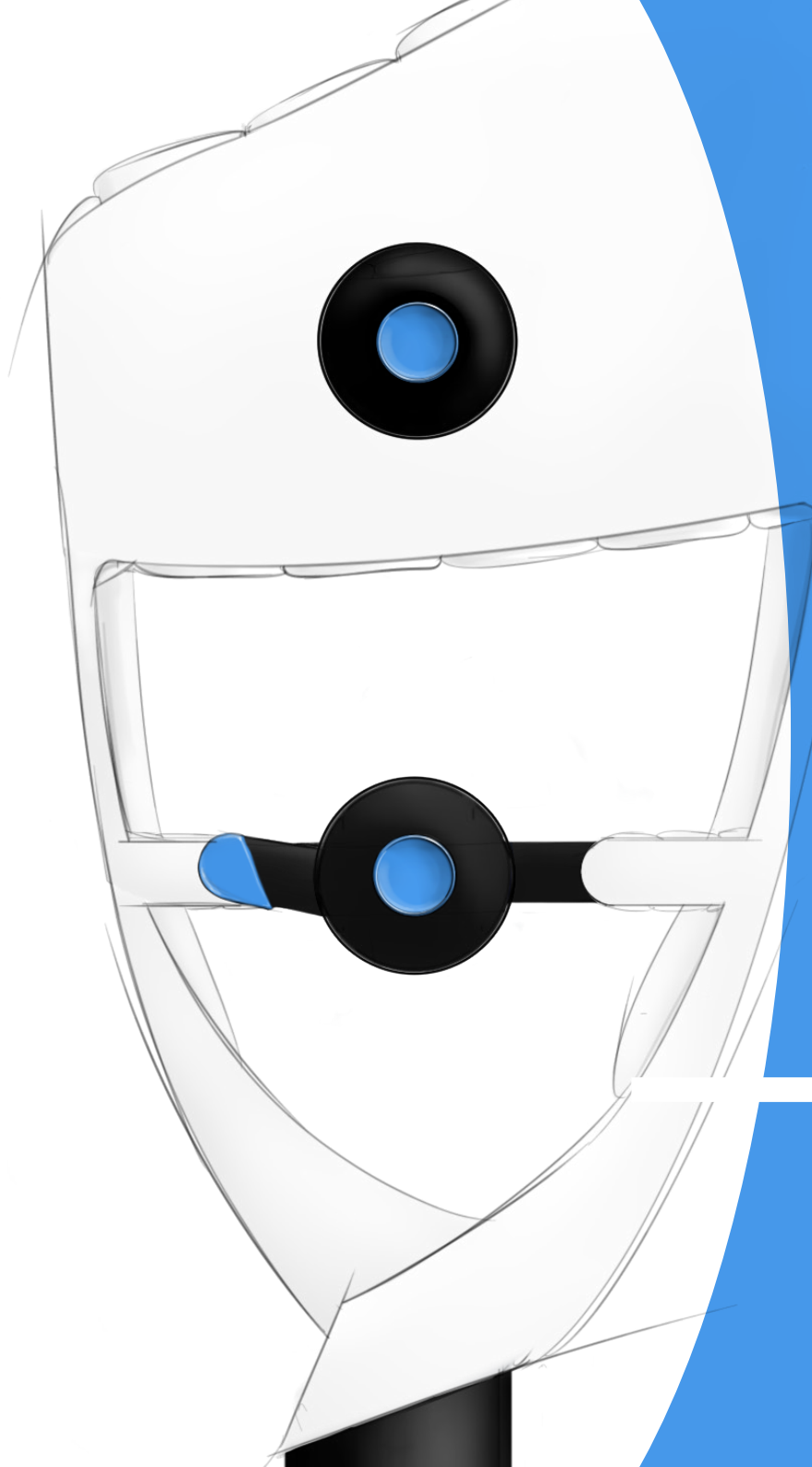




“EEN BOVEN- BEENPROTHESE VOOR ONDER DE DOUCHE.”

