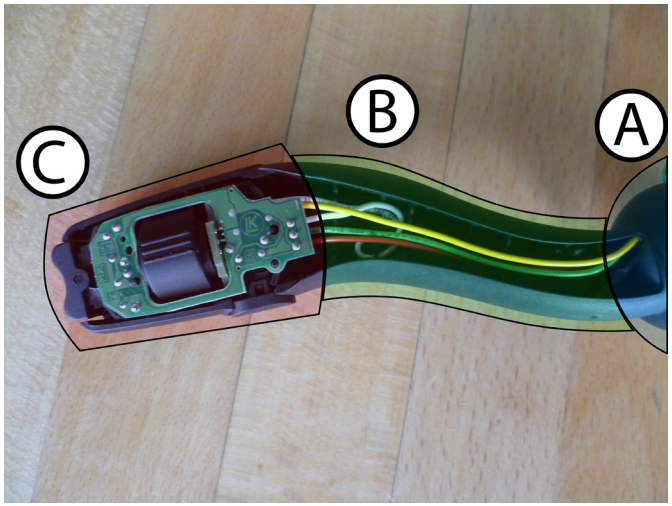
Stuurwiel

Het stuurwiel is weergegeven in figuur 14. Te zien is dat het twee draaibare schakelaars bevat, de één is voor de boordcomputer en de ander is voor het volume van de radio. Daarnaast zijn er nog twee knoppen, de één is voor de carkit en de ander is om mode te wisselen van de radio. Naast deze knoppen en schakelaars functioneert het centrale deel van het stuurwiel als knop voor de claxon en de behuizing van de airbag. Qua technische uitwerking ligt bij deze opdracht de nadruk op de uitwerking van het instrumentenpaneel en de pookjes, van het stuurwiel zal slechts een zichtmodel worden gemaakt. Vandaar dat het detailonderzoek van dit onderdeel niet de interne componenten behandelt.

Pookjes

Een overzichtsfoto van de pookjes is te vinden in figuur 15. Linksboven is het richtingaanwijzerpookje, met dit pookje kan de rightingaanwijzing en de verlichting worden bestuurd. Rechtsboven is het ruitenwisserpookje, hiermee kunnen de beide ruitenwissers worden ingeschakeld, daarnaast is er een draaibare schakelaar aanwezig waarmee het interval van de voorste ruitenwisser ingesteld kan worden. Dit pookje heeft verder twee knopjes waarmee de boordcomputer kan worden bestuurd en nog één knopje om de kilometerstand mee te resetten. Als laatste is er linksonder een pookje om de cruise control mee in te stellen, dit pookje bevat één knopje om de huidig gereden snelheid mee vast te zetten.

figuur 15 - De stuurkolom van de Audi A6 Avant met de pookjes



figuur 16 - De verschillende delen van de pookjes

De pookjes bestaan uit drie gedeeltes, namelijk de basis met daarin de mechaniek (deel a in figuur 16), het staafje (deel b in figuur 16) en het uiteinde van het staafje (deel c in figuur 16) met daarin de elektronica.

figuur 17 - De verende pen

Basis met mechaniek

Dit deel van het pookje is verantwoordelijk voor de weerstand en de posities waarin het pookje kan worden gezet. Dit werkt met behulp van een verende pen (figuur 17) die in een gesmeerde kom met putjes (figuur 18) kan bewegen. De onderdelen van dit deel zijn dusdanig complex dat het voor Avions Voisin niet mogelijk is om er zelf een geschikt alternatief voor te ontwerpen. Dus zullen deze delen van de pookjes worden hergebruikt in het uiteindelijke ontwerp.

figuur 18 - De gesmeerde kom met putjes

Staafje

Het staafje is verantwoordelijk voor het begeleiden van kabels naar de printplaat. Bovendien zorgt het staafje ervoor dat de bestuurder de mechaniek in de basis kan besturen. Zoals te zien is in figuur 16 en figuur 19 bevat het staafje alleen kabels bij het ruitenwisserpookje en bij het cruise controlpookje. Bij het linkerpookje is het zelfs volledig leeg.

figuur 19 - Het binnenwerk van het cuise controlpookje

Uiteinde van het staafje met daarin de elektronica

Dit deel van het pookje bevat alle elektronica die nodig is om de signalen van de knopjes door te geven aan de boordcomputer. Bij het ruitenwisserpookje is het printplaatje 25 bij 56 bij 12 mm. Bij het cruise control pookje is het printplaatje 18 bij 42 bij 12 mm.

figuur 20 - Het originele instrumentenpaneel van de Audi A6 Avant

Instrumentenpaneel

Het originele instrumentenpaneel van de Audi is te zien in figuur 20.

Hoe het instrumentenpaneel eruit ziet zonder de buitenste behuizing is te zien in figuur 21.

figuur 21 - Het originele instrumenten paneel zonder behuizing

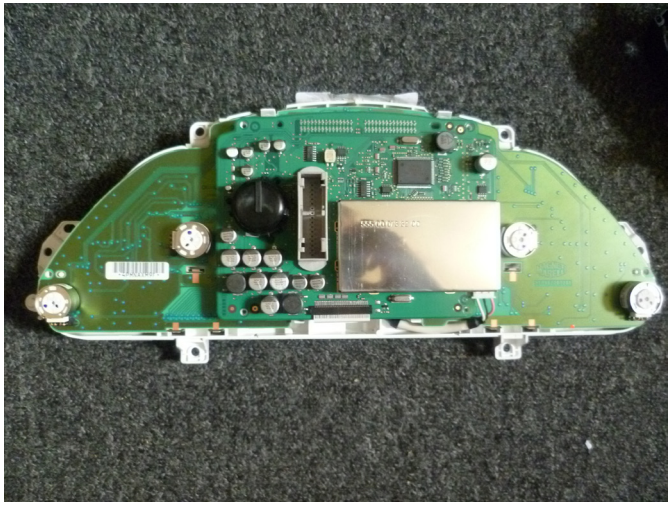
De belangrijkste componenten van dit instrumentenpaneel zijn de snelheidsmeter, toerenteller, de watertemperatuurmeter, de brandstofmeter en de displays van de boordcomputer. Daarnaast zijn er ook nog verscheidene waarschuwinglichtjes in het instrumentenpaneel geplaatst.

Opvallend aan het instrumentenpaneel is de plaatsing van de toerenteller, deze is namelijk aan de linkerkant geplaatst terwijl de meeste auto's deze aan de rechterkant hebben. Als het instrumentenpaneel verder uit elkaar wordt gehaald is te zien hoe het instrumentenpaneel werkt. Dit is uit te leggen aan de hand van de foto's van het binnenwerk.

Motortjes

Er zit per meter een motortje op de printplaat, dit is zichtbaar in figuur 22. Al deze motortjes zijn van hetzelfde type, namelijk de PM20T-036-MMB0 van het merk NMB. Het blijkt dat dit type motor niet op hun website of in hun catalogus staat. Gezien het merk ook specifieke ontwerpen maakt voor klanten is het niet ondenkbaar dat dit type niet op de site staat omdat het ontwikkeld is in opdracht van Audi.

Wel blijkt dat uit het typenummer wat informatie over de motortjes te krijgen is. Zo staat “PM” voor permanent magnet, staat “20” voor de diameter in mm van het motorblokje en staat “036” voor het gegeven dat het motortje 36 stappen per omwenteling heeft. Deze motortjes zijn aan de achterkant bevestigd aan de printplaat met een drietal soldeerverbindingen.

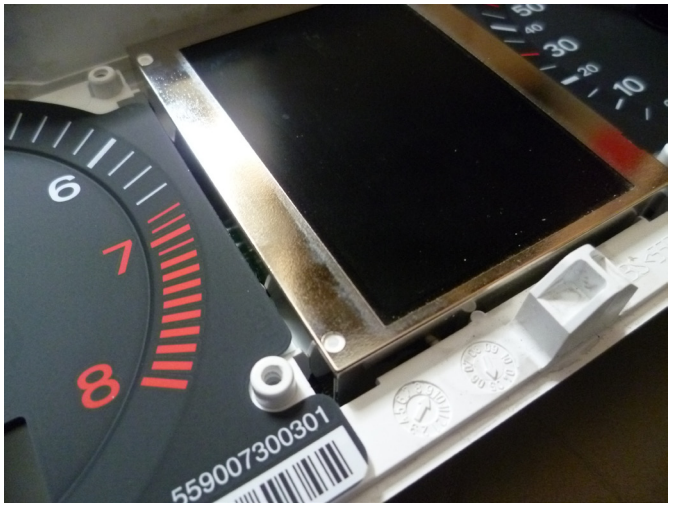


figuur 22 - De achterkant van de printplaat met de vier motortjes erop

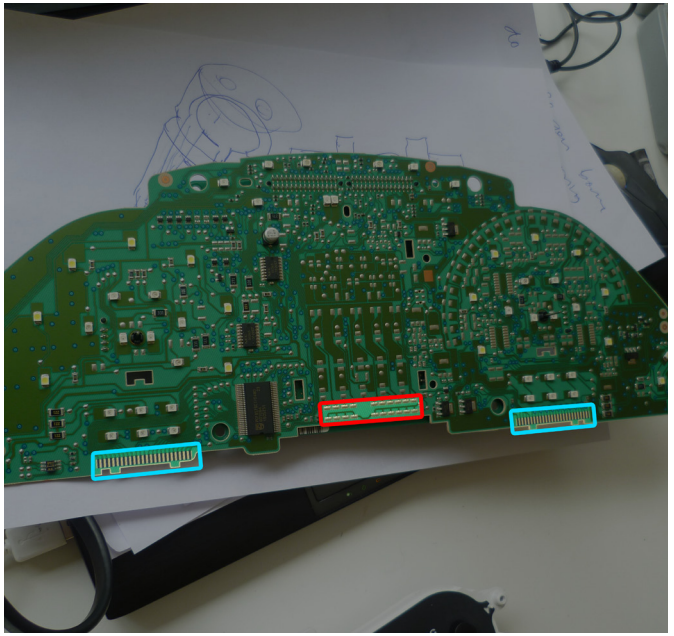
Schermen

In het instrumentenpaneel zitten maar liefst drie schermen, twee kleine en één grote. Een close-up van het grote scherm is te zien in figuur 23. Dit scherm kan veel informatie weergeven, zoals foutmeldingen, gegevens over de buitentemperatuur, informatie over de deuren en de zenderinformatie van de radio. Deze display is verbonden met de printplaat met een aantal contactpunten, dit is te zien in het rood omlijnde deel in figuur 24.

Naast het grote scherm zijn er dus twee kleine displays in het instrumentenpaneel dit is te zien in figuur 20. De twee kleine schermen zijn 22 bij 42 bij 2 mm. Het linkerschermpje geeft de tijd weer en het rechterschermpje geeft de kilometerstand weer. Deze displays zijn aangesloten op de printplaat met behulp van een kunststof verbinding met daarin geleidende banen. Waar dit contact plaatsvindt is weergegeven in de blauw omlijnende delen in figuur 24.



figuur 23 - Een close-up van het grote scherm



figuur 24 - De voorkant van de printplaat met de contactpunten

Vooronderzoek Ergonomie

De plaatsing van de ontwerpen is sterk afhankelijk van de ergonomische aspecten. Deze plaatsing heeft gevolgen voor de afmetingen van onderdelen en het zicht van de bestuurder op belangrijke informatie. Daarom worden de ergonomische aspecten van de Avions Voisin A-JT onderzocht.

Verkregen informatie

Allereerst zijn er gegevens verkregen aan de hand van het afstudeerverslag van Oliver Davina [3], de hoofdontwerper van Avions Voisin en tevens afgestudeerd industrieel ontwerper van de Universiteit Twente. Deze gegevens hielden in dat het stuur op 640 mm vanaf de vloer van de auto moest worden geplaatst en op 550 mm vanaf het schutbord. Daarnaast waren er posities van het heupbot gegeven aan de hand van zijn onderzoek. Deze afmetingen waren respectievelijk:

Voor de p5 vrouw:
870 mm vanaf het schutbord
365 mm vanaf de vloer

Voor de p95 man:
1050 mm vanaf het schutbord
275 mm vanaf de vloer

Gemeten informatie

Om een beter beeld te krijgen van dergelijke afstanden in auto's zijn metingen uitgevoerd van bepaalde afstanden in het interieur van twee bestaande auto's.

De betreffende voertuigen waren:

- Een BMW 525d Touring e39
- Een New Mini Cooper

De metingen zijn uitgevoerd met personen van de volgende lengtes:

172 cm
Deze lichaamslengte komt overeen met p12 van de Nederlandse man

184 cm
Deze lichaamslengte komt overeen met p61 van de Nederlandse man

192 cm
Deze lichaamslengte komt overeen met p89 van de Nederlandse man

De waarden van p zijn bepaald aan de hand van de database van de website "DINED" van de Technische Universiteit Delft. In deze database zijn de gegevens gebruikt van de metingen van lichaamslengtes van mannen tussen de 20 en de 60 jaar oud uit 2004. [4]

De volgende afstanden zijn gemeten:

- Afstand tussen de positie van de ogen en de grond
- Afstand tussen het centrum van het stuur en de grond
- Afstand tussen de positie van de ogen en het instrumentenpaneel
- Afstand tussen de positie van de ogen het centrum van het stuur
- Afstand tussen de grond en de vloer van de auto

De gevonden waarden zijn weergegeven in figuur 25 (te vinden op de volgende pagina).

Gemeten informatie

New Mini Cooper			
afstand grond-vloer v/d auto	24		
afstand grond-instrumenten	92		
afstand vloer-instrumenten	68		
buitendiameter stuur	38		
binnendiameter stuur	35.5		
lichaamslengte inzittende	**p12 man**	**p61 man**	**p89 man**
lichaamslengte in cm	172	184	192
afstand grond-ogen	113	113	117
afstand grond-stuuras	85	89	87
lichaamslengte inzittende	**p12 man**	**p61 man**	**p89 man**
afstand vloer-ogen	89	89	93
afstand vloer -stuuras	61	65	63
afstand klok-oog	59	66	68
afstand stuur-oog	44	51	53

BMW 525d Touring e39			
afstand grond-vloer v/d auto	24		
afstand grond-instrumenten	94		
afstand vloer-instrumenten	70		
buitendiameter stuur	37		
binnendiameter stuur	35		
lichaamslengte inzittende	**p12 man**	**p61 man**	**p89 man**
lichaamslengte in cm	172	184	192
afstand grond-ogen	109	115	115
afstand grond-stuuras	88	90	85
lichaamslengte inzittende	**p12 man**	**p61 man**	**p89 man**
afstand vloer-ogen	85	91	91
afstand vloer-stuuras	64	66	61
afstand klok-oog	67	70	72
afstand stuur-oog	42	47	49

figuur 25 - Een tabel met daarin de gemeten afstanden

Deze afstanden tussen onderdelen zijn van belang omdat ze invloed hebben op het zicht op het instrumentenpaneel en de leesbaarheid daarvan.

Zicht op het instrumentenpaneel

Het is van cruciaal belang dat de bestuurder van de Avions Voisin ook de informatie op het instrumentenpaneel kan zien. Kortom de locatie en de afmetingen van het stuurwiel en het instrumentenpaneel moeten op elkaar worden afgestemd. Om dit al tijdens de ontwerpfase te kunnen doen dient er een manier gevonden te worden om het zicht van de bestuurder te simuleren. In het CAD programma SolidWorks kunnen renders gemaakt worden met behulp van een virtuele camera. Door de instellingen van deze virtuele camera dusdanig in te stellen dat hij een realistisch beeld weergeeft van het menselijk zichtveld, kan dit worden gerealiseerd. Uit het onderzoek van Panero en Zelnick [5] blijkt dat het primaire menselijke zicht met behulp van een camera kan worden nagebootst die een verticale hoek van 55 graden bestrijkt en een horizontale hoek van 120 graden.

Deze gegevens kunnen dus worden gebruikt om een goede simulatie te maken van het zicht op het instrumentenpaneel.

Leesbaarheid

Naast het zicht op het instrumentenpaneel dient er ook te worden bekeken hoe de leesbaarheid van de informatie op het instrumentenpaneel kan worden geoptimaliseerd.

Tijdens dit vooronderzoek is er gezocht naar richtlijnen om dit te realiseren. Uit [6] blijkt dat er een formule is waarmee de minimale grootte voor de leestekens kan worden berekend. Deze grootte is afhankelijk van de afstand tussen het oog van de bestuurder en het instrumentenpaneel. Om een goed leesbare tekst weer te geven moet de tekst namelijk een hoek bestrijken van 0.007 radialen in het oog van de bestuurder. Aan de hand van dit gegeven kan een formule worden opgesteld waarmee de minimale leestekengrootte kan worden bepaald. Deze formule is als volgt:

A = 0.007*B

Waarbij geldt:
A = De minimale leestekengrootte in mm.
B = De afstand tussen het oog van de bestuurder en het instrumentenpaneel in mm.

Naast de grootte van de leestekens zijn er nog meer eigenschappen van de leestekens van invloed op de leesbaarheid. Zo is er in [7] bewezen dat schreefloze lettertypes als Helvetica en Geneva beter leesbaar zijn dan schreeflettertypes zoals London. Opvallend is wel dat deze eigenschap minder invloed heeft dan bijvoorbeeld het contrast of de grootte van de leestekens.

Een derde eigenschap die van belang is voor de leesbaarheid, is de keuze voor een donkere tekst op een lichte achtergrond of andersom. Uit [8] blijkt dat een lichte tekst op een donkere achtergrond beter is voor het gebruik in instrumentenpanelen omdat een donkere achtergrond minder risico oplevert op schittering in de ogen van de bestuurder.

Programma van Eisen

Het Programma van Eisen is een leidraad die in acht dient te worden genomen tijdens het ontwerpen van concepten en tijdens de detaillering van deze concepten. De eisen zijn samengesteld aan de hand van de onderzoeken uit de voorgaande paragrafen van dit hoofdstuk.

	Eis	Technische specificatie
Vormgeving & Stijl		
1	Alle onderdelen moeten passen bij het exterieur van de auto, oftewel bij de functionalistische vormgeving die past bij de volgende omschrijvingen: chique, elegant, minimalistisch, strak, zelfverzekerd en luxueus.	Geometrische vormen, geen overbodige elementen
2	Alle onderdelen moeten een uiterlijk hebben dat onderscheidend is van de concurrenten.	
a	De vormgeving van het stuur moet een combinatie zijn van klassiek en eenvoud	Het stuur moet in de klassieke eenvoudige hoek van de matrix te plaatsen zijn
b	De vormgeving van het instrumentenpaneel moet een combinatie zijn van klassiek en elegant	Het instrumentenpaneel moet in de klassieke elegante hoek van de matrix te plaatsen zijn
3	De te ontwerpen onderdelen moeten samen een congruent beeld geven	Elementen zoals vorm, kleur en materiaal moeten terugkomen in alle ontwerpen
Regelgeving RDW		
4	De snelheidsmeter moet zowel bij dag als bij nacht goed af te lezen zijn	
a	Overdag moet de reflectie van zonlicht beperkt zijn	*
b	s nachts moet de snelheidsmeter verlicht zijn	*
5	De snelheidsmeter moet een schaalverdeling bevatten die aan de wettelijke eisen voldoet	Intervallen van maximaal 30 kilometer per uur
6	De bestuurder moet in het geval van een defect gewaarschuwd worden	In het geval van een defect wordt de bestuurder gewaarschuwd met behulp van een auditief of een visueel signaal
7	Het nieuwe instrumentenpaneel moet voorzien zijn van de verplichte symbolen	De verplichtte symbolen zijn te vinden in bijlage xx
Samenwerking met originele onderdelen		
8	Het nieuwe instrumentenpaneel moet het originele grote scherm kunnen bevatten	Er dient een ruimte van 70 bij 87 bij 10 mm te worden gereserveerd voor de plaatsing van het originele grote scherm
9	Het nieuwe instrumentenpaneel moet de twee originele kleine schermen kunnen bevatten	Er dient twee maal een ruimte van 22 bij 42 bij 2 mm te worden gereserveerd voor de plaatsing van de twee originele kleine schermen

10	De nieuwe pookjes moeten de originele printplaatjes kunnen bevatten	Voor het richtingaanwijzerpookje geldt dat er een ruimte moet worden geboden van 25 bij 56 bij 12 mm. Voor het cruise controlpookje is dit 18 bij 42 bij 12 mm.
11	Het nieuwe instrumentenpaneel moet de vier originele motortjes kunnen bevatten	Er dient vier maal een ruimte van 21 bij 20 bij 13 mm te worden gereserveerd voor de plaatsing van de vier originele motortjes
12	De nieuwe pookjes moeten dezelfde functies kunnen vervullen als de originele pookjes	Alle knopjes en schakelaars moeten ook in het nieuwe ontwerp worden geplaatst. Daarnaast moeten de houdingen van de pookjes dezelfde functies opleveren als in de originele pookjes.
13	Het nieuwe instrumentenpaneel moet dezelfde functies kunnen vervullen als het originele instrumentenpaneel	Alle informatie die het originele instrumentenpaneel kan weergeven, moet het nieuwe instrumentenpaneel ook kunnen weergeven.
Ergonomische aspecten		
14	Het zicht op het instrumentenpaneel mag niet worden belemmerd door het stuurwiel	Het instrumentenpaneel moet op een geschikte plaats worden geplaatst, zodat alle informatie te lezen is voor bestuurders met een lichaamslengte van tussen de p5 vrouw en de p95 man.
15	De hoogte van de leestekens op het instrumentenpaneel moet groot genoeg zijn om ze probleemloos te kunnen lezen vanuit de bestuurder	De leestekens moeten een verticale hoek beschrijven van tenminste 0.007 radialen in het oog van een p95 mannelijke bestuurder
16	Het instrumentenpaneel dient gebruik te maken van een goed leesbaar lettertype	Het instrumentenpaneel moet gebruik maken van een schreefloos lettertype dat goed leesbaar is
17	Het risico op schittering van de wijzerplaat in het instrumentenpaneel moet worden geminimaliseerd	Er moet gebruik worden gemaakt van een zeer donkere wijzerplaat
18	Er dient een groot contrast te zijn tussen de leestekens en de wijzerplaat	De leestekens op de wijzerplaat mogen alleen kleuren bevatten die een groot contrast opleveren in combinatie met een donkere wijzerplaat
Productie eisen		
19	Alle onderdelen moeten kunnen worden vervaardigd, zonder hoge opstartkosten.	Er mag geen gebruik worden gemaakt van productieprocessen die specifieke tooling vereisen

* = De technische specificatie van deze eis is afhankelijk van de uitwerking van de oplossing

Hoofdstuk 2 Concepten

Aan de hand van de kennis uit de voorgaande twee hoofdstukken kunnen concepten worden ontwikkeld. In dit hoofdstuk komen deze per onderdeel aan bod. Ook wordt omschreven hoe een keuze uit deze concepten wordt gemaakt.

Stuurwielen

Al vroeg in de conceptfase is duidelijk dat voor Avions Voisin het ontwerpen van een eigen stuurwiel niet tot de mogelijkheden behoort. Dit in verband met de productiekosten en de vereiste precisie. Bovendien zijn er veel verschillende sturen op de markt die zich kunnen onderscheiden van de stuurwielen van de concurrenten, dus deze kunnen wel het onderscheidend uiterlijk bieden. Hieronder staan een aantal van de overwogen stuurwielen, gezien het er teveel zijn om in detail te treden, worden de modellen van de drie meest aansprekende merken genoemd. Deze drie merken zijn Billet Specialties, Grant en Nardi. De resterende merken zijn NRG, MOMO en Sparco. Grotere afbeeldingen van de collecties van overwogen merken en de collecties van de resterende merken staan in bijlage C.

Billet specialties (figuur 26)
De sturen van dit merk voldoen aan de eis voor een stuurwiel dat zich onderscheid van de rest. De vormgeving van deze sturen is als Klassiek-Elegant te beschrijven.

Grant (figuur 27)
De meest sturen uit de collectie van dit merk zijn wat ingetogener dan die van Billet Specialties. Dit past bij de stijl van Avions Voisin. Een aantal van de modellen zijn te omschrijven als Klassiek-Elegant. Een aantal van de weergegeven stuurwielen zijn wel iets meer bedoeld voor het autoracen.

figuur 26 - De stuurwielen van Billet Specialties

figuur 27 - De stuurwielen van Grant

figuur 28 - De stuurwielen van Nardi

Nardi (figuur 28)
Nardi is een klassiek Italiaans merk. Het ligt dan ook voor de hand dat hun modellen voldoen aan de eis voor een klassieke vormgeving. De sturen van Nardi hebben een strakke vormgeving zonder overbodige elementen.

Keuze
De modellen van deze merken zijn samen met medewerkers van Avions Voisin bekeken. De modellen van Billet Specialties voldeden wel aan de eisen, maar hadden toch niet de elegantie en de eenvoud van de modellen van Nardi. Een aantal modellen van Grant zijn ook nog uitgebreid besproken, maar ook deze konden niet op tegen de uitstraling van de Nardi sturen. Uit de collectie van Nardi was er uiteindelijk één model dat het meeste aansprak. Dit was de Nardi 39 Classic, die is weergegeven in figuur 29.

Dit is een groot stuur, het heeft namelijk een diameter van maar liefst 390 mm, dit past goed bij de klassieke uitstraling van de auto. Bovendien is het een voordeel in verband met het zicht op het instrumentenpaneel in de auto.

Dit stuur heeft echter wel een houten rand. Matthijs Meulenbelt vond dit wel een fraaie toevoeging voor de auto, maar Oliver Davina en ondergetekende vonden dat een zwarte rand beter zou passen bij de auto. De oplossing voor dit dilemma is te creëren door de keuze aan de koper over te laten. Wil iemand liever een houten stuurwiel, dan is dat simpel te realiseren door deze hoes niet te plaatsen.

Hoe het stuur er uit zou zien met een hoes eromheen is weergegeven in figuur 30. Omdat de keuze op dit stuur is gevallen zal dit stuur verder worden uitgewerkt door een CAD zichtmodel te maken. Hierdoor kan het worden bekeken in combinatie met de andere onderdelen.

figuur 29 - De Nardi 39 Classic

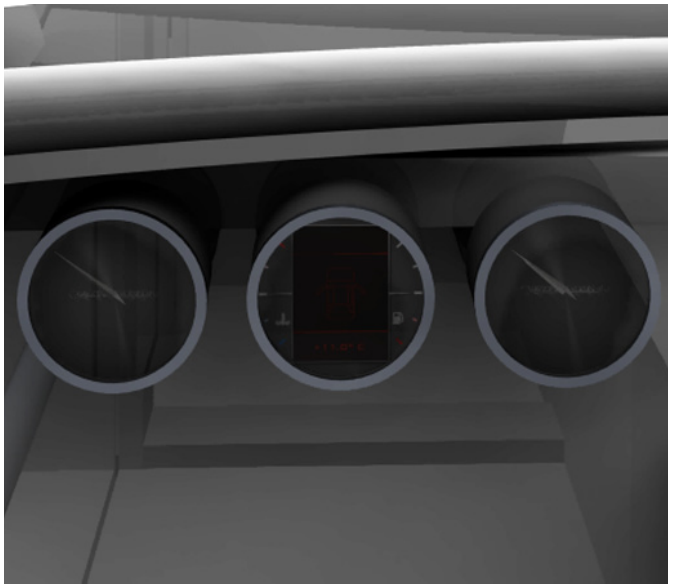
figuur 30 - Impressie van de Nardi 39 Classic met een zwarte hoes

Het instrumentenpaneel

Zoals is aangegeven in de inleiding van dit verslag (pagina 7), was er tijdens het vak Automotive Design al een concept ontworpen voor het instrumentenpaneel. Het concept bestond uit drie verschillende meters, namelijk de toerentalmeter, de snelheidsmeter en een derde meter met daarin de weergave van de watertemperatuur, het brandstofniveau en het grote scherm van de boordcomputer.

Het unieke aan het ontworpen concept is de manier waarop de snelheid en het toerental worden weergegeven. Er wordt namelijk gebruik gemaakt van een wijzerplaat met daarin lasergeperforeerde leestekens. Dit houdt in dat er met een laser minuscule gaatjes zijn gemaakt door de wijzerplaat heen. Als er achter deze gaatjes geen lichtbron aanwezig is, zijn de gaatjes nauwelijks zichtbaar met het blote oog.

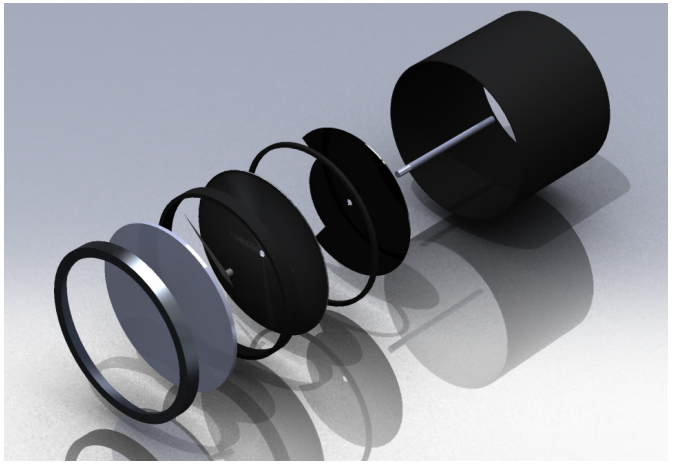
Achter de wijzerplaat zit een schijf die bevestigd is op de as van de motor van de wijzer, waardoor deze meedraait met de wijzer. Een deel van deze draaiende schijf



figuur 33 - De CAD modellen bij aanvang van de opdracht

figuur 31 - Het de snelheidsmeter met de verlichting ingeschakeld

figuur 32 - Dezelde snelheidsmeter met de verlichting uitgeschakeld



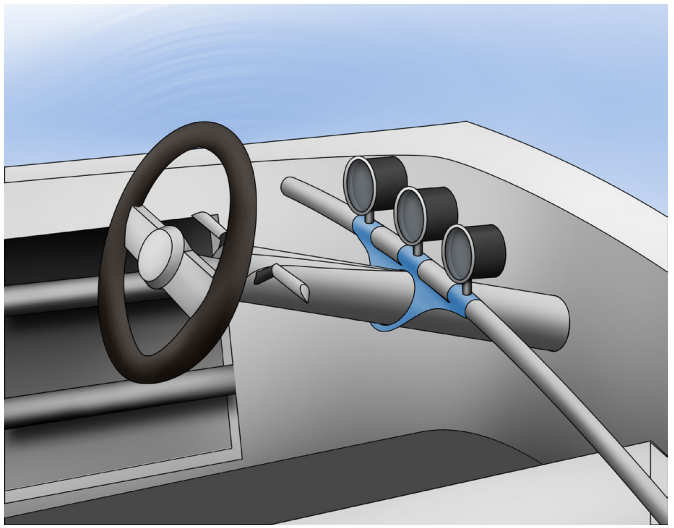
figuur 34 - De exploded view van één van de meters bij aanvang

bevat een gradiënt die loopt van zwart naar transparant en vervolgens weer naar zwart. Dit deel bestrijkt een hoek van 90 graden, aan weerszijde van de wijzer bestrijkt dit een hoek van 45 graden. Achter de draaiende schijf is een verlichtingsbron geplaatst.

Het resultaat van deze onderdelen is dat de wijzerplaat wanneer de auto uitgeschakeld is er bijzonder leeg en schoon uitziet. Wanneer de auto ingeschakeld is blijft de weergave uniek, dit komt omdat ten alle tijde slechts een deel van de markeringen op de wijzerplaat verlicht wordt. Dit effect is weergegeven in figuur 31 en figuur 32.
Alleen de informatie die belangrijk is ten opzichte van de huidige snelheid wordt getoond. Dit principe past bij de stijl van Avions Voisin, gezien het overeenkomt het met de mening dat er geen onnodige versiersels of informatie te zien mag zijn.

Er zijn tijdens het vak ook een aantal CAD modellen gemaakt als voorstel voor de productie van deze onderdelen. Deze zijn weergegeven in figuur 33. In de exploded view van het model, die is weergegeven in figuur 34, is het productievoorstel dat tijdens dit vak gemaakt is te zien. Voordat dit instrumentenpaneel kan worden gerealiseerd moest er nog veel gedetailleerd worden.

Gezien het concept al voor aanvang van de opdracht gekozen is, behoeft het geen verdere uitleg dat dit het concept is dat verder uitgewerkt is in de detailleringsfase.



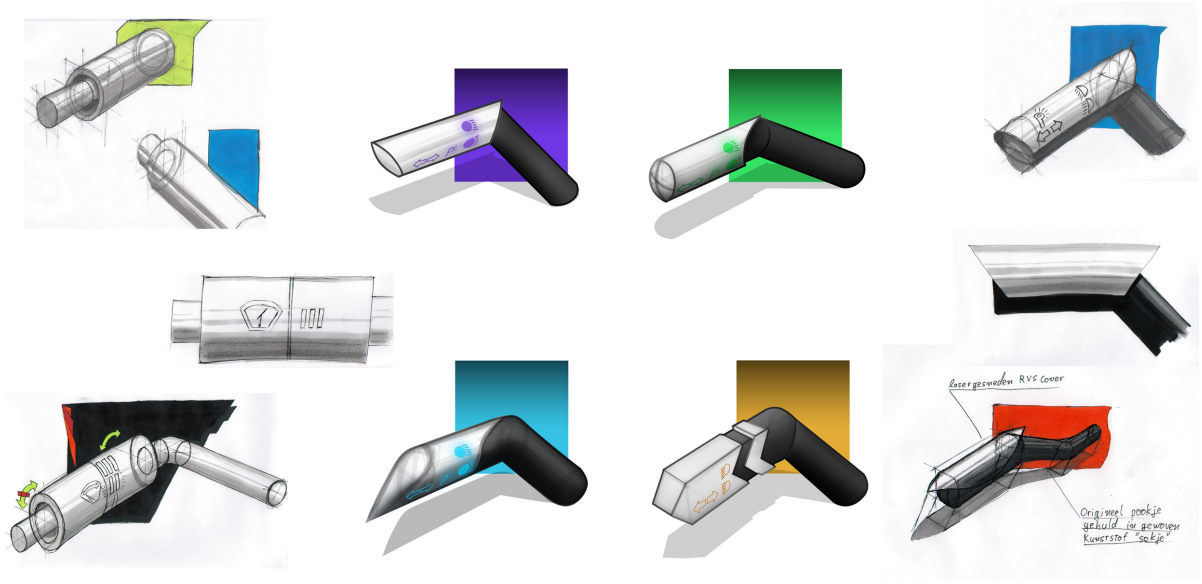
figuur 35 - Impressie van de combinatie van ontwerpen

Pookjes

Uit het detailonderzoek van pagina 31 is af te leiden dat voor de pookjes eigenlijk twee mogelijke productiemethoden bestaan. De ene mogelijkheid is het aankleden van de huidige pookjes, de andere mogelijkheid is het vervangen van het staafje en het uiteinde dat de printplaat bevat. Er zijn verschillende schetsen gemaakt van mogelijke ontwerpen die rekening houden met deze limitaties. Een collectie van deze schetsen is te zien in figuur 36. Voor een grotere weergave van deze schetsen en nog andere ontwerpen van pookjes zie bijlage D.

Zoals te lezen is in het marktonderzoek van pagina 16 is het van belang dat de pookjes een congruent beeld opleveren in combinatie met de andere onderdelen. Daarom is er tijdens het ontwerpen gezocht naar geometrische vormen.

Uiteindelijk zijn er twee concepten voorgelegd aan Avions Voisin, het kapjes concept en het buisjes concept.



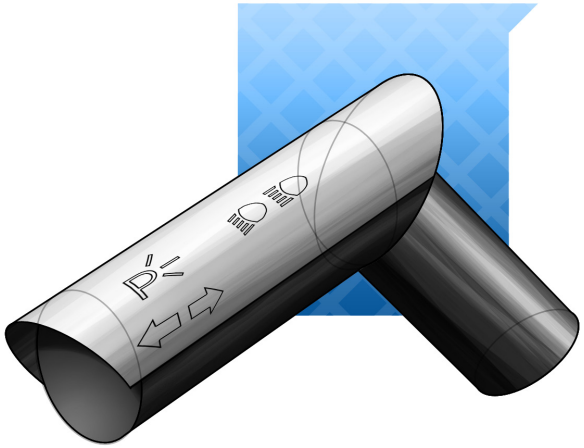
figuur 36 - Een verzameling van de schetsen van mogelijke pookjes

Het kapjes concept (figuur 37 & figuur 38)

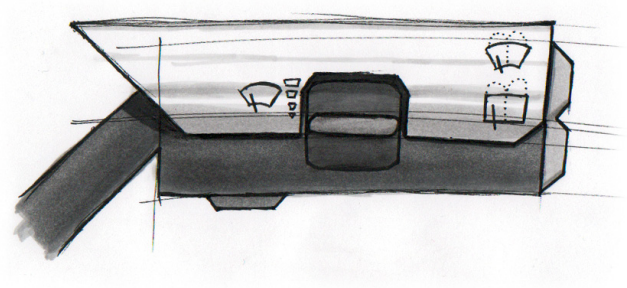
Dit concept bestaat uit een zwart staafje met daaroverheen een roestvrijstalen kapje. De eenvoudige vormgeving komt overeen met de stijl van Avions Voisin. Deze pookjes zijn op twee verschillende manieren te realiseren.

Het zou kunnen worden gemaakt door de originele staafjes van de Audi aan te passen. Dit door middel van het toevoegen van een laag over de buitenkant van het pookje, dit zou een textiel of een verflaag kunnen zijn. Daarnaast zou er een kapje moeten worden gebogen en aan de bovenkant van het originele pookje moeten worden bevestigd.

De alternatieve productiemethode zou inhouden dat het staafje van de originele pookjes wordt vervangen. Hierbij moet een nieuwe behuizing worden gemaakt voor de printplaten die in de ruitenwisserpook en de cruise controlpook aanwezig zijn.



figuur 37 - Het richtingaanwijzerpookje van het kapjes concept



figuur 38 - Het ruitenwisserpookje van het kapjes concept

De eerste reden hiervoor was de vormgeving die goed bij de andere onderdelen past. De tweede reden was de mogelijkheid om de stand van het interval van de ruitenwisser weer te geven op dezelfde manier als het concept voor het instrumentenpaneel zijn informatie weergeeft.

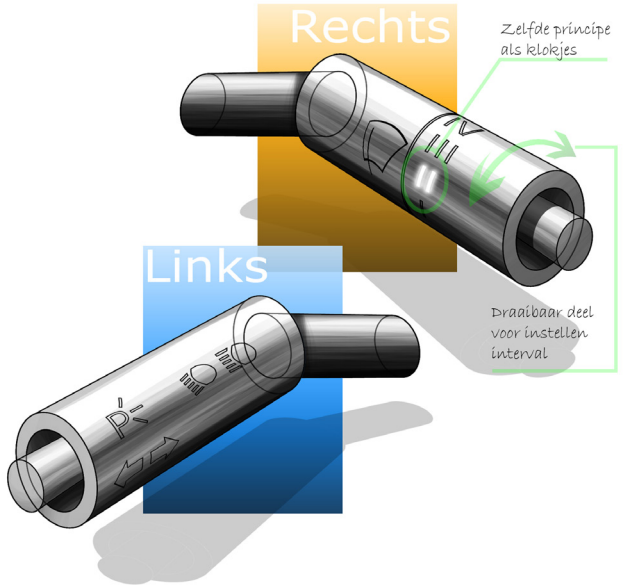
De keuze is gevallen op het buisjes concept omdat de vormgeving beter past bij het instrumentenpaneel en het gebruik kan maken van hetzelfde werkingsprincipe.

Het buisjes concept (figuur 39)

Dit concept bestaat uit een staafje, met aan het uiteinde een buis waarvan een deel draaibaar is. Hiermee kan de draaibare schakelaar die te vinden is op de originele printplaat worden bewogen. Dit draaibare principe past goed bij van het concept voor het instrumentenpaneel. Door een LED toe te voegen aan de printplaat en door getallen in het bewegende deel van het buisje te laserperforeren, kan de huidige instelling van het interval van de ruitenwisser worden afgelezen.

Omdat bij het kapjes concept de “kap” vast zit aan de bovenkant is het niet mogelijk om een dergelijk draaiend deel met markeringen te realiseren. De enige manier om alsnog dezelfde functie toe te voegen is door verlichting aan de binnenkant van het pookje mee te laten draaien, dit is echter niet te realiseren zonder het pookje redelijk te vergroten.

De keuze tussen deze twee concepten is gemaakt in overleg met Avions Voisin. Er gekozen voor het buisjesconcept.



figuur 39 - Het buisjes concept

Hoofdstuk 3 Ergonomie

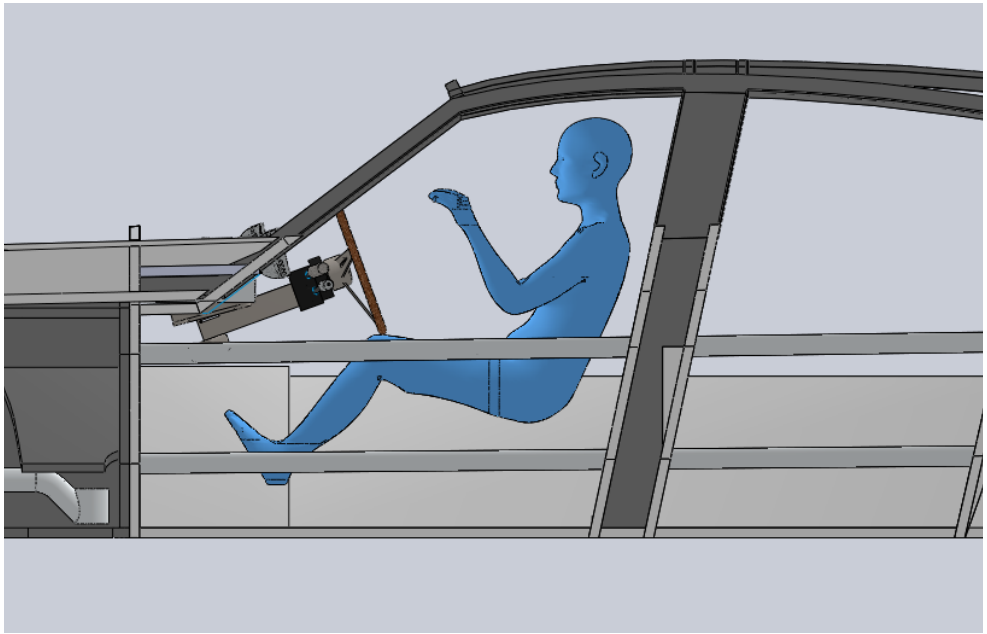
Plaatsing van onderdelen

Om de concepten te kunnen detailleren moeten de ergonomische aspecten van de Avions Voisin nader bekeken worden. De antropometrische modellen van Matthew Reed [9] zijn hiervoor te gebruiken. Deze modellen zijn gevonden aan de hand van de suggestie van Marc Beusenberg (begeleider van de Universiteit Twente). Deze modellen zijn gemaakt aan de hand van het laserscannen van verschillende personen die in een zitting van een auto zijn geplaatst. Op deze manier zijn modellen gerealiseerd die een natuurlijke houding weergeven van een p5 vrouw, een p50 man en een p95 man.

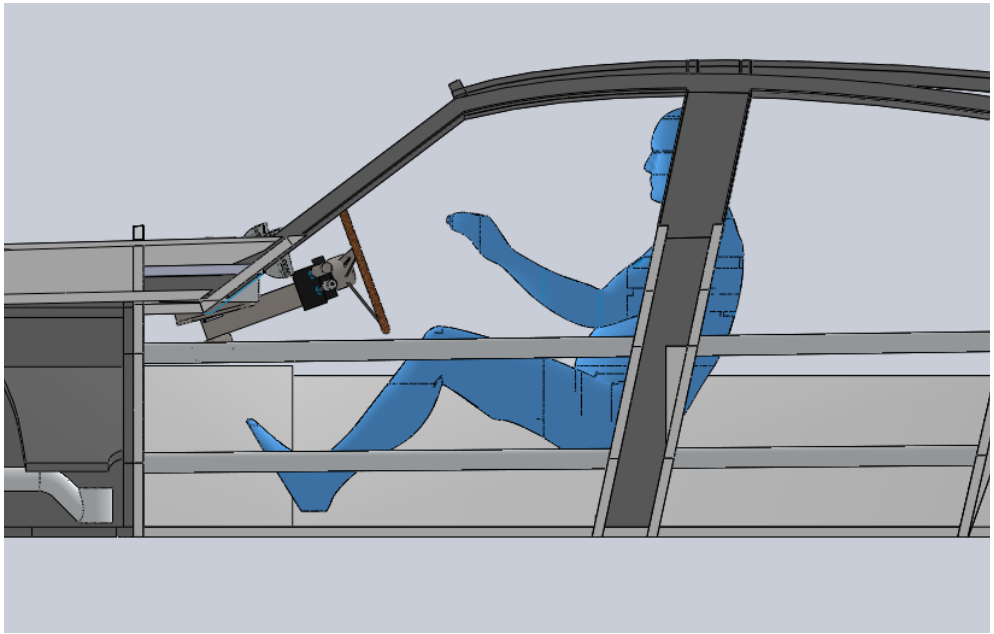
Deze modellen zijn in het CAD model van de Avions Voisin A-JT geplaatst, dat beschikbaar is gesteld door Avions Voisin. Ze zijn georiënteerd aan de hand van de positie van het heupbot aan de hand van de gegevens uit het verslag van Oliver Davina [3]. Daarnaast is het centrum van het stuurwiel geplaatst op de gegeven afstand van het schutbord en de vloer. Het resultaat van deze oriëntaties is weergegeven in figuur 40 en figuur 41.