Door Frank Jansen

Roessingh Research and Development
Universiteit Twente - Industrieel Ontwerpen
Juni 2015

**“ EEN BOVENBEENPROTHESE
VOOR ONDER DE DOUCHE. ”**

Door Frank Jansen

Verslag Bachelor Eindopdracht Industrieel Ontwerpen

H.J.F. Jansen	•	S1234838
Examinator	•	M.C. van der Voort
Begeleider UT	•	J.F.H. Beeloo
Begeleider RRD	•	E. C. Prinsen

Roessingh Research and Development
Roessinghsbleekweg 33b
7522 AH Enschede
www.rrd.nl

Universiteit Twente
Industrieel Ontwerpen
Postbus 217
7500 AE Enschede
www.utwente.nl

SAMENVATTING

Dit verslag beschrijft het ontwerpproces van een bovenbeenprothese, die geschikt is voor gebruik onder de douche. De opdracht is uitgevoerd bij Roessingh Research and Development, een onafhankelijk onderdeel van Revalidatiecentrum Roessingh uit Enschede.

Roessingh Research and Development is een internationaal erkend onderzoeksinstituut dat kennis en innovaties met betrekking tot de revalidatietechnologie en telemedicine ontwikkelt en helpt implementeren binnen de revalidatie-/gezondheidszorg. Bij hen is opgevallen dat doucheprotheses voor mensen met een bovenbeenamputatie nog niet als zodanig bestaan. Vanuit die wetenschap is deze bacheloropdracht tot stand gekomen.

Het ontwerpproces is begonnen met een analysefase waarin analyses van verschillende aard zijn uitgevoerd. Om te beginnen is gekeken naar het bedrijf Roessingh Research and Development. Er is uitgezocht wat zij doen, waarvoor zij staan en wat de, bij hen, verwachte uitkomst van deze opdracht is.

Daarnaast is onderzocht wat een bovenbeenampu-

tatie inhoudt, waarbij de nadruk heeft gelegen op de amputatieniveau's, de oorzaken van amputaties en de bijbehorende cijfers.

Ook bovenbeenprotheses zelf zijn geanalyseerd. Er is een tijdlijn uiteengezet waarin het verloop in de ontwikkeling van deze protheses duidelijk wordt. Daarnaast zijn de standaard onderdelen van huidige protheses uiteengezet, waardoor een beter beeld gevormd wordt van de opbouw van een prothese.

Tevens is een marktanalyse gedaan waarin zowel de huidige typen bovenbeenprotheses zijn bekeken, als de huidige oplossingen waar men nu gebruik van maakt tijdens het douchen.

De laatste analyse die is uitgevoerd betreft de doelgroepanalyse. Hiervoor zijn interviews gehouden met primaire en secundaire gebruikers, met als doel inzichtelijk te krijgen wat voor hen belangrijke eisen zijn ten aanzien van een doucheprothese.

De analysefase is afgesloten met het opstellen van ontwerp pijlers, die gebaseerd zijn op de gedane analyses. De pijlers zijn te vatten in drie woorden: "Veilig, Praktisch en Hygiënisch".

Deze drie termen hebben centraal gestaan tijdens het verdere ontwerpproces.

In de vervolgfase zijn verschillende ideeën bedacht om het doucheprobleem op te lossen. Deze ideeën zijn uitgeschetst en hebben een samenhang gekregen in de daarop volgende conceptfase. Gedurende deze fase zijn de losse ideeën gekoppeld en zijn drie verschillende conceptontwerpen uitgewerkt.

De drie concepten zijn voorgelegd aan de primaire en secundaire gebruikers, die tijdens de analysefase geïnterviewd zijn. Zij hebben feedback gegeven op de concepten.

Aan de hand van de verkregen feedback is vervolgens een herontwerp gemaakt. Dit herontwerp is daarna voorzien van feedback door de orthopedisch instrumentenmaker van Revalidatiecentrum Roessingh.

Daarnaast is een aantal extra ontwerpen gemaakt, die gebaseerd zijn op het werken in modulen. Dit

biedt mogelijkheden om een bredere groep gebruikers te voorzien in hun eisen en wensen en bovendien kunnen onderbeengeamputeerden er zo makkelijk bij betrokken worden.

Tot slot worden er aan het eind van dit verslag aanbevelingen gedaan, die gebaseerd zijn op de feedback van de orthopedisch instrumentenmaker.