Duidelijk is te zien dat deze oriëntatie niet overeenkomt met de verwachte locaties. Nadat dit geconcludeerd was, is contact opgenomen met Avions Voisin. Er bleek inderdaad een vergissing te zijn gemaakt en er kwam een herziene waarde van de afstand tussen het schutbord en het centrum van het stuur. Deze waarde is veranderd van 550 mm naar 640 mm.

Omdat deze aanpassing nog niet een gewenste positie opleverde voor de modellen is besloten om deze ook opnieuw te oriënteren in de auto.



figuur 40 - De p5 vrouw geplaatst aan de hand van de heuppositie



figuur 41 - De p95 man geplaatst aan de hand van de heuppositie

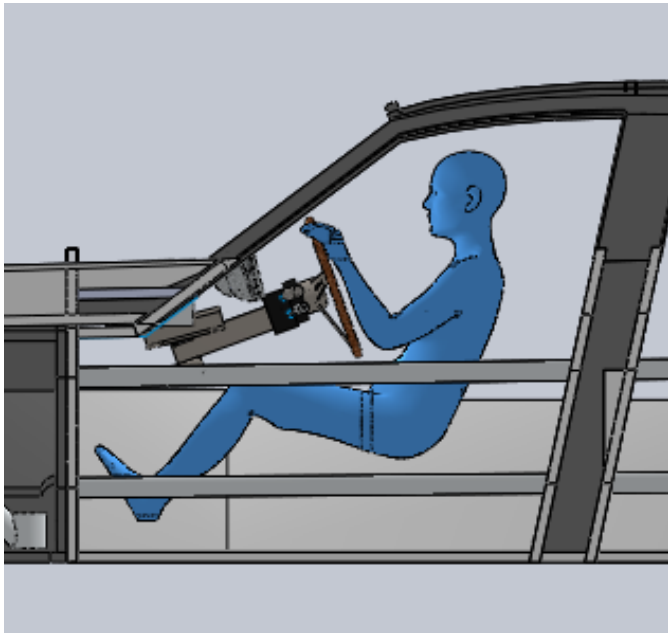
Het oriënteren van modellen in een model van een voertuig dient als volgt te gebeuren:

Allereerst moet worden bekeken of de positie van de voeten goed is. De pedalen zijn namelijk de enige onderdelen die niet te verplaatsen zijn.

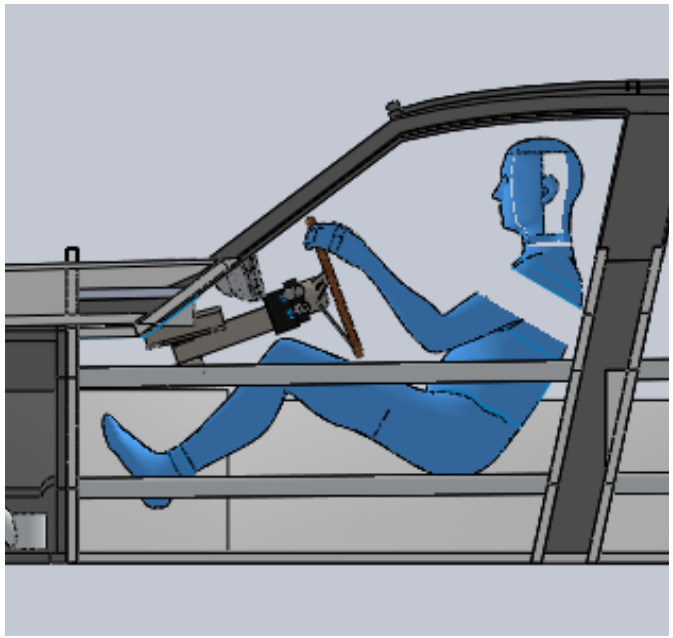
Vervolgens moet er worden bekeken of het stuur te bereiken is voor de bestuurder, door de stoel en/of het stuur te verschuiven.

Mocht dit nog geen geschikte positie opleveren, dan kan er worden bekeken of er een betere positie kan worden bereikt door de hoek tussen de bovenbenen en het bovenlichaam te verkleinen. De modellen van Matthew Reed worden er namelijk wel eens van beschuldigd dat ze iets te ver achterover leunen.

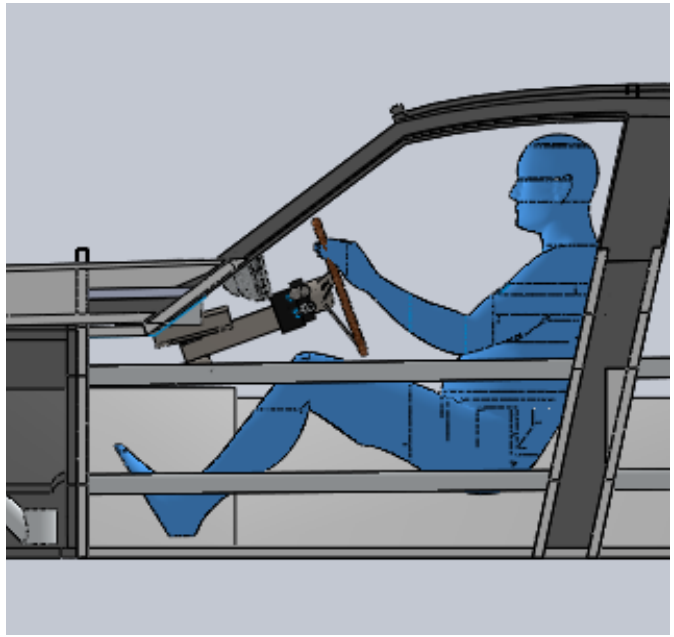
De laatste mogelijke aanpassing is het vergroten van de hoek van de ellebogen.



figuur 42 - De nieuwe locatie van de p5 vrouw



figuur 43 - De nieuwe locatie van de p50 man



figuur 44 - De nieuwe locatie van de p95 man

De modellen zijn uiteindelijk geplaatst aan de hand van de positie van de voeten, dankzij de herziene positie van het stuurwiel was het niet nodig om de hoeken aan te passen.

De nieuwe oriëntaties van de onderdelen en de modellen zijn weergegeven in figuur 42, figuur 43 en figuur 44. Voor een overzicht van de aangepaste waardes, zie de tabel van figuur 45.

	Plaatsing voor aanpassingen		Plaatsing na aanpassingen	
	Afstand t.o.v. Schutbord (in mm)	Afstand t.o.v. Vloer (in mm)	Afstand t.o.v. Schutbord (in mm)	Afstand t.o.v. Vloer (in mm)
Centrum van het stuurwiel	550	640	640	640
Heupbot				
p5 vrouw	870	365	791	335
p50 man	-	-	902	286
p95 man	1050	275	952	266

figuur 45 - Overzicht van de aanpassingen van de originele plaatsingen

Leesbaarheid

Nu de modellen een geschikte plaatsing hebben in de auto, is uit te lezen wat de maximale afstand is tussen de ogen van een bestuurder en de verste wijzerplaat. Dit bleek de afstand te zijn tussen de ogen van de p95 mannelijke bestuurder en de displaymeter. De afstand bedraagt 750 mm. Als dit gegeven gecombineerd wordt met de formule uit het vooronderzoek naar de ergonomie uit hoofdstuk 1 (pagina 23), komt er de volgende waarde uit.

A = De minimale leestekengrootte in mm
B = De afstand tussen het oog van de bestuurder en de wijzerplaat
Hieruit volgt:

A = 0.007 * B
B = 750
A = 0.007 * 750 = 5.25

Kortom de grootte van de leestekens moet minimaal 5. 25 mm zijn. Deze grootte is dan ook gebruikt.

Naast de hoogte van de leestekens moet er ook een lettertype worden bepaald. Zoals uit het vooronderzoek naar voren is gekomen, is het verstandig om een schreefloos lettertype te kiezen. De keuze is gevallen op het lettertype: “Myriad Pro”.

Verder wordt er gekozen om een zwarte wijzerplaat te gebruiken in het ontwerp, dit om het contrast in combinatie met de lichtgevende leestekens zo hoog mogelijk te houden, terwijl het risico op schittering in de ogen van de bestuurder geminimaliseerd wordt.

Zichtveld

Naast de berekening van de juiste grootte van de leestekens moet er rekening worden gehouden met het zicht van de bestuurder op de instrumenten. Zoals beschreven is in het vooronderzoek naar de ergonomie in hoofdstuk 1 (pagina 23), is dit te simuleren door de virtuele camera in SolidWorks dezelfde verticale en horizontale hoek te geven als het primaire zicht van de mens. Renders van het zicht op het instrumentenpaneel van de verschillende modellen zijn weergegeven in figuur 46 tot en met figuur 48. Grotere weergaven en close-ups hiervan zijn te vinden in bijlage E.

figuur 47 - Het zicht op het instrumentenpaneel van een p50 man

figuur 46 - Het zicht op het instrumentenpaneel een P5 vrouw

figuur 48 - Het zicht op het instrumentenpaneel van een p95 man

Hoofdstuk 4 Detaillering

In dit hoofdstuk zal worden beschreven hoe de verschillende ontwerpen verder zijn uitgewerkt. Van alle onderdelen is een CAD model gemaakt.

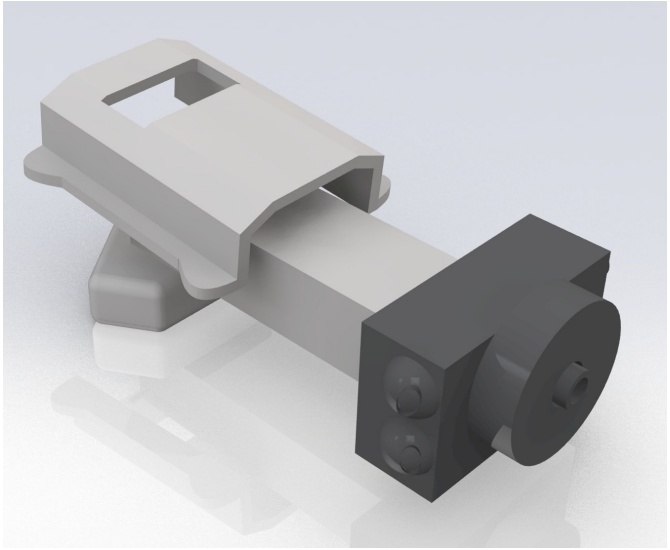
Stuurkolom

Voordat gedetailleerde CAD modellen konden worden gemaakt is als eerst een CAD model gemaakt van de stuurkolom van de Audi. Gezien deze ook wordt gebruikt in de Avions Voisin A-JT was het belangrijk om deze ook om te zetten naar een CAD model, zodat andere onderdelen kunnen worden gepositioneerd aan de hand van dit cruciale onderdeel. Het uiteindelijke CAD-model van dit onderdeel is te zien in figuur 49.

Stuurwiel

Van het eerder gekozen stuur, de Nardi 39 Classic is een CAD zichtmodel gemaakt. Dit is gedaan aan de hand van de afmeting van de buitenste rand in combinatie met foto's van het stuur. Het eindresultaat is weergegeven in figuur 50.

Dit model dient als zichtmodel en zal verder moeten worden uitgewerkt zodra het gekozen stuur ontvangen is van de leverancier.



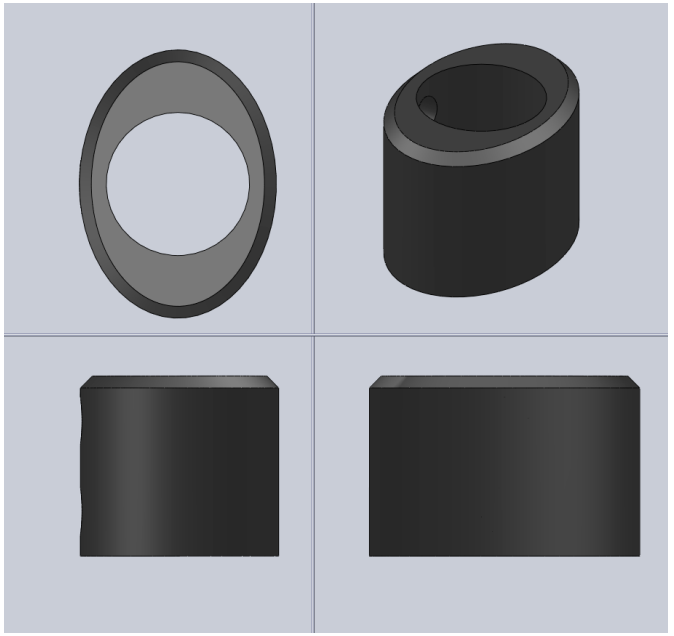
figuur 49 - Het CAD model van de stuurkolom

figuur 50 - Het CAD model van de Nardi 39 Classic

De wens van Avions Voisin om een manier te vinden om de originele knoppen en schakelaars in dit stuur de integreren is nog niet gerealiseerd.

Pookjes

Er zijn drie verschillende pookjes, in dit stuk zullen ze ieder apart worden toegelicht. Er wordt begonnen met een universeel onderdeel dat de pookjes aansluit op de basis van de pookjes van de Audi. Daarna volgt het meest eenvoudige pookje, het richtingaanwijzerpookje. Deze zal worden gevolgd door het cruise controlpookje en er zal worden afgesloten met het ruitenwisserpookje.



figuur 51 - Het verbindingsdeel

Per pookje zullen eerst alle onderdelen worden genoemd. Daarna zullen die onderdelen per stuk worden behandeld.

Het verbindingsdeel (figuur 51)

Dit deel verbind het staafje van het pookje met de overgebleven delen van de originele pookjes van de Audi. Het past aan de ene kant om het staafje van de nieuwe pookjes en aan de andere kant over het ovale restant van de originele pookjes. Door de uiteindes van beide delen die verbonden moeten worden zal een gat moeten worden geboord. Daarna kan het verbindingsdeel over de uiteindes worden geplaatst en bevestigd worden met twee popnagels.

Het richtingaanwijzerpookje (figuur 52)

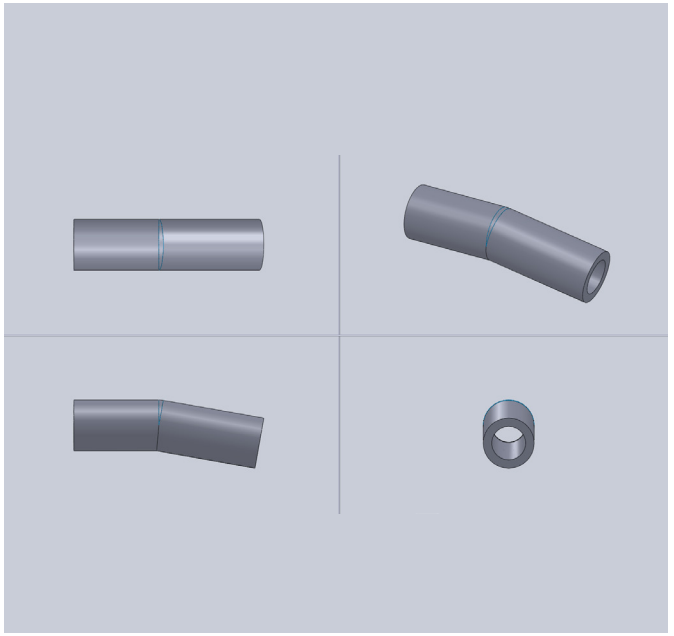
Dit pookje is in de originele Audi volledig hol van binnen. Dit onderdeel is dus relatief eenvoudig te vervaardigen. De enige benodigde onderdelen zijn een staafje en een uiteinde.

Staafje (figuur 53)

Het staafje is te realiseren door een geanodiseerd aluminium buisje met een diameter van 12 mm en een wanddikte van 2 mm aan te schaffen en te buigen zodat het uiteinde op de juiste plaats ten opzichte van het stuur is geplaatst. Aan de kant van het buisje dat aan het uiteinde van het pookje dient te worden verbonden, wordt aan de buitenzijde schroefdraad getapt.

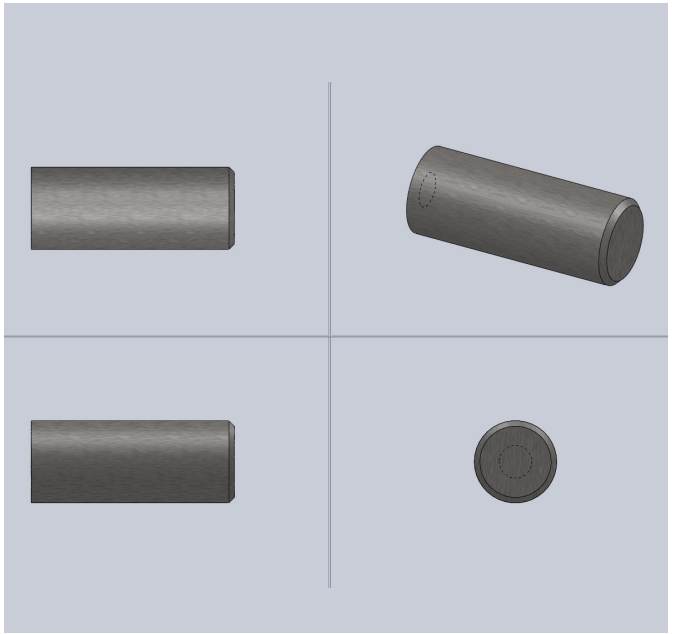
Het uiteinde (figuur 54)

Dit deel van het pookje is een solide RVS (304) buisje met een diameter van 32 mm, dit kan worden vervaardigd op een draaibank. Om ervoor te zorgen dat het pookje niet te zwaar wordt en om het uiteinde aan het staafje te kunnen bevestigen wordt er een gat in geboord met een diameter van 10.5 mm diameter en 68 mm diep. In de eerste 15 mm kan vervolgens schroefdraad worden getapt.



figuur 53 - Het staafje van het richtingaanwijzerpookje

figuur 52 - Het CAD model van het richtingaanwijzerpookje



figuur 54 - Het uiteinde van het richtingaanwijzerpookje

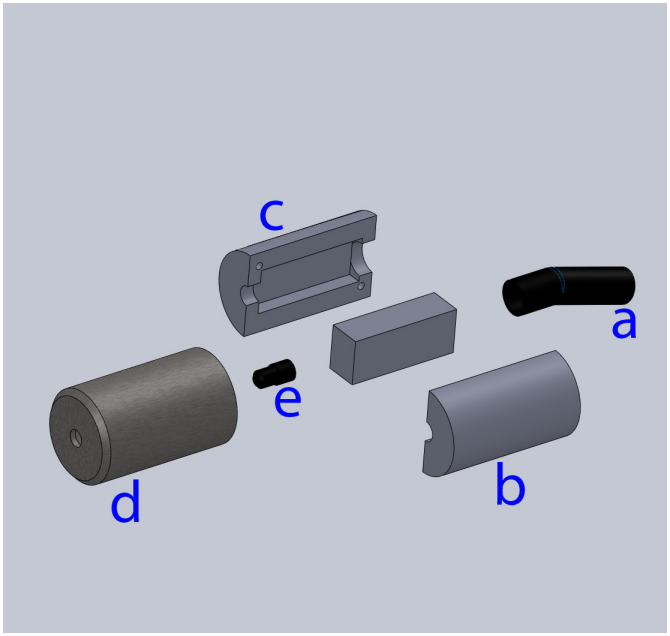
Het cruise controlpookje

Dit pookje bevat in de originele Audi een klein printplaatje dat een knopje huisvest. Dit printplaatje is 18 bij 42 bij 12 mm. Het model van dit pookje is te zien in figuur 55.

figuur 55 - Het CAD model van het cruise controlpookje

Dit pookje zal bestaan uit de volgende vijf onderdelen:

- Het staafje (a)
- De voorste helft van het basisbuisje (b)
- De achterste helft van het basisbuisje (c)
- Het omhulsel (d)
- Het knopje (e)

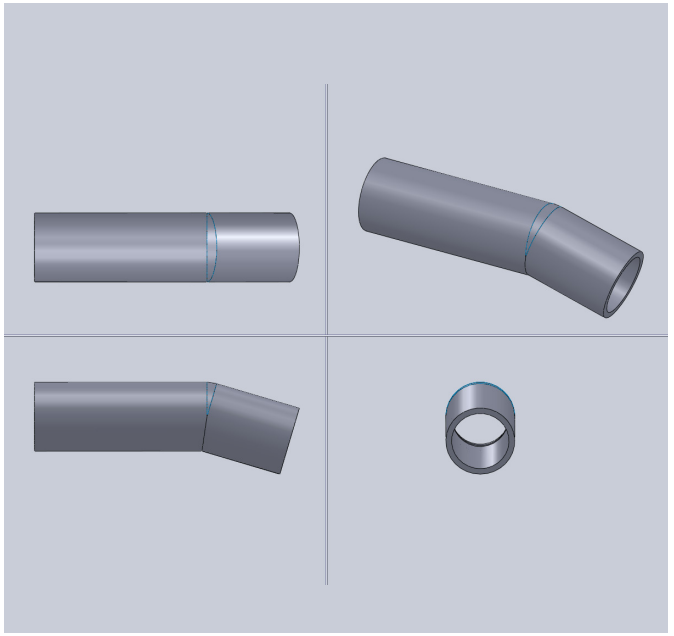


figuur 56 - De exploded view van het cruise controlpookje

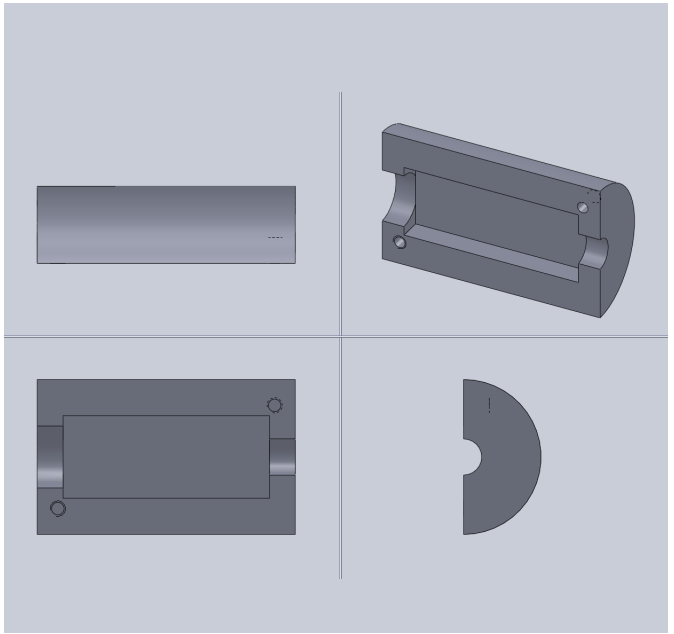
Deze onderdelen zijn weergegeven in de exploded view van het model in figuur 56.

Het staafje (figuur 57)

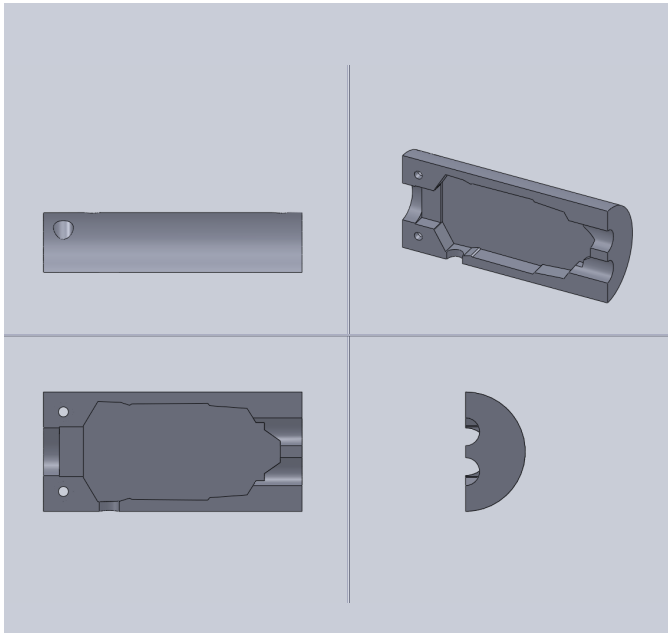
Het staafje valt te realiseren door een aluminium buisje met een diameter van 12 mm aan te schaffen en te buigen zodat het uiteinde op de juiste plaats ten opzichte van het stuur is geplaatst. Dit buisje dient vervolgens te worden geanodiseerd. In tegenstelling tot het staafje van het richtingaanwijzerpookje hoeft bij dit buisje hoeft geen schroefdraad te worden getapt. Dit komt omdat het buisje zal worden ingeklemd tussen de voorkant en de achterkant van het basisbuisje.



figuur 57 - Het staafje van het cruise controlpookje

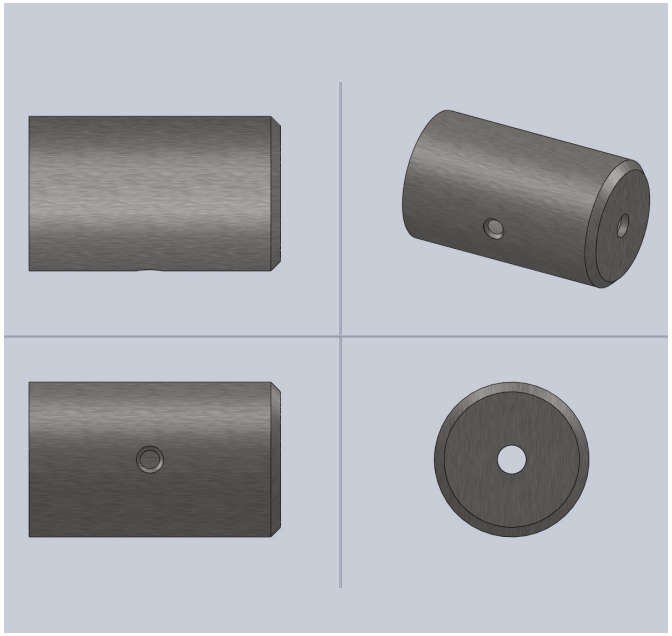


figuur 58 - De voorste helft van het basisbuisje



figuur 59 - De achterste helft van het basisbuisje

Voorste helft van het basisbuisje (figuur 58)
Dit deel is één van de twee onderdelen van het basisbuisje. Dit basisbuisje houdt de printplaat uit het originele pookje op zijn plaats. Daarnaast kan het basisbuisje het staafje vasthouden door het tussen de twee helften in te klemmen. Dit onderdeel is een massieve halve cilinder met een uitsparing voor het staafje, het printplaatje en het knopje. Daarnaast zijn er twee gaatjes gemaakt in dit basisbuisje. Hier kunnen twee M3 zelftappende schroeven in worden gedraaid. Dit onderdeel kan worden gemaakt met behulp van CNC frezen of met de rapid prototyping methode Selective Laser Sintering (SLS). Dit onderdeel is te maken van nylon.

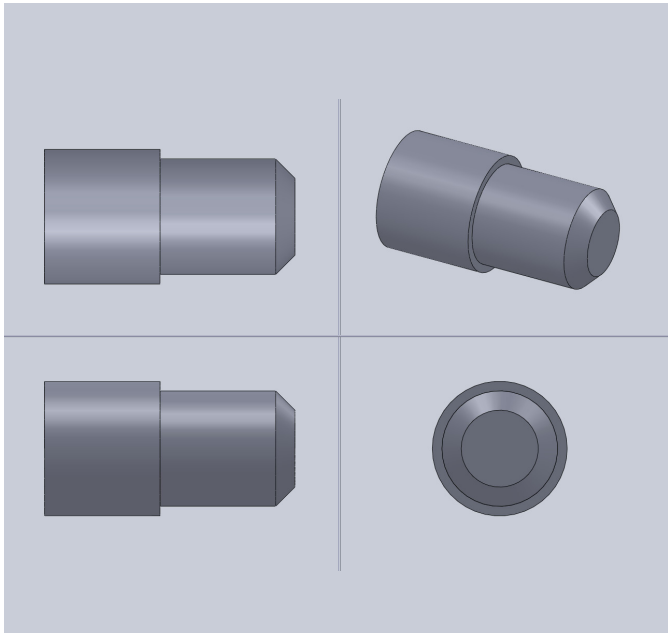


figuur 60 - Het omhulsel van het cruise controlpookje

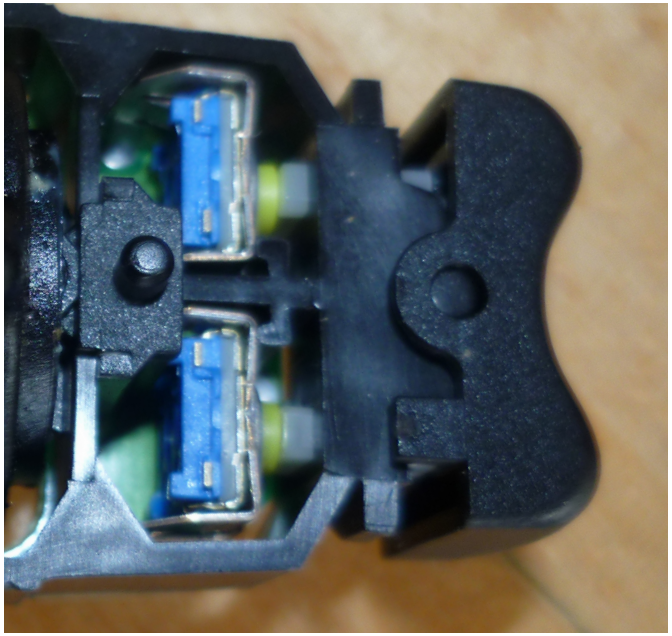
Achterste helft van het basisbuisje (figuur 59)
De achterste helft van het basisbuisje is eigenlijk het spiegelbeeld van de voorkant van het basisbuisje. Met als uitzondering dat de gaatjes voor de schroefjes in deze helft er dwars doorheen gaan. Daarnaast is er in dit onderdeel ook een gaatje gemaakt aan de achterkant waarmee het omhulsel aan de basisbuis kan worden bevestigd. De mogelijke productiemethoden en het materiaal van dit onderdeel zijn hetzelfde als die van de voorste helft van het basisbuisje.

Het omhulsel (figuur 60)
Dit onderdeel is bedoeld om de twee helften van het basisbuisje aan het zicht van de bestuurder te onttrekken. Het is een buisje met een diameter van 32 mm en een wanddikte van 2 mm. Op dit buisje kunnen de icoontjes worden geplaatst die uitleg geven over het gebruik van het pookje. In dit buisje zit een verzonken gat voor een zelftappend M3 schroefje en een gaatje voor het knopje.

Het knopje (figuur 61)
Het knopje aan het eind van het cruise controlpookje is een cilindertje met daarin een versmalling zodat het knopje niet uit



figuur 61 - Het knopje van het cruise controlpookje



figuur 62 - Voorbeeld drukschakelaars (blauw) op printplaatje

het basisbuisje kan vallen. Het drukt op het drukschakelaartje op de printplaat. Dit drukschakelaartje (figuur 62) levert in de pookjes van de Audi ook de drukkracht naar buiten. Dit geldt voor alle drukknopjes in de pookjes. De knop is te produceren door een aluminium cilinder te nemen waarvan een stukje wordt versmald met behulp van een draaibank en het vervolgens te anodiseren.

Het ruitenwisserpookje

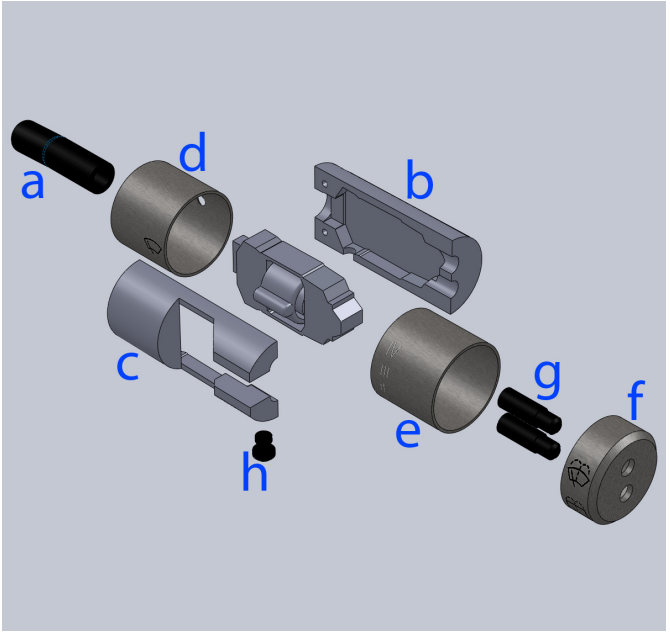
Dit pookje uit de originele Audi bevat een printplaat met daarop vier belangrijke onderdelen. Dit zijn de twee knopjes voor de boordcomputer, de resetknop voor de kilometerteller en de draaibare schakelaar voor het interval van de ruitenwisser. Dit pookje is dankzij deze onderdelen het meest gecompliceerd van de drie pookjes.

figuur 63 - Het ruitenwisserpookje

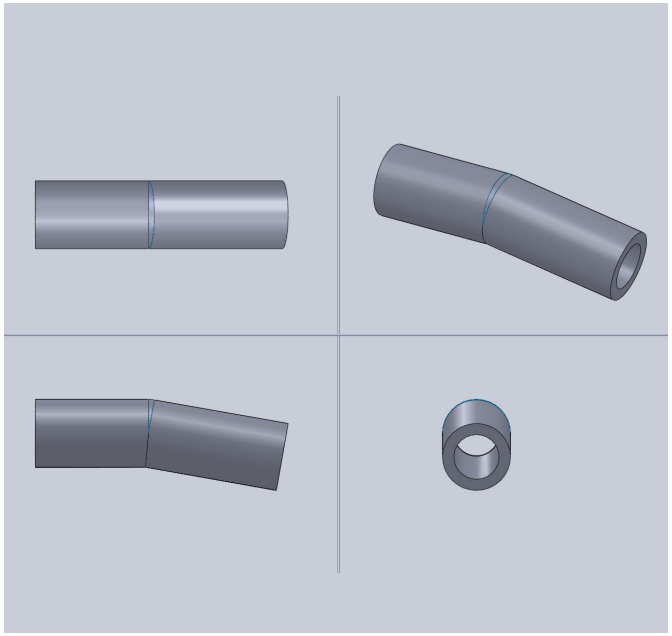
Het vervangende ontwerp (te zien in figuur 63) bestaat uit negen onderdelen, namelijk:

- Het staafje (a)
- De achterkant van het basisbuisje (b)
- De voorkant van het basisbuisje (c)
- De gefixeerde buitenste ring (d)
- De draaibare buitenste ring (e)
- Het eindkapje (f)
- De knopjes van de boordcomputer (g)
- Resetknopje van de kilometerteller (h)

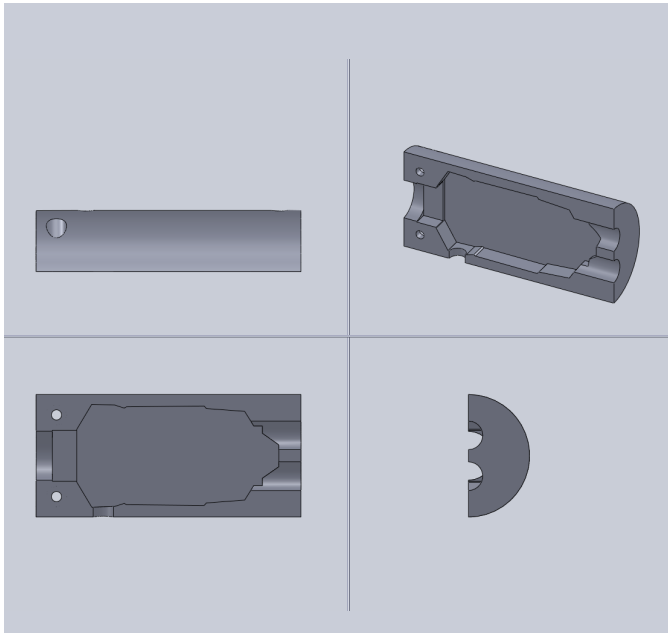
Hoe deze onderdelen in elkaar steken is weergegeven in de exploded view van het onderdeel te zien in figuur 64. De letter achter het onderdeel in de opsomming hoort bij de figuur.



figuur 64 - De exploded view van het ruitenwisserpookje



figuur 65 - Het staafje van het ruitenwisserpookje



figuur 66 - De achterkant van het basisbuisje uit het ruitenwisserpookje

Het staafje (figuur 65)

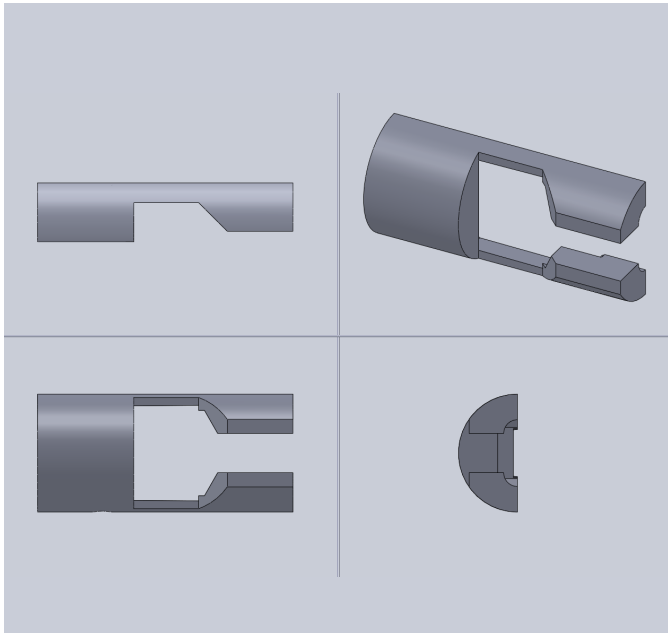
Het staafje valt te realiseren door een geanodiseerd aluminium buisje met een diameter van 12 mm aan te schaffen en te buigen zodat het uiteinde op de juiste plaats ten opzichte van het stuur is geplaatst. In tegenstelling tot het staafje van het richtingaanwijzerpookje hoeft bij dit buisje hoeft geen schroefdraad te worden getapt. Dit komt omdat het buisje zal worden ingeklemd tussen de voorkant en de achterkant van het basisbuisje.

De achterkant van het basisbuisje (figuur 66)

Dit buisje is ontworpen om het printplaatje in te klemmen, zodat deze niet meer kan bewegen. Dit deel bestaat uit een solide helft van een buisje waar een aantal onderdelen uit zijn gehaald. Één van deze onderdelen is de vorm van de printplaat zelf, het verschil met de behuizing van de printplaat is dat maar de helft van de dikte is verwijderd. Daarnaast is er een halve cilinder verwijderd op de plek waar de twee helften van het basisbuisje het staafje moeten inklemmen. Ook is er een uitsparing gemaakt van een halve cilinder voor de plaats van het resetknopje op de printplaat, hier zal uiteindelijk het knopje doorheen moeten kunnen bewegen. Daarnaast zijn er twee schroefgaten in gemaakt waar de schroefjes door de achterste helft van het basisbuisje in de voorste helft kunnen worden geschroefd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van M3 zelftappende schroeven. Dit deel van het pookje kan gerealiseerd worden op twee verschillende manieren, namelijk door middel van CNC frezen of door middel van de rapid prototyping methode genaamd Selective Laser Sintering (SLS). Dit onderdeel kan gemaakt worden van nylon.

De voorkant van het basisbuisje (figuur 67)

In de voorste helft van het basisbuisje zijn de dezelfde vormen uitgespaard voor de printplaat, het staafje, en alle knopjes. De schroefgaatjes in deze helft zijn uiteraard

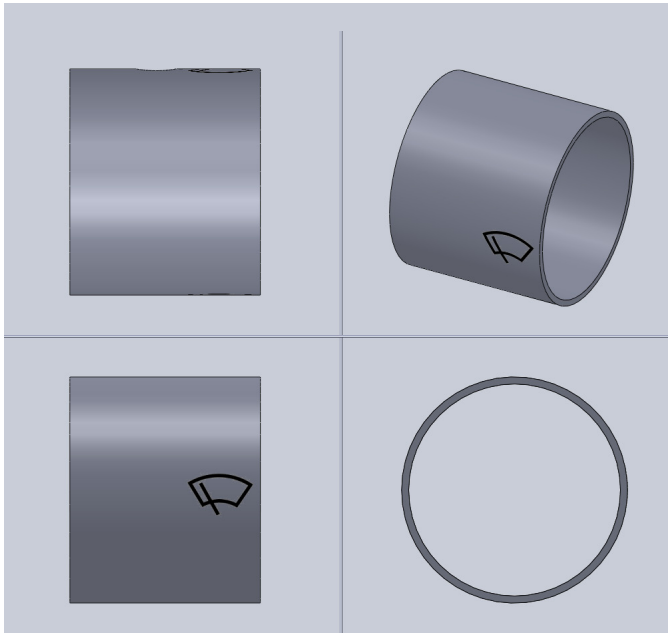


figuur 67 - De voorkant van het basisbuisje uit het ruitenwisserpookje

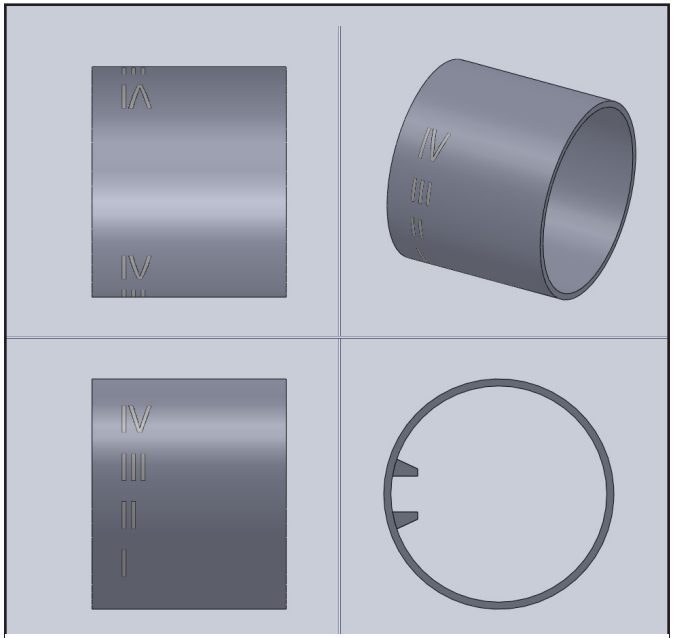
aan de binnenkant geplaatst gezien de schroefjes door de achterste helft gaan. Een tweede verschil is dat er een stuk is weggesneden om de draaibare buitenste ring om het geassembleerde basisbuisje te kunnen schuiven. Dit deel van het pookje kan gerealiseerd worden op twee verschillende manieren, namelijk doormiddel van CNC frezen of doormiddel van rapid prototyping. Het is niet bekend welke van deze twee methoden goedkoper is dus dit zal moeten worden uitgezocht. Ook deze helft kan worden geproduceerd van nylon.

De gefixeerde buitenste ring (figuur 68)
Dit deel van het pookje zal om de geassembleerde basisbuis worden geplaatst aan de kant van het staafje. Er wordt een uitsparing gemaakt in de onderkant aan de andere kant van dit buisje, om het resetknopje doorheen te leiden. Dit buisje wordt vastgezet door een M3 zelftappend schroefje door dit buisje en de achterste helft van de basisbuis in de voorste helft van de basisbuis te schroeven. Dit onderdeel kan worden gemaakt van RVS (304).

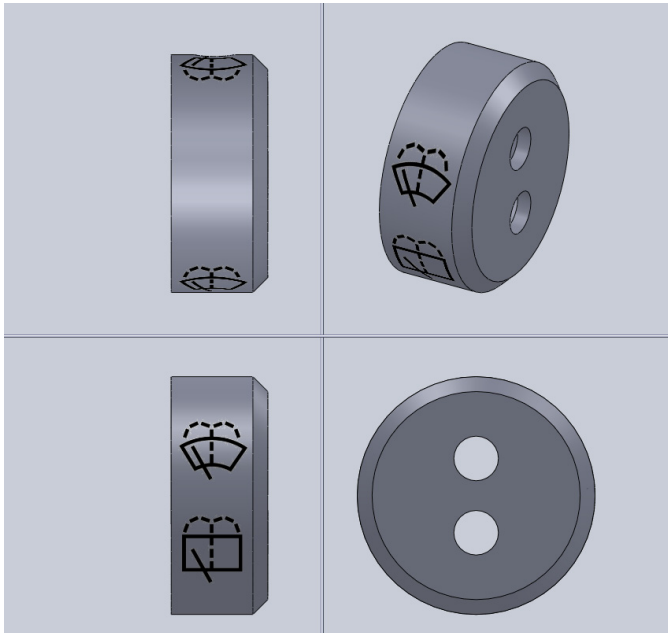
De draaibare buitenste ring (figuur 69)
Deze ring draait over het basisbuisje maar heeft twee uitstekende randen aan de binnenkant. De uitsparing daartussen is om de originele draaibare schakelaar te bedienen. Door deze ring te draaien wordt deze draaibare schakelaar op de printplaat bewogen. Dit buisje kan worden gerealiseerd door te beginnen met een solide RVS (304) buisje en daar het midden uit te boren waarna de resterende uitstekende randen hierin kunnen worden uitgefreesd. Dit deel wordt vanaf de kant van de knopjes van de boordcomputer over de basisbuis geschoven.