Het resultaat van het doorlopen proces is een concept voor een veilige, praktische en hygiënische prothese, die in eerste instantie geschikt is voor mensen met een bovenbeenamputatie, maar die ook mensen met een onderbeenamputatie kan voorzien in de vraag om staand te douchen, middels een modulaire opbouw.

Het resultaat geeft een goede basis voor een vervolgtraject, waarbij bijvoorbeeld kan worden gewerkt aan een prototype.

SUMMARY

This report treats the design process of a transfemoral prosthetic leg, which is suitable for usage in the shower. This is carried out commissioned by Roessingh Research and Development, which is an independent part of Revalidation center Roessingh in Enschede.

Roessingh Research and Development is an internationally recognized research institute which develops knowledge and innovations concerning rehabilitation technology and telemedicine, and helps introducing these in rehabilitation/health care. Here they have noticed that transfemoral prosthetic legs are not suited for usage in the shower at the moment. Therefore this bachelor assignment has been established.

The design process has been started with a phase of analyzing. During this phase different types of analyses have been fulfilled. First of all there has been done research into the company Roessingh Research and Development. There has been explored what their activities are, what they stand for, and what their expectations were for the outcomes of this bachelor assignment.

Besides the meaning of a transfemoral amputation

has been determined, herein the different levels of amputation were emphasized even as the causes of these amputations and the related epidemiological data.

Also transfemoral prosthetic legs itself have been analyzed. A time line has been set, which shows the development of these prostheses. Besides, the common parts of the current prosthetic legs have been explained.

Also an analysis of the market has been conducted. Here the different types of current transfemoral prostheses as well as the current solutions, to shower with an above knee amputation, were treated.

The last analysis that has been conducted concerns the analysis of the target group. During this analysis different interviews are held with the primary and secondary users. The aim of these interviews was to get to know their requirements with respect to a shower suited prosthetic leg.

The analysis phase has been finished with extracting design requirements based on the results of the different conducted analyses. The requirements can

be described in three words: “Safe, Practical and Hygienic.”

These three terms took centre stage during the rest of the design process.

In the next phase different type of solutions have been figured out to solve the shower problem. These ideas have been drawn and in the sequel these ideas have been put together in three different design concepts.

The three concepts have been showed to the primary and secondary users, the same users who were interviewed during the analysis phase. These persons gave their feedback on these concepts.

Based on this feedback a redesign has been made. This redesign is then showed to the orthotist of Revalidation Center Roessingh, who gave his feedback on this redesign.

Besides a couple of extra designs have been made. These designs are based on a modular structure principal. This gives the opportunities for better solutions to the demands of the different users, mo-

reover below knee amputees can be involved more easily with this strategy.

Finally at the end of this report some recommendations, with respect to the redesign, will be done. These are base on the gathered feedback of the orthotist.

The result of the whole process is a concept design of a safe, practical and hygienic prosthesis, which in the first place is suitable for people with an above knee amputation, but also involves a second target group, because of the modular strategy that is applied. This is the group of below knee amputees.

The result is a good base for a follow-up trajectory, wherein, for example, a prototype can be developed.

“Gedurende de periode van maart tot en met juni van 2015 heb ik gewerkt aan het ontwerpen van een doucheprothese voor mensen met een bovenbeenamputatie, dit als proeve van bekwaamheid voor de bachelorfase van de opleiding industrieel ontwerpen en in opdracht van Roessingh Research and Development. In dit verslag zal het doorlopen proces gepresenteerd worden.

De bacheloreindopdracht is een individuele opdracht waarbij de student laat zien wat tot nu toe geleerd is gedurende de opleiding. Ik heb daarbij de hulp van een aantal personen tot mijn beschikking gehad. Ik wil daarvoor mijn begeleiders, Erik Prinsen van Roessingh Research and Development en Jeroen Beeloo van de Universiteit Twente bedanken, evenals alle personen die mij op welke manier dan ook hebben geholpen tijdens deze fase.

Tot slot hoop ik dat u dit verslag met plezier zult lezen en daarbij een goede indruk krijgt van mijn werk.”