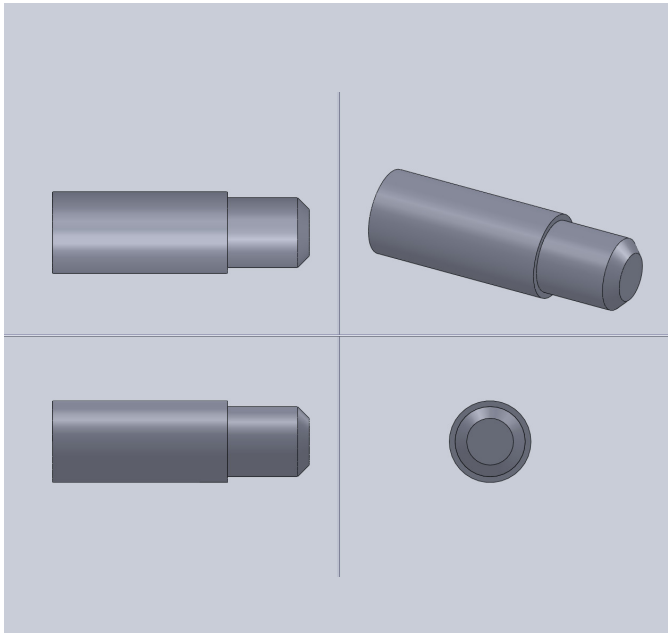
figuur 68 - De gefixeerde buitenste ring van het ruitenwisserpookje



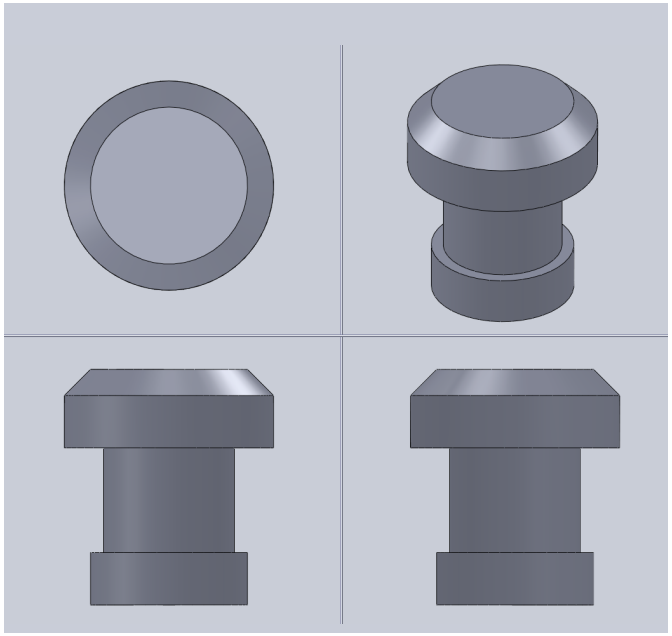
figuur 69 - De draaibare buitenste ring van het ruitenwisserpookje



figuur 70 - Het eindkapje van het ruitenwisserpookje



figuur 71 - De knopjes van de boordcomputer van het ruitenwisserpookje



figuur 72 - Het resetknopje voor de kilometerteller

Om te voorkomen dat dit deel van de basisbuis af kan worden geschoven wordt deze ingesloten tussen de gefixeerde buitenste ring en het eindkapje.

Het eindkapje (figuur 70)
Dit is het kapje dat over het uiteinde de basisbuis wordt geschoven. Het wordt vastgezet met een M3 zelftappend schroefje dat door deze ring in de achterste helft van de basisbuis aangrijpt . Er moeten uit de voorkant van dit dopje twee gaatjes worden geboord voor de knopjes van de boordcomputer. Dit onderdeel kan worden gemaakt van RVS(304).

De twee knopjes voor de boordcomputer
(figuur 71)
Deze twee knopjes steken door het eindkapje heen. Ze zijn tevens geplaatst op de locatie van de twee drukschakelaars die de besturing van de boordcomputer verzorgen. Ze hebben een dikker en een dunner deel, het dunnere deel steekt door het eindkapje naar buiten. De dikkere kant zorgt ervoor dat de knopjes niet uit het pookje kunnen vallen. Deze knopjes worden geproduceerd van aluminium met behulp van een draaibank en vervolgens geanodiseerd.

Het resetknopje voor de kilometerteller
(figuur 72)
Dit knopje steekt door de basisbuis en door de uitsparing in de gefixeerde buitenste ring naar buiten. Dit knopje is overeenkomstig geplaatst met de locatie van de knop op de printplaat. Ook dit knopje heeft een verdikking zodat deze niet uit het pookje kan vallen. Dit knopje wordt vervaardigd van aluminium met behulp van een draaibank en vervolgens geanodiseerd.

Meters:

De drie verschillende meters zijn aan de hand van het concept gedetailleerd. De uiteindelijke onderdelen zullen worden toegelicht. Dit gebeurt in drie stukken, namelijk een stuk over de universele onderdelen, gevolgd door een stuk over de onderdelen die specifiek zijn voor de displaymeter. Vervolgens zullen de onderdelen van de snelheidsmeter en de toerental meter worden toegelicht. Als laatste wordt de voorzijde van de meters toegelicht. Dit laatste deel is apart gehouden omdat het eigenlijk een los universeel onderdeel is dat uit meerdere subcomponenten bestaat.

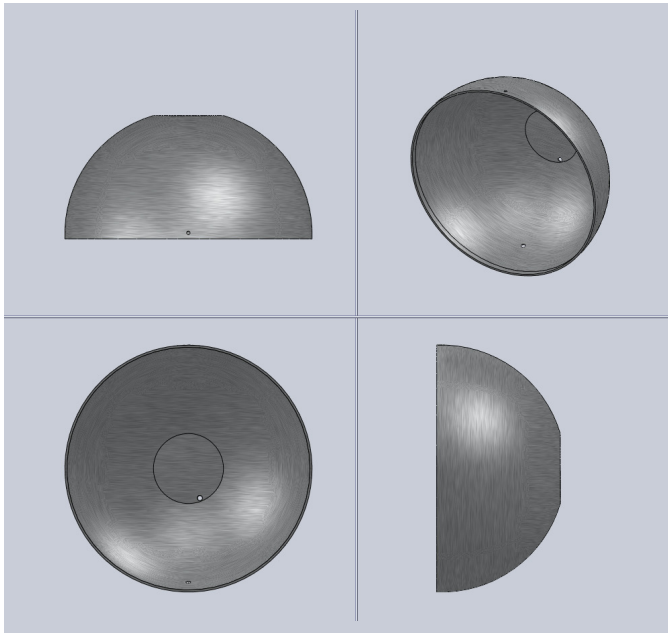
Voor het overzicht zal er eerst per stukje een lijstje worden weergegeven met de verschillende onderdelen die behandeld zullen worden.

De universele onderdelen met uitzondering van die van de voorkant:

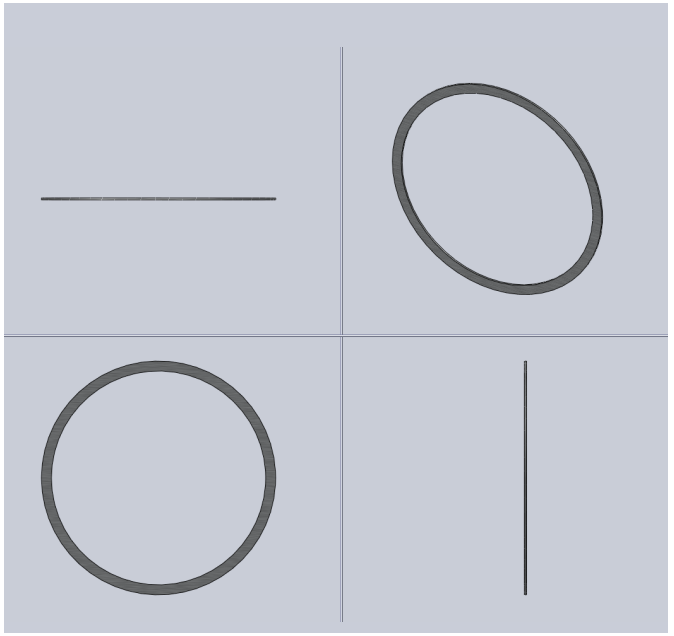
- Schaaltje
- Afdekrand
- Blokjes

Schaaltjes (figuur 73)

Ten opzichte van het uiterlijk dat de meters aan het begin van de opdracht hadden is er veel veranderd. Ook de technische detaillering van de modellen is enorm toegenomen.



figuur 73 - CAD model van het schaaltje

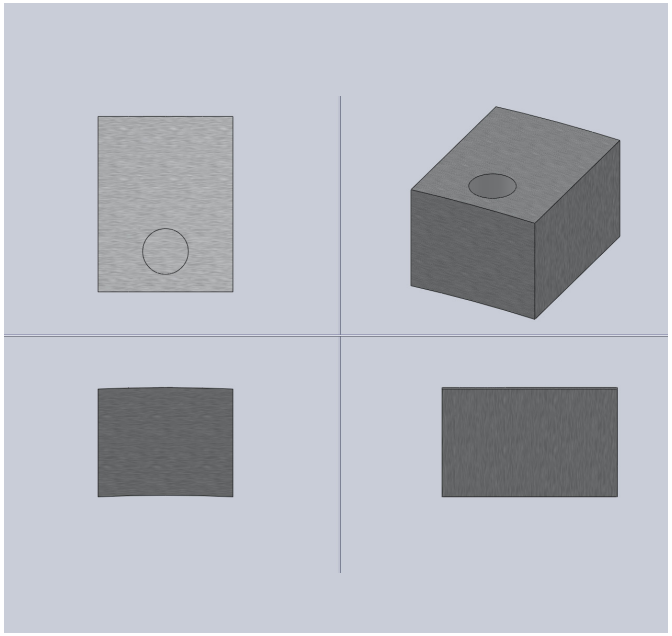


figuur 74 - CAD model van de afdekrand

De eerste verandering in het ontwerp was de vorm van de meters zelf. In het originele ontwerp was er gekozen voor cilindervormige buisjes met daarin alle onderdelen. Dit is veranderd naar zo goed als halfronde schaaltjes. Om precies te zijn gaat het hier om de IKEA Blanda schaaltjes met een diameter van 120 mm. Er is gekozen voor deze schaaltjes omdat dit werd aangeraden door de medewerkers van Avions Voisin en omdat deze schaaltjes makkelijk te verkrijgen zijn voor een bijzonder aantrekkelijke prijs.

Afdekrand (figuur 74)

Naast de aanpassing van de vorm van de meters is er ook een afdekrand toegevoegd aan de onderdelen. Deze rand zit tussen het glaasje en de wijzerplaat en zorgt ervoor dat dingen, zoals schroefjes waarmee de onderdelen aan elkaar zijn bevestigd uit het zicht van de bestuurder worden gehouden. Deze rand kan gemaakt worden van RVS (304).



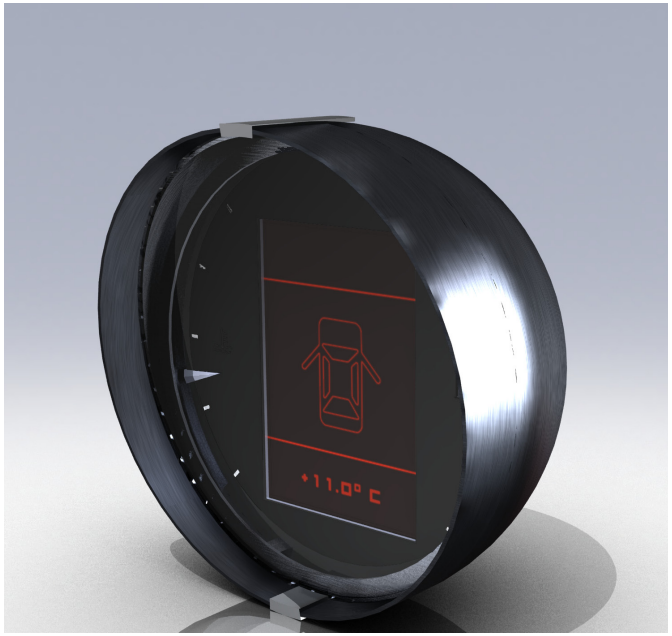
figuur 75 - CAD model van de blokjes

Blokjes (figuur 75)

Achter de afdekrand zijn een drietal blokjes gemonteerd die als verbindingsstuk dienen tussen de afdekrand en de wijzerplaten. Deze zullen met behulp van schroeven door de wijzerplaat en door de buitenkant van de schaaltjes worden bevestigd. Van deze blokjes wordt er één aan de bovenzijde geplaatst. De andere twee worden aan de onderkant geplaatst, beide 19 graden uit het midden gedraait. Deze locaties zijn bepaald omdat dit goed uitkomt bij alle meters. Deze blokjes kunnen worden gemaakt van aluminium (50ST).

Displaymeter (figuur 76)

Dit is de middelste van de drie meters. Deze meter zal de brandstofmeter, watertemperatuur en het display van de boordcomputer herbergen. Dit is tevens de meest complexe meter van de drie qua inhoud. Vooral omdat er dus maar liefst twee motoren en een behuizing van de grote display in moeten passen zonder dat dit problemen voor de bewegingsvrijheid van de wijzers op mag leveren.

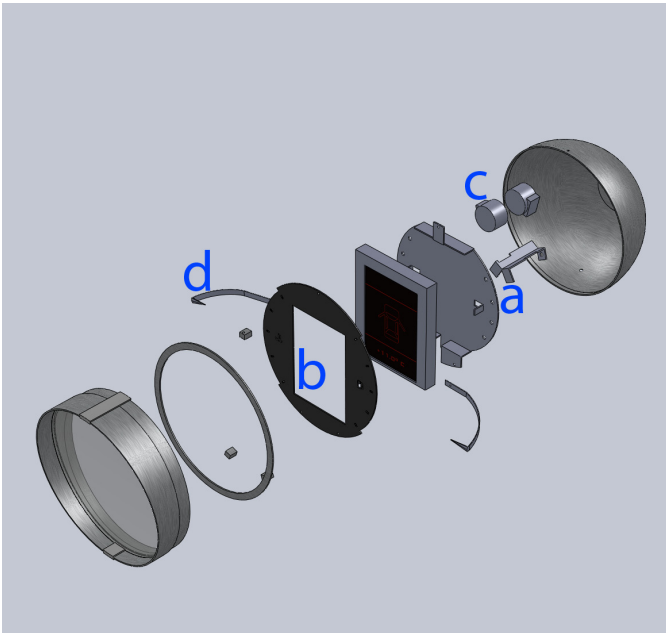


figuur 76 - CAD model van de displaymeter als geheel

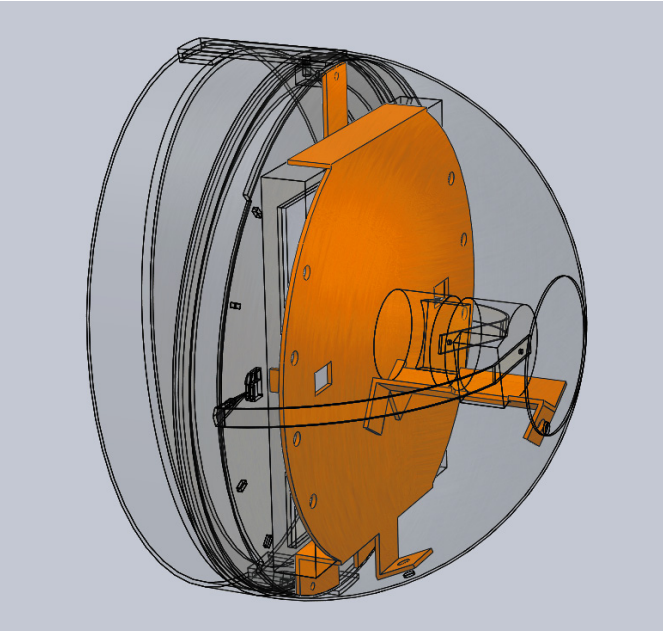
De displaymeter bevat naast de universele onderdelen de volgende onderdelen:

- Het frame voor de grote display van de boordcomputer (a)
- De wijzerplaat (b)
- De twee motortjes (c)
- De wijzers (d)

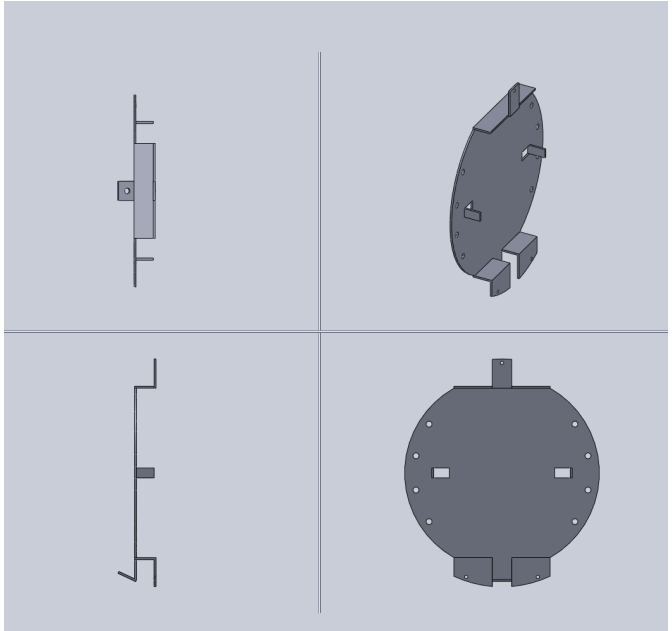
Hoe deze onderdelen in elkaar steken is weergegeven in de exploded view van de displaymeter te zien in figuur 77.



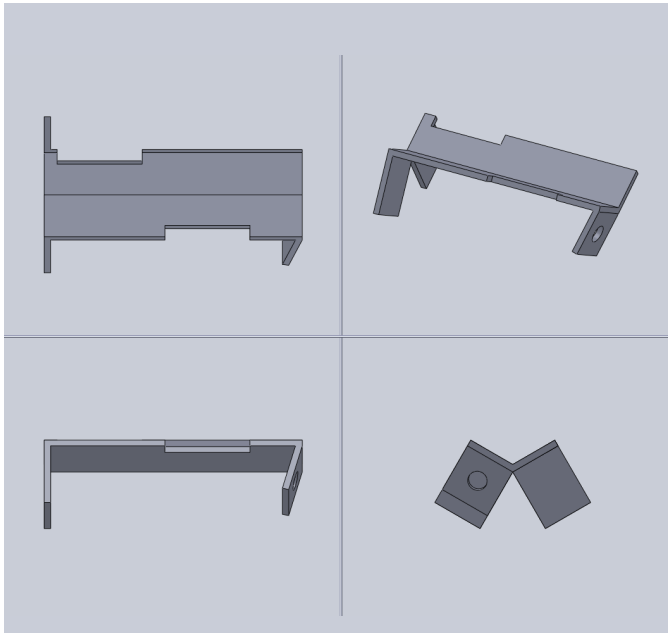
figuur 77 - Exploded view van de displaymeter



figuur 78 - Het frame voor het grote scherm



figuur 79 - Het plaatje



figuur 80 - Het v-profiel balkje

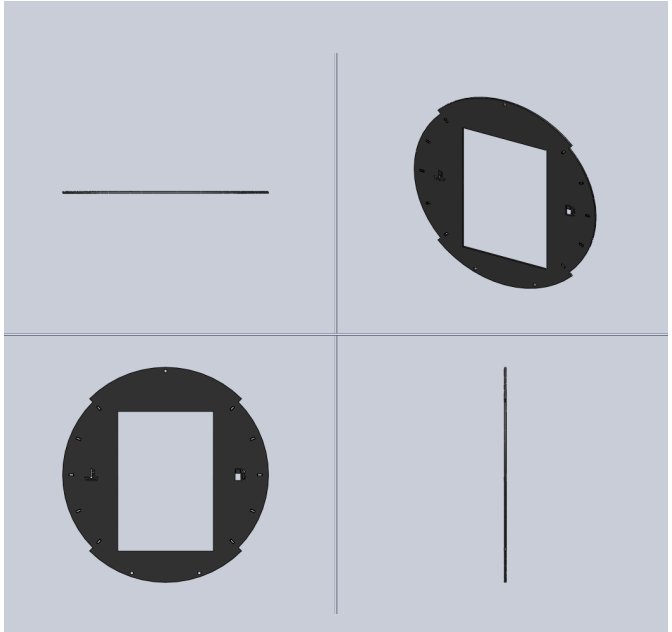
Het frame voor de grote display van de boordcomputer (figuur 78)
Dit frame is de hoofdcomponent van de displaymeter. Het houdt het grote scherm en de wijzerplaat op zijn plaat, daarnaast worden de motortjes van de twee meters hier ook aan bevestigd. Het frame bestaat uit twee delen, namelijk een lasergesneden plaatje en een v-profiel balkje.

Het lasergesneden plaatje (figuur 79) is een cirkelvormig plaatje RVS(301), met wat inkepingen die kunnen worden gebogen. Op deze manier is een omhulsel voor het grote scherm te maken. Het plaatje bevat ook nog een reeks gaatjes om de LEDs achter te monteren. Daarnaast zijn er op drie plaatsen stukken materiaal van dit plaatje richting de voorkant gebogen om schroefjes in te plaatsen. Deze schroefjes van type M3 gaan door het frame en de wijzerplaat en grijpen aan in de blokjes. Doordat op deze manier het frame aan de wijzerplaat wordt vastgeschroefd is het scherm te fixeren.

Aan de onderkant is het plaatje dusdanig te buigen dat er een stuk plaat evenwijdig met de vorm van het schaaltje loopt. Op dit stukje van de plaat is een moertje te puntlassen zodat het plaatje met een boutje aan het schaaltje kan worden bevestigd. Dit dient pas te worden gedaan nadat het plaatje en de wijzerplaat aan de blokjes zijn gemonteerd.

Het v-profiel balkje (figuur 80) is een gebogen plaatje RVS(301) met aan beide uiteindes een inkeping waar de uiteinden zijn omgebogen. De omgebogen uiteindes aan de kant van het plaatje zijn door middel van puntlassen te bevestigen. Op het omgebogen uiteinde aan de kant van het schaaltje is een moertje te puntlassen. Door een boutje vanaf de achterkant van het schaaltje te laten aangrijpen in dit moertje is het v-profiel te bevestigen aan het schaaltje. Dit dient tegelijkertijd te gebeuren met het bevestigen van het boutje

aan de onderkant van het schaaltje. Verder zijn er inkepingen gemaakt ter dikte van de motortje zodat deze niet meer voor of achteruit kunnen bewegen over het balkje.



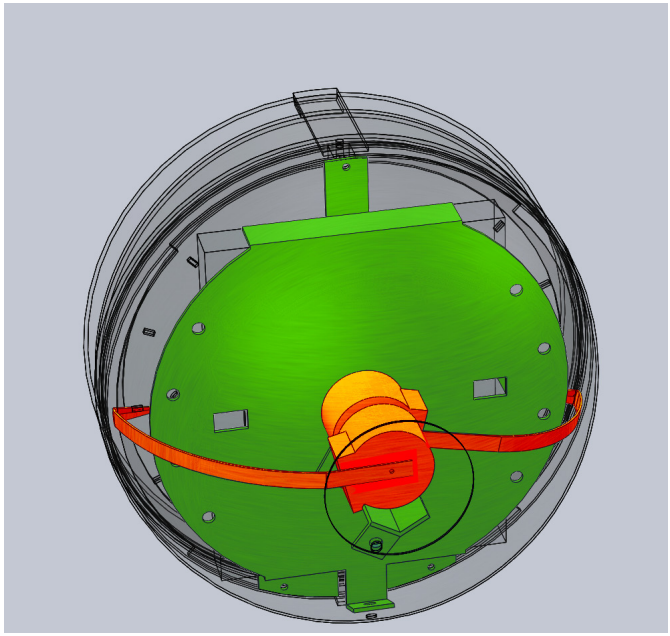
figuur 81 - De wijzerplaat

De wijzerplaat (figuur 81)
Deze plaat is bevestigd door middel van drie schroefjes die vanaf de achterkant van het frame door de wijzerplaat zijn geschroefd en aangrijpen in de blokjes. De wijzerplaat heeft acht streepjes en twee icoontjes. Zoals in het deel over het instrumentenpaneel van het hoofdstuk concepten is uitgelegd (pagina 29) , kunnen deze markeringen gemaakt worden door kleine gaatjes in de wijzerplaat te maken met behulp van laserperforatie. Naast deze markeringen is er een kleurfolie aan de achterzijde van de wijzerplaat te plaatsen waardoor er kleurverlopen in de schaalverdeling kunnen worden toegevoegd. Bij de brandstofmeter zou dit het onderste deel van de schaalverdeling betreffen, zodat het rood wordt verlicht. Bij de watertemperatuurmeter wordt de onderkant voorzien van een blauw folie en de bovenkant van een rood folie. De wijzerplaat is gemaakt van geanodiseerd aluminium.

Om de wijzers van de meters de ruimte te geven om zich rond te wijzerplaat te bewegen zijn er aan weerskanten van de wijzerplaat inkepingen gemaakt. Deze inkepingen vallen achter de afdekrand en worden zo uit het zicht van de bestuurder gehouden. Wel schijnt er licht langs om de wijzers te verlichten.

In het midden van de wijzerplaat zit een gat ter grootte van het grote scherm van de boordcomputer.

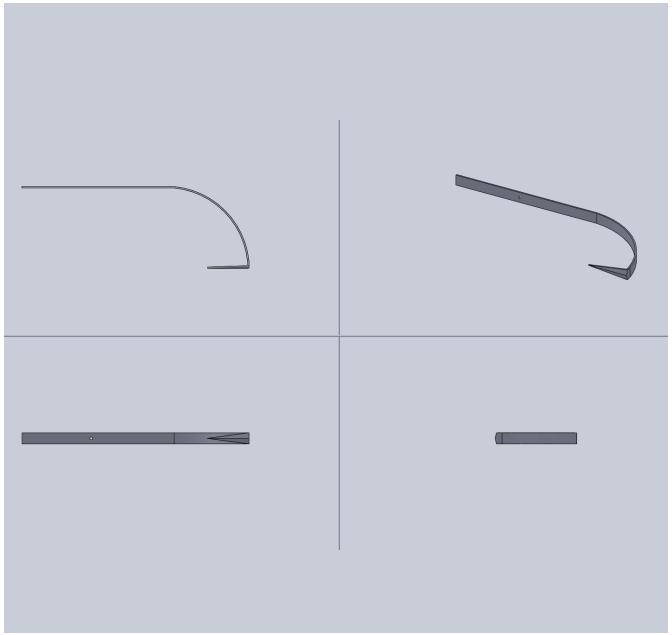
De twee motortjes (figuur 82)
Om de watertemperatuurmeter en de brandstofmeter aan te drijven zijn de twee motortjes te bevestigen op het v-profiel balkje van het frame. Dit gebeurt door ze



figuur 82 - De motortjes inclusief wijzers(oranje) in het frame (groen)

vast te binden met behulp van twee RVS slangklemmen. De motortjes moeten ten opzichte van hun originele oriëntatie achterstevoren worden geplaatst. De reden hiervoor is dat de wijzers in de originele configuratie de volgende draairichtingen hadden. De watertemperatuurmeter draaide tegen de klok in (van laag naar hoog) en de brandstofmeter draaide met de klok mee (van laag naar hoog). Dit houdt in dat er twee mogelijkheden zijn om de wijzers juist te oriënteren, namelijk het omwisselen van de wijzers (watertemperatuur rechts en brandstofmeter links), of het omdraaien van de motortjes.

Er is voor de laatste gekozen omdat in de meeste auto's de watertemperatuur links wordt geplaatst en de brandstofmeter rechts. Het is niet wenselijk om van deze verwachtingen van de bestuurder af te wijken.



figuur 83 - De wijzers

De wijzers (figuur 83)

De wijzers bestaan eigenlijk uit twee onderdelen, namelijk het staafje tussen het motortje en het pijltje. Toch kunnen deze onderdelen uit één stuk worden gemaakt met behulp van het buigen van een RVS(304) plaatje. Om het trillen van de wijzers tegen te gaan hebben de wijzers een uitstekend deel aan weerszijde van de as. Aan dit deel kan een contragewicht worden bevestigd zodat de wijzer in evenwicht is.

Snelheidsmeter en Toerentalmeter

De snelheidsmeter (figuur 84) en de toerentalmeter (figuur 85) lijken bijzonder veel op elkaar qua opbouw, dit omdat ze op de wijzerplaat en het motortje na hetzelfde zijn.

figuur 84 - Het CAD model van de snelheidsmeter

Deze meters bestaan uit de volgende onderdelen:

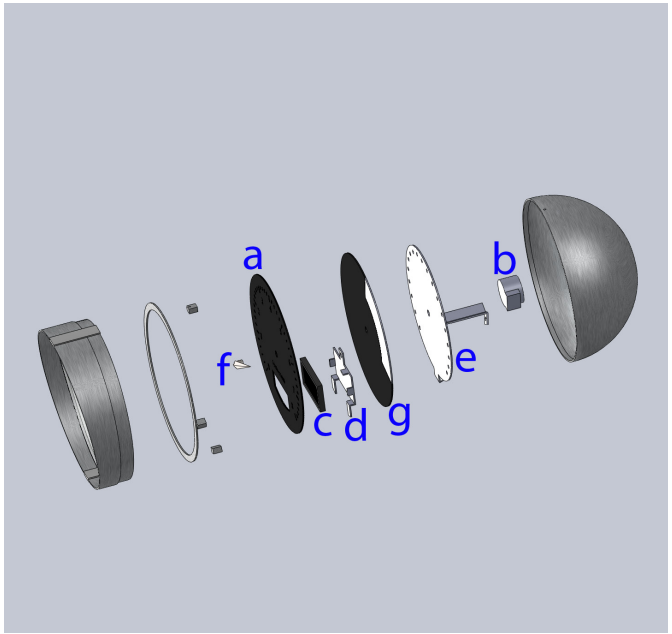
- Een wijzerplaat (a)
- Een motortje (b)
- Kleine display van de boordcomputer (c)
- Een frame waarmee deze display op zijn plaats wordt gehouden (d)
- Een frame waarmee zowel de motor als de verlichting op zijn plaats wordt gehouden (e)
- Een wijzer (f)
- Een schijf die meedraait met de wijzer ookwel de afschermschijf (g)

figuur 85 - Het CAD model van de toerentalmeter

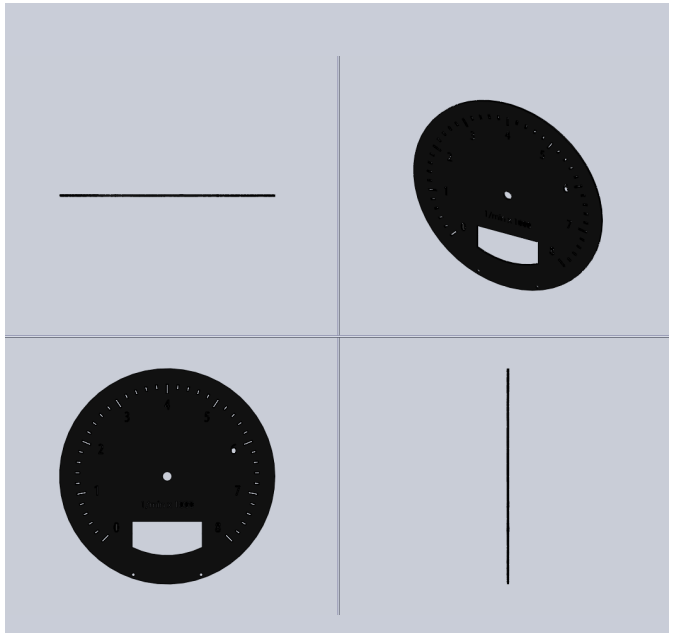
Hoe deze onderdelen in elkaar steken is weergegeven in de exploded view van de displaymeter te zien in figuur 86. Voor dit voorbeeld is gebruik gemaakt van het model van de snelheidsmeter, de oriëntatie van de onderdelen is hetzelfde bij de toerentalmeter.

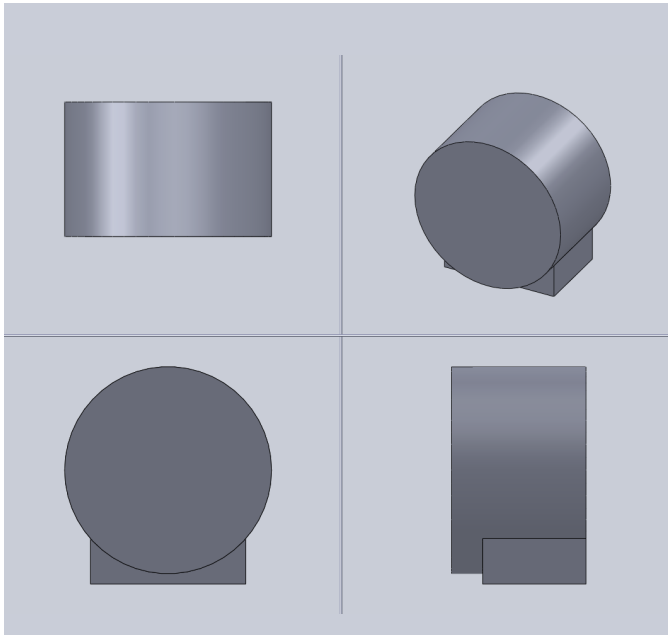
De wijzerplaat (figuur 87)

De wijzerplaat is gemaakt van geanodiseerd aluminium. Er is een gat voor de kleine displays in te maken door middel van lasersnijden. Dit gat zal aan de onderkant een boog bestrijken die concentrisch is met de straal van het schaaltje. Het enige verschil tussen de wijzerplaat van de snelheidsmeter en die van de toerentalmeter is de markeringen erop. Bij de snelheidsmeter staan er uiteraard de snelheden op met dezelfde schaalverdeling als die van de Audi en daarnaast staat er “km/h” tussen de kleine display en de as van de wijzer. Ook bij de toerentalmeter wordt dezelfde schaalverdeling gebruikt als bij de Audi en daarnaast staat er “1/min x 1000” tussen de kleine display en de as van de wijzer. Zoals uitgelegd in het hoofdstuk concepten (pagina 29), worden deze leestekens in de wijzerplaat geperforeerd met laserperforatie. Daarnaast wordt er in een straal rond het midden ook een deel gelaserperforeerd om de wijzer te verlichten.



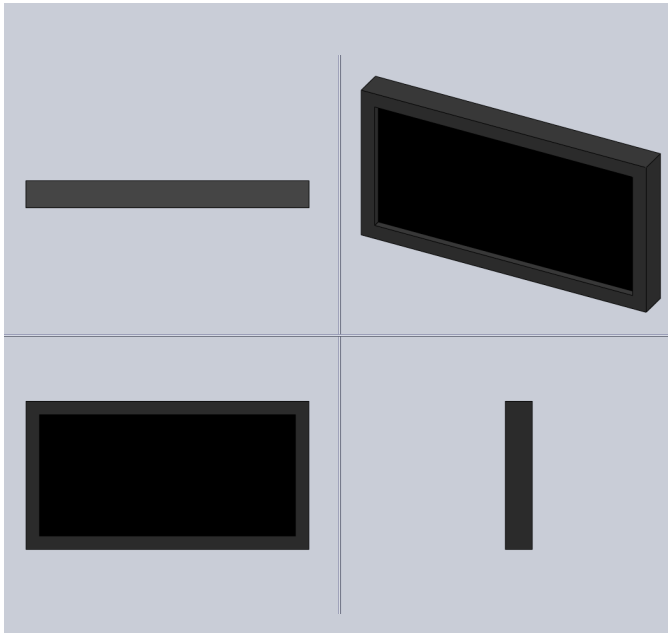
figuur 86 - De exploded view van de toerentalmeter


figuur 87 - De wijzerplaat


figuur 88 - Het motortje

Het motortje (figuur 88)

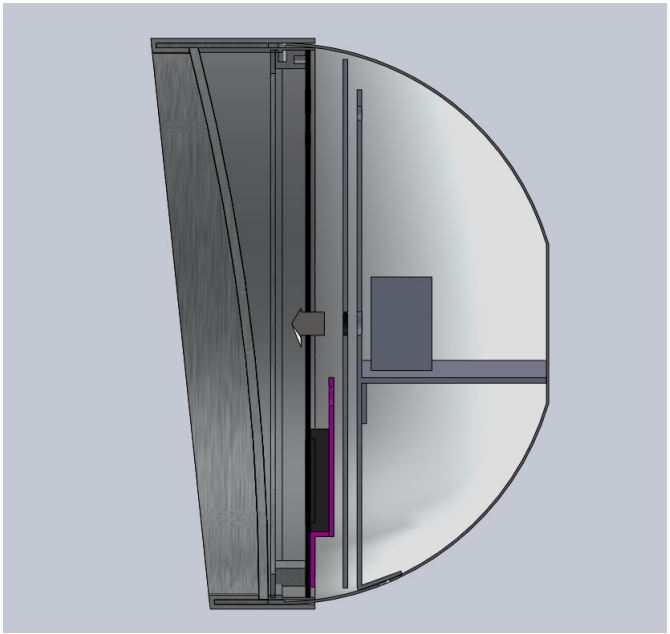
Dit motortje drijft de wijzer aan. Om te voorkomen dat er een verschil in weergegeven snelheden of toerentallen ontstaat ten opzichte van de originele meters van de Audi worden de originele motortjes en de bijbehorende schaalverdeling hergebruikt. De motortjes kunnen worden losgesoldeerd van hun originele printplaat en geplaatst worden in de nieuwe meters. Ze kunnen vervolgens met een aantal kabeltjes weer worden aangesloten op de originele printplaat. Deze printplaat wordt elders in de auto geplaatst, waarschijnlijk wel in de buurt van de stuurkolom in verband met het verlengen van de kabels.



figuur 89 - Het kleine scherm van de boordcomputer

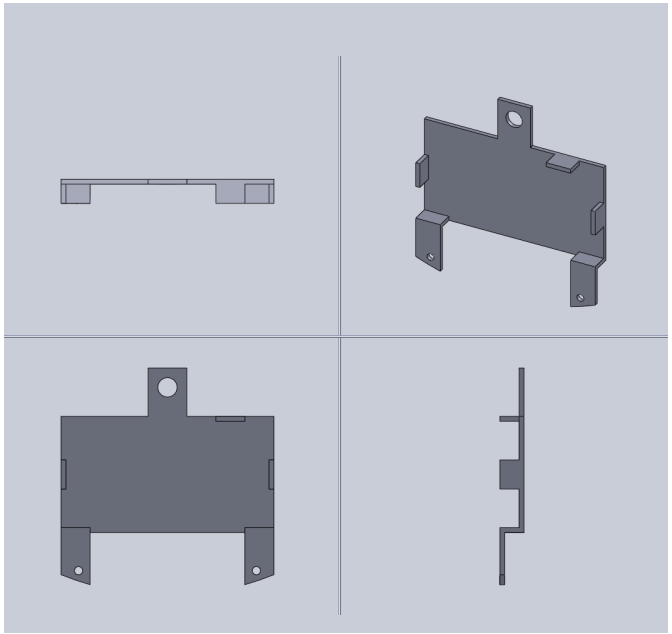
Het kleine scherm van de boordcomputer (figuur 89)
Zoals uitgelegd is in het detailonderzoek van het instrumentenpaneel op pagina 22 zijn de originele schermpjes niet herbruikbaar. Er zal naar een alternatief schermpje met dezelfde aansturing en afmetingen moeten worden gezocht.
Gezien voor deze displays nog een alternatief moet worden gezocht zijn de exacte dimensies ervan nog niet vastgesteld. Wel is te zien in het CAD model dat er ruimte aanwezig is voor dergelijke schermpjes. Er is een voorbeeld display geplaatst met de volgende afmetingen: 42 bij 22 bij 4 mm, dit zijn dezelfde afmetingen als het originele schermpje, maar dan zelfs nog iets dikker. Ook is er een ruimte overgelaten tussen de rand van de afschermschijf en de binnenkant van het schaaltje om de kabels langs te kunnen leiden.

Het frame dat dit kleine scherm op zijn plaats houdt (figuur 91)
Dit frame zit net achter de wijzerplaat zoals te zien is in de doorsnede van figuur 90. Deze is bevestigd aan de wijzerplaat met behulp van twee schroefjes van M2 formaat. Dit frame bestaat uit een lasergesneden plaatje dat gebogen is op verschillende plaatsen. Dit frame is gemaakt van RVS (304).

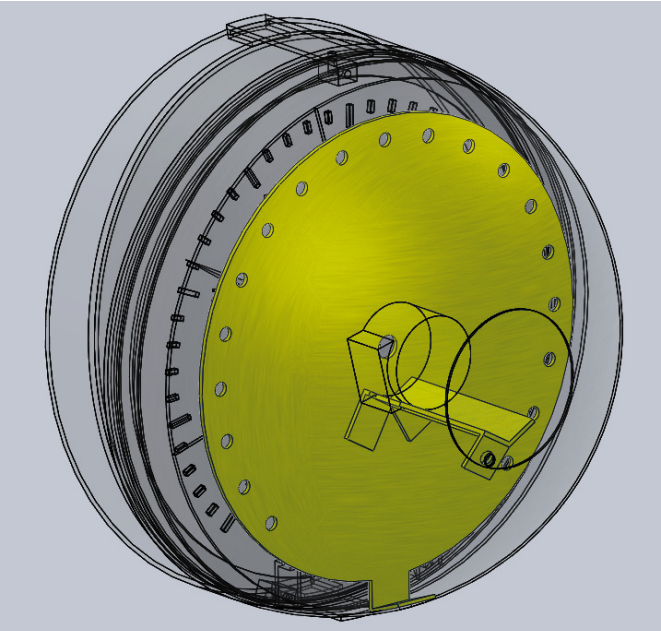


figuur 90 - Plaatsing van het frame van het kleine scherm (roze)

Het frame dat de motor en de verlichting op zijn plaats houdt (figuur 92)
Dit frame bestaat eigenlijk uit twee delen, namelijk een lasergesneden plaat die op twee plaatsen gebogen is om deze met behulp van twee schroefjes aan de wijzerplaat vast te maken. Hoe dit plaatje eruit ziet staat in figuur 93. Aan deze plaat kan ook de verlichting worden bevestigd op de plaatsen van de gaatjes. Deze plaat kan worden vervaardigd van RVS(301).



figuur 91 - Het frame waarin het kleine scherm wordt ingesloten

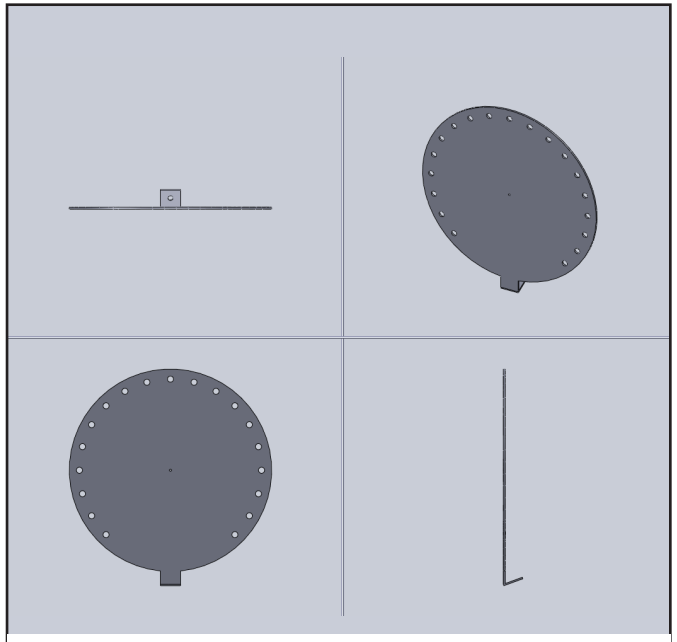


figuur 92 - Het frame dat de motor en de verlichting op zijn plaats houdt

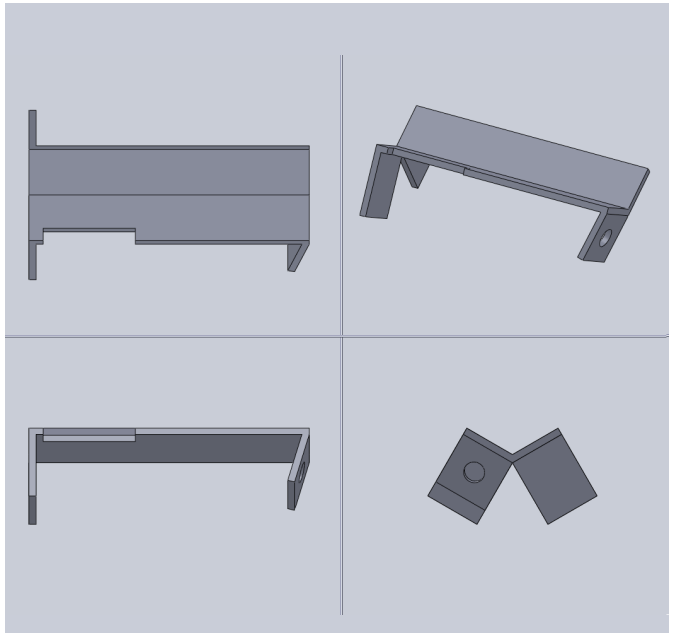
Naast deze plaat is er een v-profiel balkje gemaakt door een RVS(301) plaatje te buigen. Aan beide uiteinden van dit v-profiel zijn er inkepingen gemaakt die omgebogen worden om het balkje te bevestigen aan de plaat en het schaaltje. Dit balkje is te zien in figuur 94. De twee frame delen worden verbonden met twee puntlassen. Voor de bevestiging van het frame aan het schaaltje is ervoor gekozen om op de omgebogen vlakjes aan de onder- en achterkant een moertje te lassen. Hierna kan het frame vanaf de buitenkant van het schaaltje worden vastgezet met twee boutjes.