Frank Jansen

INHOUD

1	Inleiding	10	6	Extra's	68
2	Analyse	12	6.1	Met knie	71
2.1	Bedrijfsanalyse	14	6.2	Onderbeen	73
2.2	Analyse bovenbeenamputatie	16	6.3	Opbergsteun	75
2.3	Analyse bovenbeenprotheses	20	7	Conclusie & Aanbeveling	76
2.4	Doelgroepanalyse	34	7.1	Conclusie	78
2.5	Ontwerppijlers	40	7.2	Aanbeveling	80
3	Idee	42	Literatuur	84	
3.1	Gekozen ideeën	44			
4	Concept	50			
4.1	Sfeer	52			
4.2	Concept 1	54			
4.3	Concept 2	56			
4.4	Concept 3	58			
4.5	Feedback	60			
5	Ontwerp	62			
5.1	Vertaalslag	64			
5.2	Herontwerp	67			

1. INLEIDING

in dit verslag wordt het ontwerpproces van een bovenbeenprothese, die geschikt is voor gebruik onder de douche, omschreven. De opdracht is uitgevoerd bij Roessingh Research and Development, in het vervolg aangeduid met “RRD”.

De opdrachtschrijving in één zin luidt als volgt:

**“HET ONTWERPEN VAN EEN BOVENBEEN-
PROTHESE VOOR ONDER DE DOUCHE.”**

Roessingh Research and Development is een internationaal erkend onderzoeksinstituut dat kennis en innovaties met betrekking tot de revalidatietechnologie en telemedicine ontwikkelt en helpt implementeren binnen de revalidatie- /gezondheidszorg. Een onderdeel daarvan is het evalueren van revalidatietechnologie, hier is opgemerkt dat er, voor zover bekend, nog geen goede oplossing bestaat voor mensen met een bovenbeenamputatie om staand te douchen. Het vermoeden bestond echter dat er mogelijk wel vraag naar zou kunnen zijn vanuit deze groep mensen. Vanwege het onderzoekende en innoverende karakter van RRD is daarom een bacheloropdracht opgesteld, met als doel het kijken naar de mogelijkheden op dit gebied.

1.1.1 Probleemdefinitie

Zoals genoemd is er nog geen geschikte oplossing om bovenbeengeamputeerden veilig, staand, te laten douchen. Men zit nu meestal op een douchestoel en kan met behulp van muurbeugels kort even opstaan om het zitvlak te wassen, maar dit is niet ideaal.

Protheses die op dit moment wel waterbestendig zijn zijn duur en bovendien niet praktisch en veilig tijdens het douchen, doordat ze bijvoorbeeld geen antislipvoet hebben. Bovendien is het lastig om een extra prothese vergoed te krijgen van een zorgverzekeraar.

Ook is nog niet bekend wat precies de kenmerken van de gebruikers zijn en welke eisen zij stellen aan een goede oplossing.

De uitdaging in het ontwerpproces is het vinden van een oplossing, die de gebruiker helpt veilig, staand, te kunnen douchen. Waarbij rekening is gehouden met de eisen van de verschillende gebruikers.

1.1.2 Opdracht

Het doel van deze opdracht is het ontwerpen van een concept voor een waterbestendige beenprothese, die mensen met een bovenbeenamputatie veilig ondersteunt tijdens het douchen. Het resultaat moet in ieder geval een concept op papier zijn. Indien er genoeg tijd is zal ook getest worden met een prototype.

1.1.3 Opbouw

Het doorlopen proces is in te delen in een aantal fases. In dit verslag zullen deze min of meer op chronologische volgorde worden gepresenteerd, in de praktijk vond tussen de fases ook overlap plaats.

Begonnen wordt met een analysefase, met als doel richtlijnen te kunnen opstellen voor het verdere ontwerpproces. Er wordt gekeken naar het bedrijf RRD, de typen amputatieniveaus, typen bovenbeenprothesen, van zowel vroeger als nu, en ook de doelgroep wordt in deze fase in kaart gebracht. Op basis van de informatie die tijdens deze analyses is gevonden worden de ontwerprichtlijnen opgesteld. Deze worden samengevat in een aantal ontwerp-

pijlers die aan het eind van hoofdstuk twee staan beschreven.

Gedurende de analysefase en vlak daarna wordt gezocht naar mogelijke oplossingen voor het douche probleem. De gegenereerde ideeën worden uitgeschetst en uiteindelijk worden de beste ideeën gefilterd om daar vervolgens mee verder te gaan. Deze fase staat beschreven in hoofdstuk drie.