De wijzer (figuur 95)

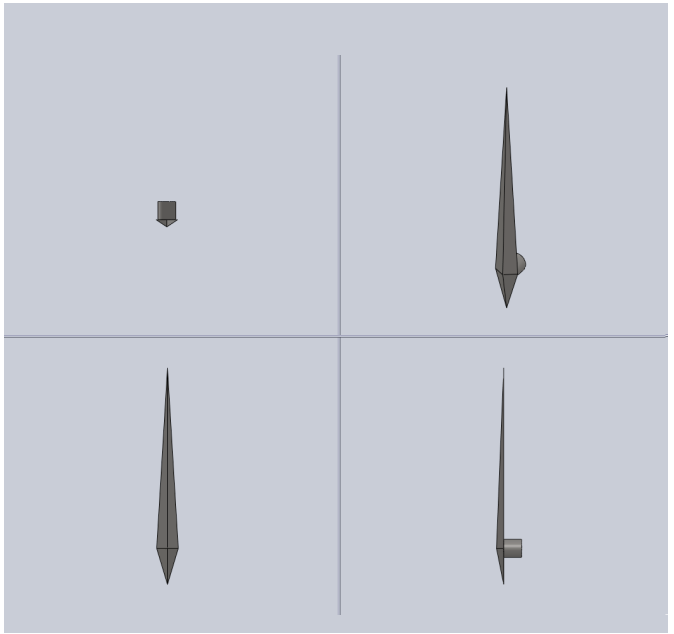
De wijzers van de meters kunnen worden vervaardigd door middel van CNC frezen. Beide methodes zijn vormen van rapid prototyping/ producing. Door gebruik te maken van een van deze technologieën kan voor een relatief lage prijs een complexe vorm worden geleverd. Deze wijzers worden gemaakt van RVS(304).



figuur 93 - Het plaatje



figuur 94 - Het v-profiel balkje



figuur 95 - De wijzer

De afschermschijf (figuur 96)
Deze schijf is bedoeld om het licht alleen binnen een hoek van 45 graden aan weerskanten van de wijzer door te laten.

Deze schijf is bevestigd op de as van het motortje. De schijf is te vervaardigen uit een polycarbonaat plaatje met daarop een donker folie.

Dit folie zal een deel hebben dat een hoek bestrijkt van 90 graden waarbinnen de folie bedrukt is met een gradiënt die van zwart naar transparant en vervolgens weer naar zwart loopt. Hiermee kunnen de getallen en streepjes in de wijzerplaat helderder worden weergegeven aan de hand van hun hoek ten opzichte van de wijzer. Daarnaast zal er op de plaats van de wijzer ook een transparante lijn over blijven, hiermee wordt de wijzer verlicht.

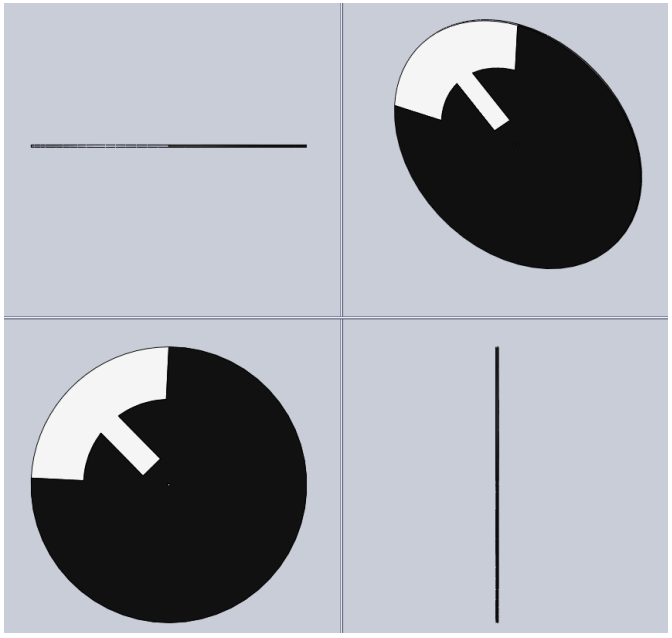
De voorkant van de meters

Deze is apart genoemd omdat het een universeel deel is dat uit meerdere subonderdelen bestaat. Welk deel van de meters er bedoeld wordt, staat in figuur 97.

De voorkant van de meters bevat de volgende onderdelen:

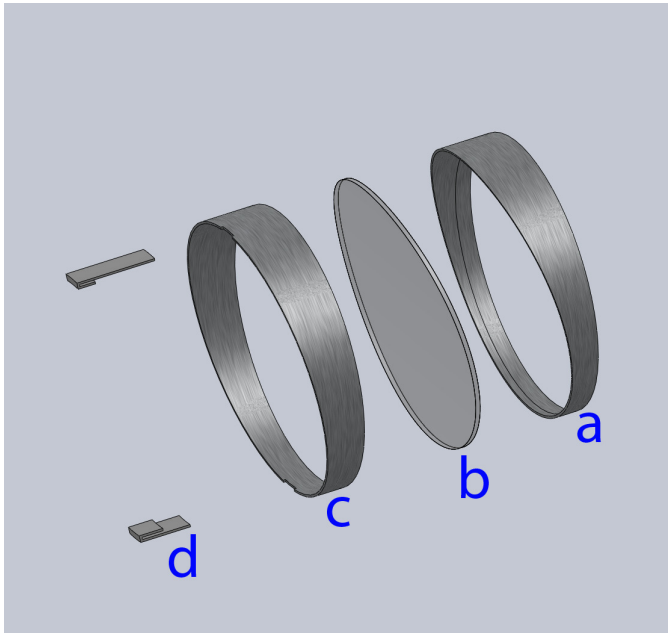
- De glashoudende binnenring (a)
- Het glaasje (b)
- De buitenring (c)
- Twee klemmen (d)

Een exploded view van de voorkant van de meters is the zien in figuur 98.



figuur 96 - De afschermschijf

figuur 97 - De voorkant van de meters

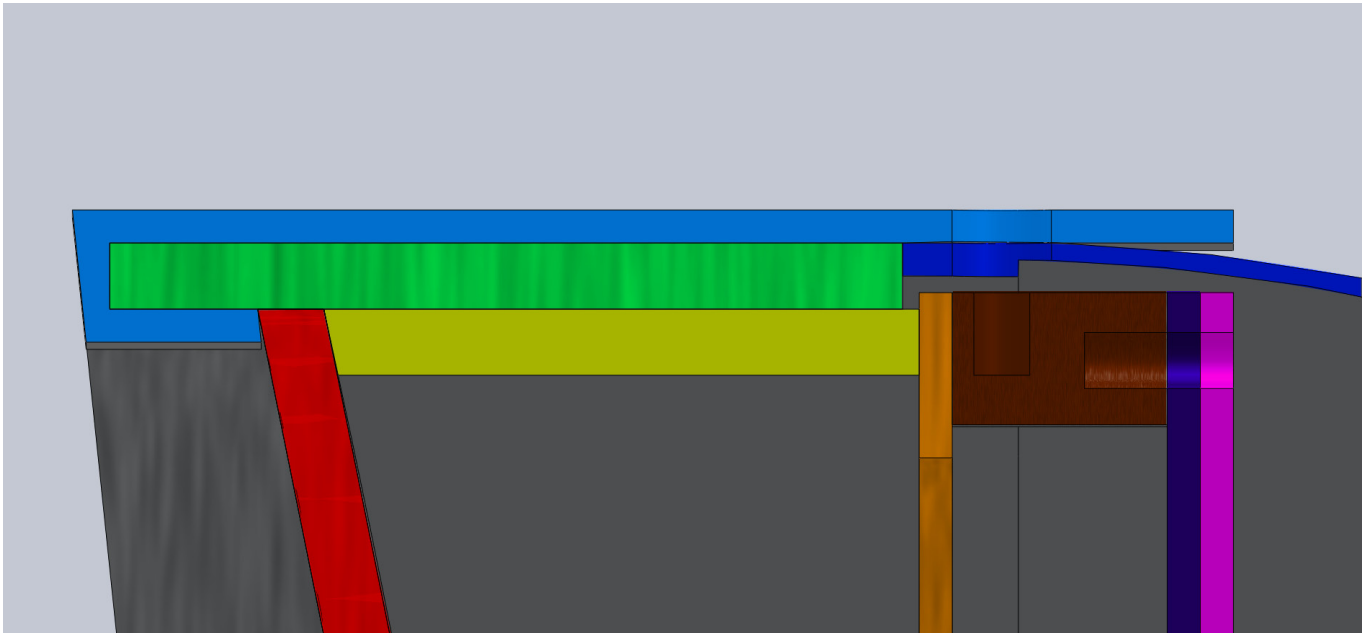


figuur 98 - De exploded view van de voorkant van de meters

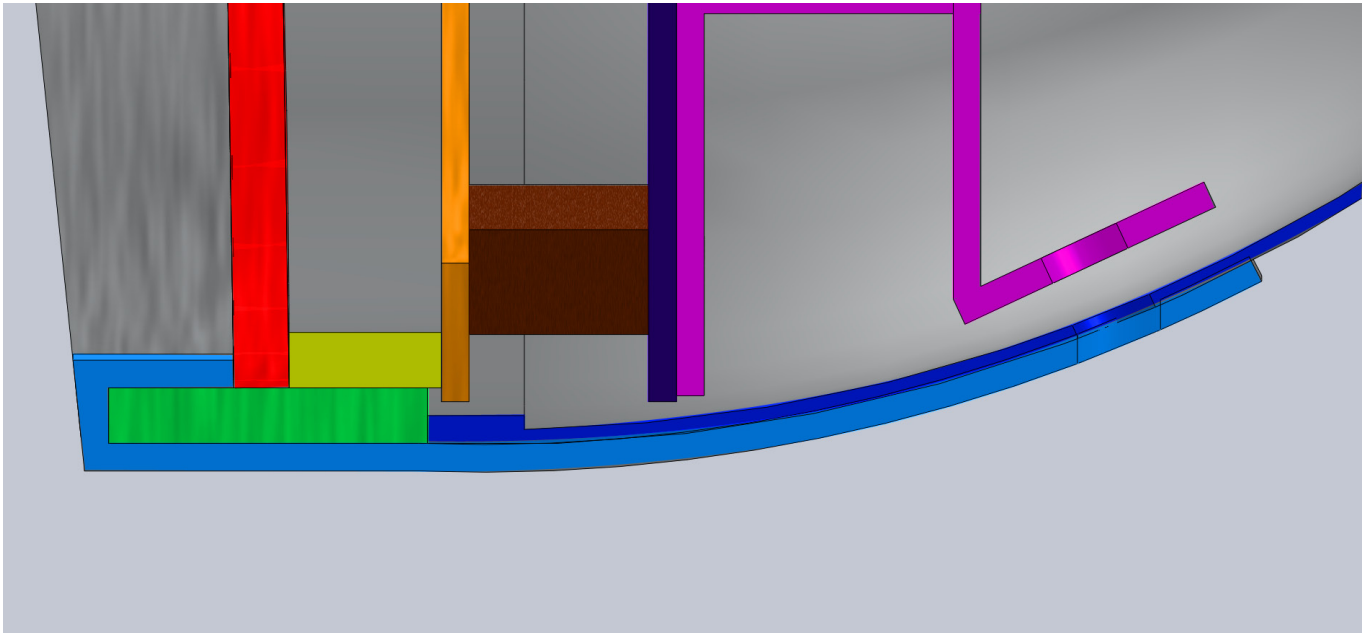
Deze oplossing werkt omdat de binnenring op de afdekrand in het schaaltje valt en daarop rust. Het glaasje wordt door de binnenste en buitenste ring ingesloten, waardoor het horizontaal en verticaal geborgd is. Vervolgens zijn er twee klemmen te plaatsen die het glaasje, de buitenste en de binnenste ring borgen. Deze werken door buiten de buitenste ring langs, het glaasje richting het schaaltje te drukken. De bovenste van deze twee klemmen is bevestigd aan het bovenste blokje, de onderste is bevestigd aan het boutje dat het frame aan de onderkant van het schaaltje vastzet. Ter verduidelijking zie figuur 99 en figuur 100.

Legenda bij de figuren:

Donkerblauw = Schaaltje
Lichtblauw = klemmen
Groen = Buitenste ring
Geel = Binnenste ring
Oranje = Afdekrand
Rood = Glaasje
Bruin = Blokje
Roze = Frame
Paars = Wijzerplaat



figuur 99 - Schematische weergave van de constructie van de voorkant (bovenkant)

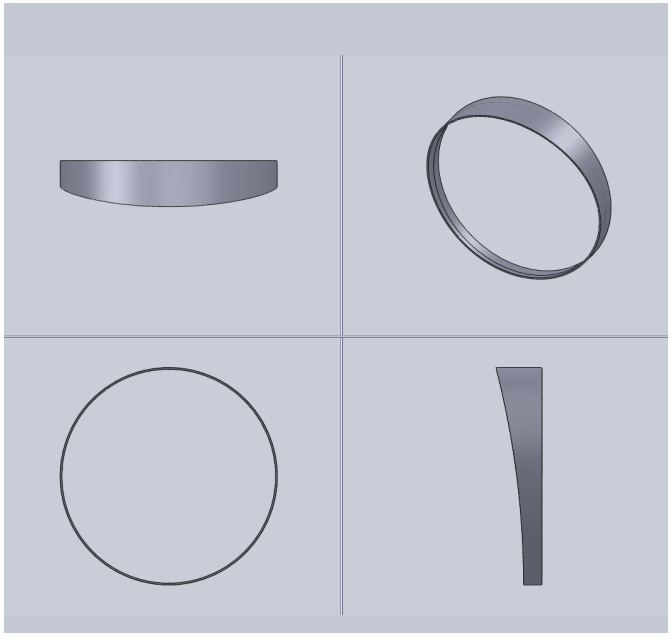


figuur 100 - Schematische weergave van de constructie van de voorkant (onderkant)

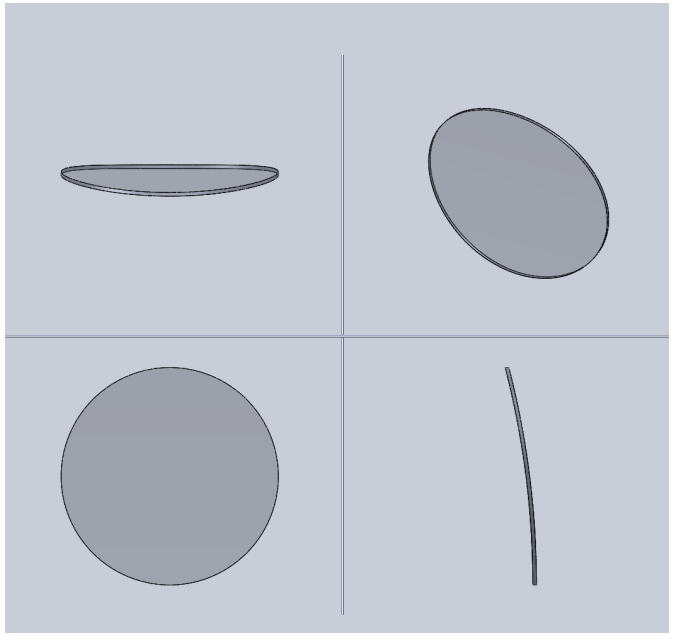
De glashoudende binnenring (figuur 101)
Zoals hierboven omschreven rust de binnenring op de afdekrand in het schaaltje en is deze bedoeld om het glaasje op zijn plek te houden. Deze kan geproduceerd worden door een 2 mm dikke RVS(304) plaat te nemen en hier de uitslag uit te snijden en vervolgens rond te zetten.

Het glaasje (figuur 102)
Dit glaasje is gebogen en onder een hoek geplaatst. Hierdoor is het risico op reflectie verlaagd. Het glaasje kan geproduceerd worden van polycarbonaat. Dit materiaal is helder te verkrijgen vanaf een dikte van anderhalve millimeter. Het materiaal kan gebogen worden naar de juiste vorm wanneer het verwarmd wordt. Er is gekozen voor polycarbonaat boven PMMA, omdat polycarbonaat een brandbestendiger en slagbestendiger materiaal is.

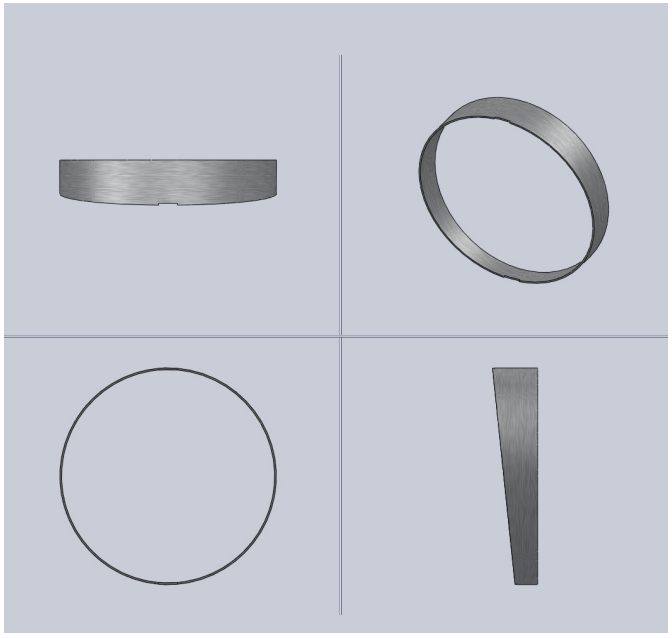
De buitenring (figuur 103)
Deze ring zorgt ervoor dat het glaasje niet omhoog of omlaag kan bewegen. Daarnaast is het een afscherming van invallend licht op de wijzerplaat. Deze kan geproduceerd worden door een 2 mm dikke RVS(304) plaat te nemen en hier de uitslag uit te lasersnijden en vervolgens rond te zetten.



figuur 101 - De glashoudende binnenring



figuur 102 - Het glaasje



figuur 103 - De buitenring

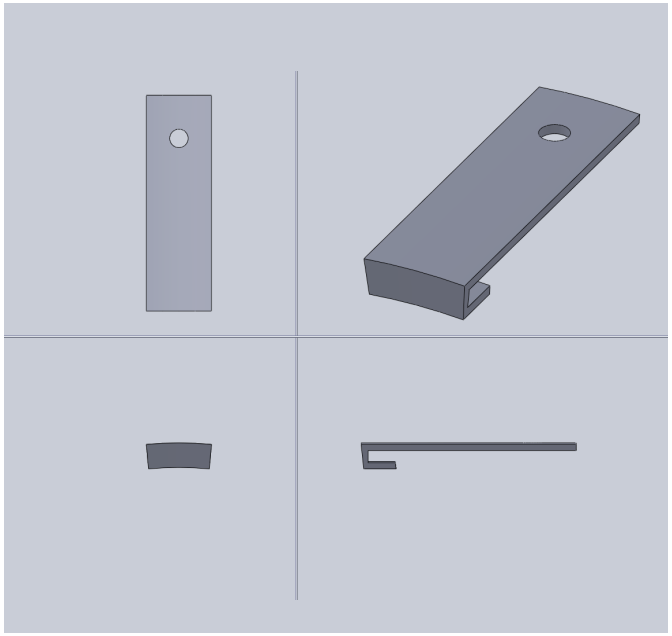
De klemmen (figuur 104)

Deze zorgen ervoor dat het glaasje niet naar voren kan bewegen. Daarnaast zorgen deze klemmen voor de bevestiging van de voorkant aan het schaaltje. Deze kunnen vervaardigd worden van een RVS (304) plaatje te buigen, waarna er een gaatje in moet worden geboord voor de bevestiging. Aan de bovenkant word de klem bevestigd aan het blokje. Aan de onderkant wordt de klem bevestigd aan het boutje dat het frame op zijn plaats houdt.

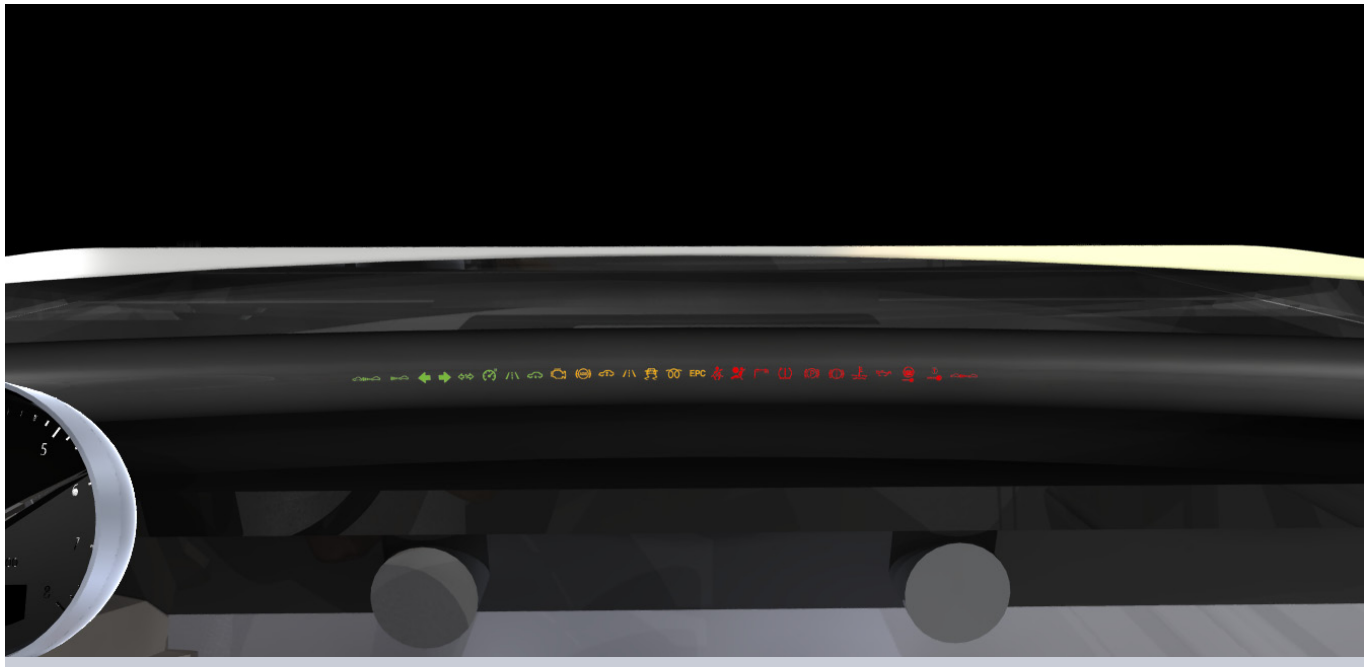
Waarschuwingssymbolen

Door de toevoegingen aan de meters is het niet meer mogelijk om de waarschuwingssymbolen in het instrumentenpaneel te verwerken. Hiervoor is in samenwerking met Avions Voisin een alternatief voor bedacht. Dit alternatief is nog niet technisch uitgewerkt, maar in figuur 105 is weergegeven wat het concept is.

Het idee houdt in dat de symbolen in de grote balk vooraan in de cabine worden geplaatst. Ze kunnen dan allemaal op een rij worden gezet en ingedeeld op kleur.



figuur 104 - Een van de twee klemmen



figuur 105 - Het concept voor de plaatsing van de waarschuwingssymbolen

Hoofdstuk 5 Conclusies

De opdracht had als doel het ontwerpen van een alternatief instrumentenpaneel, de pookjes en het stuurwiel voor de Avions Voisin A-JT. Het resultaat van de opdracht is een alternatief ontwerp voor het instrumentenpaneel en de pookjes, voor het stuurwiel is een geschikt bestaand stuurwiel gevonden.

Om tot geschikte ontwerpen te komen, zijn verschillende onderzoeken gedaan. Te beginnen met een merkanalyse van Avions Voisin. Hierin is gekeken naar de geschiedenis, de doelgroep, de concurrentie, de productiemogelijkheden en de stijl van Avions Voisin. Vervolgens is er gekeken naar zowel concurrerende als duurdere stuurwielen en instrumentenpanelen. Aan de hand van deze gegevens is bepaald dat Avions Voisin zich kan onderscheiden door een klassiek-eenvoudige vormgeving toe te passen op het instrumentenpaneel en een klassiek-elegante vormgeving van het stuurwiel. Om te zorgen dat de ontwerpen ook de weg op mogen, is er een onderzoek gedaan naar de regelgeving van de Rijksdienst voor het Wegverkeer. Om een goede aansluiting te krijgen op de onderdelen van de Audi die moeten worden hergebruikt, is er een detailonderzoek gedaan. In dit onderzoek werd duidelijk welke onderdelen hergebruikt kunnen worden in de nieuwe ontwerpen. Als laatste is er een vooronderzoek gedaan naar de ergonomische aspecten van de Avions Voisin A-JT. Aan de hand van deze onderzoeken is er een Programma van Eisen opgesteld. Dit is gebruikt als leidraad tijdens het ontwerpen.

Vervolgens zijn er concepten gegenereerd voor de pookjes. Voor het stuurwiel is al snel duidelijk geworden dat het voor het productieaantal van Avions Voisin niet verstandig is om zelf een stuurwiel te ontwikkelen. Voor dit onderdeel zijn dus de collecties van verscheidene stuurwielfabrikanten bekeken. Voor het instrumentenpaneel was tijdens het vak “Automotive Design” al een ontwerp gemaakt. Uit de concepten zijn keuzes gemaakt in overleg met Matthijs Meulenbelt (directeur/eigenaar) en Oliver Davina (hoofdontwerper).

De gekozen concepten zijn verder uitgewerkt, waarbij onder andere gedacht is aan de ergonomie, productiemethoden en de materialen. De ergonomie is van belang geweest om de ontworpen concepten te plaatsen in het model van de Avions Voisin A-JT. Hierbij is vooral gelet op de zichtbaarheid en de leesbaarheid van het instrumentenpaneel voor gebruikers vanaf p5 vrouw tot p95 man. De productiemethode en materialen zijn afgestemd op het gegeven productieaantal van twintig stuks per jaar.

Uiteindelijk zijn er ontwerpen verkregen die kunnen worden geëvalueerd aan de hand van het Programma van Eisen. Dit wordt gedaan door middel van de tabel op de volgende pagina’s. Daarna worden de eisen die uitleg nodig hebben toegelicht.

	Eis	Technische specificatie	Voldaan
Vormgeving & Stijl			
1	Alle onderdelen moeten passen bij het exterieur van de auto, oftewel bij de functionalistische vormgeving die past bij de volgende omschrijvingen: chique, elegant, minimalistisch, strak, zelfverzekerd en luxueus.	Geometrische vormen, geen overbodige elementen	ja
2	Alle onderdelen moeten een uiterlijk hebben dat onderscheidend is van de concurrenten.		
a	De vormgeving van het stuur moet een combinatie zijn van klassiek en eenvoud	Het stuur moet in de klassieke eenvoudige hoek van de matrix te plaatsen zijn	ja
b	De vormgeving van het instrumentenpaneel moet een combinatie zijn van klassiek en elegant	Het instrumentenpaneel moet in de klassieke elegante hoek van de matrix te plaatsen zijn	ja
3	De te ontwerpen onderdelen moeten samen een congruent beeld geven	Elementen zoals vorm, kleur en materiaal moeten terugkomen in alle ontwerpen	ja
Regelgeving RDW			
4	De snelheidsmeter moet zowel bij dag als bij nacht goed af te lezen zijn		
a	Overdag moet de reflectie van zonlicht beperkt zijn	*	ja
b	s nachts moet de snelheidsmeter verlicht zijn	*	ja
5	De snelheidsmeter moet een schaalverdeling bevatten die aan de wettelijke eisen voldoet	Intervallen van maximaal 30 kilometer per uur	ja
6	De bestuurder moet in het geval van een defect gewaarschuwd worden	In het geval van een defect wordt de bestuurder gewaarschuwd met behulp van een auditief of een visueel signaal	ja
7	Het nieuwe instrumentenpaneel moet voorzien zijn van de verplichte symbolen	De verplichtte symbolen zijn te vinden in bijlage xx	ja
Samenwerking met originele onderdelen			
8	Het nieuwe instrumentenpaneel moet het originele grote scherm kunnen bevatten	Er dient een ruimte van 70 bij 87 bij 10 mm te worden gereserveerd voor de plaatsing van het originele grote scherm	ja
9	Het nieuwe instrumentenpaneel moet de twee originele kleine schermen kunnen bevatten	Er dient twee maal een ruimte van 22 bij 42 bij 2 mm te worden gereserveerd voor de plaatsing van de twee originele kleine schermen	nee
10	De nieuwe pookjes moeten de originele printplaatjes kunnen bevatten	Voor het richtingaanwijzerpookje geldt dat er een ruimte moet worden geboden van 25 bij 56 bij 12 mm. Voor het cruise controlpookje is dit 18 bij 42 bij 12 mm.	ja
11	Het nieuwe instrumentenpaneel moet de vier originele motortjes kunnen bevatten	Er dient vier maal een ruimte van 21 bij 20 bij 13 mm te worden gereserveerd voor de plaatsing van de vier originele motortjes	ja

12	De nieuwe pookjes moeten dezelfde functies kunnen vervullen als de originele pookjes	Alle knopjes en schakelaars moeten ook in het nieuwe ontwerp worden geplaatst. Daarnaast moeten de houdingen van de pookjes dezelfde functies opleveren als in de originele pookjes.	ja
13	Het nieuwe instrumentenpaneel moet dezelfde functies kunnen vervullen als het originele instrumentenpaneel	Alle informatie die het originele instrumentenpaneel kan weergeven, moet het nieuwe instrumentenpaneel ook kunnen weergeven.	nee
Ergonomische aspecten			
14	Het zicht op het instrumentenpaneel mag niet worden belemmerd door het stuurwiel	Het instrumentenpaneel moet op een geschikte plaats worden geplaatst, zodat alle informatie te lezen is voor bestuurders met een lichaamslengte van tussen de p5 vrouw en de p95 man.	ja
15	De hoogte van de leestekens op het instrumentenpaneel moet groot genoeg zijn om ze probleemloos te kunnen lezen vanuit de bestuurder	De leestekens moeten een verticale hoek beschrijven van tenminste 0.007 radialen in het oog van een p95 mannelijke bestuurder	ja
16	Het instrumentenpaneel dient gebruik te maken van een goed leesbaar lettertype	Het instrumentenpaneel moet gebruik maken van een schreefloos lettertype dat goed leesbaar is	ja
17	Het risico op schittering van de wijzerplaat in het instrumentenpaneel moet worden geminimaliseerd	Er moet gebruik worden gemaakt van een zeer donkere wijzerplaat	ja
18	Er dient een groot contrast te zijn tussen de leestekens en de wijzerplaat	De leestekens op de wijzerplaat mogen alleen kleuren bevatten die een groot contrast opleveren in combinatie met een donkere wijzerplaat	ja
Productie eisen			
19	Alle onderdelen moeten kunnen worden vervaardigd, zonder hoge opstartkosten.	Er mag geen gebruik worden gemaakt van productieprocessen die specifieke tooling vereisen	ja

* = De technische specificatie van deze eis is afhankelijk van de uitwerking van de oplossing

Toelichting eisen

2a.

Deze eis hield in dat het stuur qua vormgeving in de matrix moest kunnen worden geplaatst in de hoek van klassiek en eenvoudig. In figuur 106 is te zien dat het gekozen stuurwiel past in deze hoek van de matrix. Daarmee is voldaan aan deze eis.

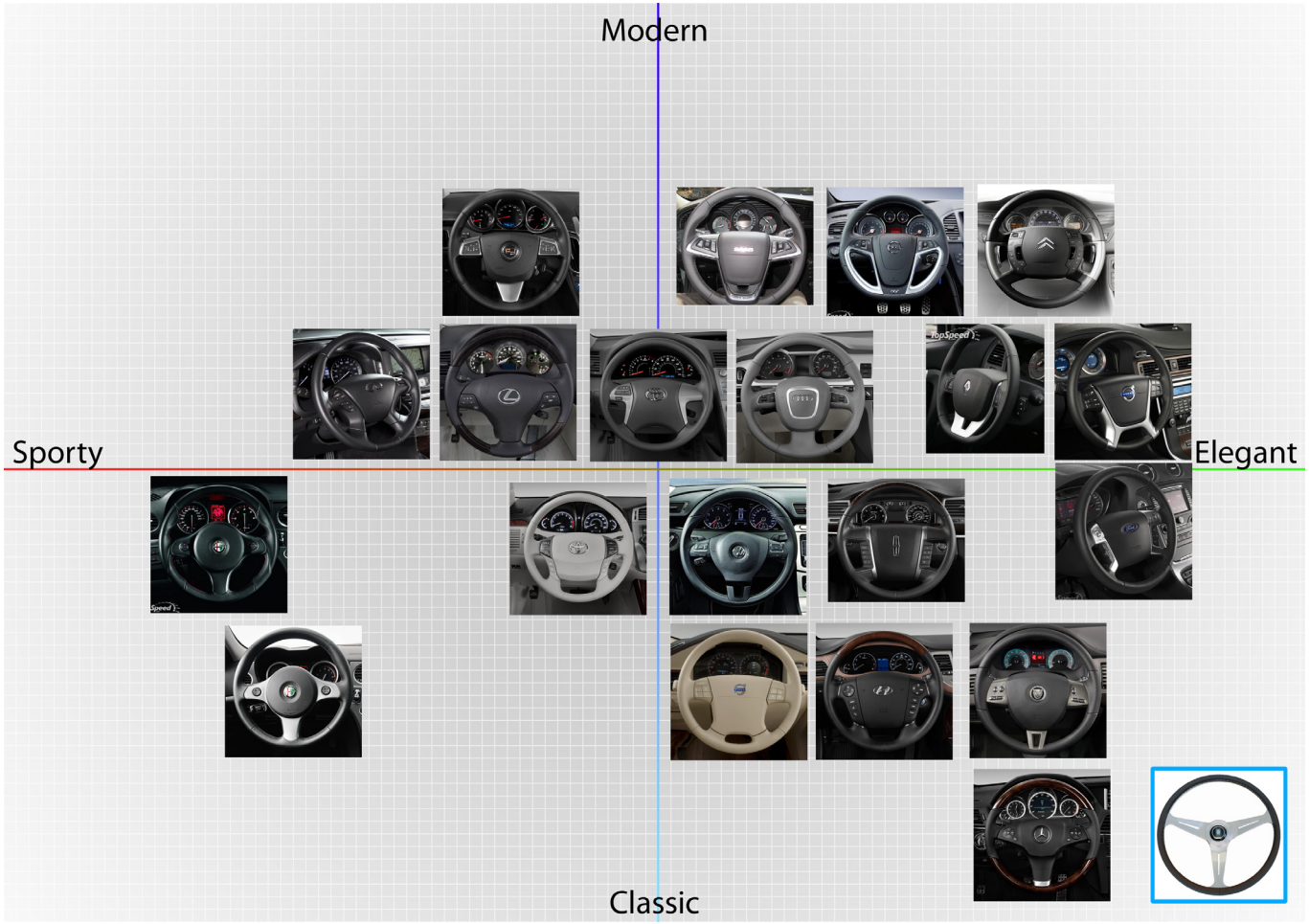
2b.

Deze eis hield in dat het instrumentenpaneel qua vormgeving in de matrix moest kunnen worden geplaatst in de hoek van klassiek en elegant. In figuur 107 is te zien dat het ontworpen instrumentenpaneel past in deze hoek van de matrix. Daarmee is voldaan aan deze eis.

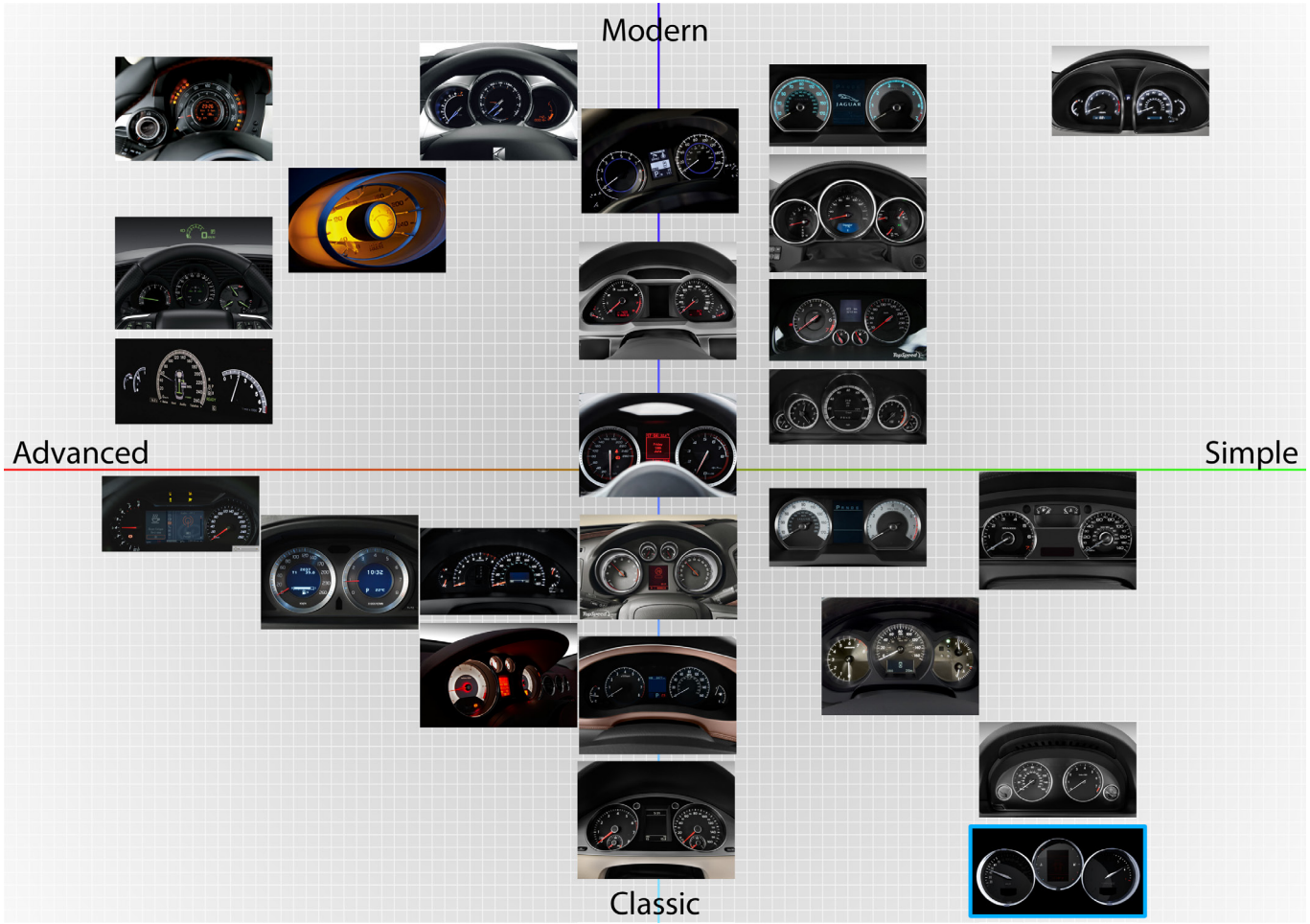
4a.

De reflecties van zonlicht moest volgens de eisen beperkt zijn. Deze eis was niet gespecificeerd omdat dit afhankelijk was van de gekozen oplossing. Uiteindelijk is er gekozen om deze reflectie tegen te gaan door gebruik te maken van vier deeloplossingen, namelijk:

- Een zwarte wijzerplaat
- Een overhellende afscherming van licht aan de voorkant
- Een glaasje dat onder een hoek staat
- Een gebogen glaasje



figuur 106 - Het gekozen stuurwiel (blauw omlijnd rechtsonderin) in de matrix van de stuurwielen



figuur 107 - Het ontworpen instrumentenpaneel (blauw omlijnd rechtsonderin) in de matrix van de instrumentenpanelen

4b.

Deze eis houdt in dat in het donker de informatie van het instrumentenpaneel leesbaar moet zijn. Hieraan wordt voldaan door licht door en langs de wijzerplaat te laten schijnen.

6 & 13.

Dit waren de volgende twee eisen:

- De bestuurder moet in het geval van een defect gewaarschuwd worden.
- Het nieuwe instrumentenpaneel moet dezelfde functies kunnen vervullen als het originele instrumentenpaneel.

Deze twee eisen worden in de Audi vervuld door het instrumentenpaneel. Het plaatsen van deze waarschuwingsverlichting is in het nieuwe instrumentenpaneel onmogelijk in combinatie met de meedraaiende verlichting van de wijzerplaat, daarom is ervoor gekozen om de waarschuwingssymbolen die het nieuwe instrumentenpaneel niet weer kan geven, een andere plek te geven in het interieur van de Avions Voisin A-JT. Hiermee worden de eisen opgelost buiten het instrumentenpaneel.

9.

Deze eis houdt in dat het instrumentenpaneel de twee kleine schermen uit het instrumentenpaneel van de Audi moet kunnen bevatten. Deze eis is niet gehaald omdat de schermen van de Audi op een andere manier zijn aangesloten op de printplaat dan verwacht. Hierdoor is de aansturing van deze schermpjes niet door te voeren naar een andere locatie. Er zijn vervangende schermpjes op de markt, waarbij dit wel te realiseren is. Ook is er ruimte gereserveerd voor de vervangende schermpjes in het instrumentenpaneel.

Aanbevelingen

De ontwerpen van de verschillende onderdelen hebben elk hun eigen onbekenden die nog moeten worden uitgezocht of worden uitgewerkt.

Het instrumentenpaneel

Van het instrumentenpaneel zijn de meeste gegevens bekend. Voordat deze geproduceerd kan worden is het belangrijk dat er een prototype wordt gemaakt. Met dit prototype kan worden getest of de motortjes van het instrumentenpaneel van de Audi krachtig genoeg zijn om de afschermschijf mee te roteren met de wijzers. Een tolerantieanalyse zou sterk aan te raden te zijn, gezien het gaat om de productie van veel onderdelen in een kleine ruimte. Er dient ook nog gezocht te worden naar een geschikt alternatief voor de kleine schermpjes in de snelheidsmeter en de toerentalmeter.

De pookjes

Bij het ruitenwisserpookje moet worden uitgezocht hoe er een LED kan worden aangesloten op de printplaat in dit pookje. Ook moet er een bevestiging voor deze LED worden ontworpen. Daarnaast moet worden uitgezocht of het simultaan kunnen indrukken van beide knopjes van de boordcomputer tot problemen leidt. Ook voor de pookjes geldt dat er een prototype moet worden ontwikkeld om functionering en productie te testen.

Het stuurwiel

Bij dit onderdeel is het belangrijkste om zo snel mogelijk daadwerkelijk het uitgekozen stuurwiel in het bezit te krijgen. Aan de hand van dit stuurwiel kan verder ontworpen worden om de gewenste integratie van de originele knoppen en schakelaars te realiseren.

Afsluiting

Ter afsluiting van dit verslag is hier een render weergegeven van het uiteindelijk zicht vanuit de Avions Voisin A-JT.

Bronvermelding

1. Avions Voisin, (2010), “Enterprise | Avions Voisin”, http://www.automobilesvoisin.com/drupal/content/entreprise, bezocht op 15 juni 2011
2. Thomas, J.L., van Rompay, L. en Pruyn, A.T.H., (2011), ‘When Visual Product Features Speak the Same Language: Effects of Shape-Typeface Congruence on Brand Perception and Price Expectations’, Journal of product innovation management, volume 28, nummer 4, april 2011, pagina’s 599-610
3. Davina, O., (2010), “Exterior Design of the new Avions Voisin A-JT; an automobile created out of single curved surfaces.”, Report published by the University of Twente.
4. TU Delft, (2011), “DINED: Anthropometric database”, http://dined.io.tudelft.nl/dined/nl, bezocht op 23 juni 2011
5. Panero, J. en Zelnick M., (1979), ‘Human dimension and interior space: A source book of design reference standards’, London: The Architectural Press Ltd.
6. Green, P., Levison, W., Paelke, G., Serafin, C., (1994), ‘Suggested Human Factors Design Guidelines for Driver Information Systems’, Report published by the University of Michigan, augustus 1994, pagina’s 21-29
7. Cornog,D.Y., Rose, F.C.,(1967), “Legibility of Alphanumeric Characters and Other Symbols II. A Reference Handbook”, Washington, D.C.:National Bureau of Standards.
8. Green, P., Goldstein, S., Zeltner, K., Adams, S., (1988), “Legibility of Text on Instrument Panels: A Literature Review”, A technical report published by the University of Michigan Transportation Institute.
9. Reed, M. P., 2011, “Adult Anthropometric Data”, http://mreed.umtri.umich.edu/mreed/downloads.html#anthro, bezocht op 10 mei 2011