In hoofdstuk vier staat beschreven hoe deze ideeën zijn uitgewerkt tot drie concepten. De concepten zijn ter feedback voorgelegd aan de eerder vastgestelde gebruikersgroep. Op basis van de feedback wordt vervolgens een vertaalslag gemaakt naar een herontwerp, dit is te zien in hoofdstuk vijf. Daarnaast wordt er een aantal extra ontwerpvoorstellen gedaan ter aanvulling, dit staat in hoofdstuk zes.

Tot slot is het herontwerp voorgelegd aan een orthopedisch instrumentenmaker. Zijn feedback is meegenomen in de aanbevelingen van hoofdstuk zeven.

2. ANALYSE

Om de opdracht genoeg in te kaderen en om duidelijk te krijgen in welke richting de oplossing voor het doucheprobleem het best zou kunnen worden gezocht, is een aantal analyses uitgevoerd. Allereerst is er een korte bedrijfsanalyse gedaan, waarbij gekeken is wat voor soort bedrijf RRD is en wat de belangen van dit bedrijf zijn ten aanzien van de opdracht.

Vervolgens is een algemene analyse gemaakt over bovenbeenamputaties, waarbij gekeken is naar wat precies een bovenbeenamputatie inhoudt, naar de oorzaken daarvan en naar de epidemiologische gegevens. Als aanvulling daar op is gekeken naar de algemene opbouw van een beenprothese en het bewegingspatroon, zowel met intacte benen als met een prothese.





Ook is bekeken welke producten al op de markt verkrijgbaar zijn voor mensen met een bovenbeenamputatie, in het algemeen en specifiek voor onder de douche.

Op basis van de kennis over de epidemiologie en met de input van verschillende interviews, die zijn gehouden met patiënten en personeel van Revalidatiecentrum het Roessingh, is vervolgens een primaire doelgroep vastgesteld.

Tot slot zijn er ontwerppijlers opgesteld waarop de uiteindelijke vormgeving van het product gefundeerd is.

2.1 Bedrijfsanalyse

Allereerst is tijdens de analysefase gekeken naar het bedrijf Roessingh Research and Development. Onderzocht is wat zij doen, waarvoor zij staan en wat de weerslag daarvan moet zijn binnen deze opdracht.

2.1.1 Historie van het bedrijf

De opdrachtgever van deze bacheloreindopdracht is “Roessingh Research and Development” Dit bedrijf is het grootste wetenschappelijk onderzoeksinstituut voor revalidatietechnologie in Nederland. Begin jaren '80 van de vorige eeuw is het ontstaan toen binnen het revalidatiecentrum “Roessingh” de afdeling “Onderzoek en Innovatie” werd opgezet door prof.dr.G. Zilvold. Het belangrijkste doel van deze afdeling was de kwaliteit van leven van mensen met een beperking te verhogen en revalidatie van cliënten te verbeteren door middel van wetenschappelijk onderzoek. Sinds die tijd heeft het bedrijf heel wat ontwikkelingen doorgemaakt. Tegenwoordig werken er ongeveer 45 onderzoekers, technici en multidisciplinaire behandelaars. Het onderzoeksinstituut vormt een verbindende schakel tussen kennisinstellingen, revalidatiecentrum Roessingh en het bedrijfsleven.

2.1.2 Algemene missie van RRD

RRD is een internationaal erkend onderzoeksinsti-

tuut dat kennis en innovaties met betrekking tot de revalidatietechnologie en telemedicine ontwikkelt en helpt implementeren binnen de revalidatie- /gezondheidszorg. Hierbij wil RRD zich graag profileren met op de patiënt toegespitste technologie. Zij vinden het belangrijk dat technologische ontwikkeling ‘patient driven’ is en niet ‘technology driven’. Het is dus belangrijk dat de behoefte van de patiënt centraal wordt gesteld en dat de technologie daarop ontwikkelt wordt, in plaats van te kijken wat er technisch allemaal mogelijk is om vervolgens te zoeken voor welk probleem de technologie een oplossing kan bieden. Functionaliteit en het praktisch gebruik, zijn daarbij belangrijker dan de cosmetische aspecten, wat niet wegneemt dat cosmetische aspecten niet belangrijk zijn voor het ontwerp van een product.

2.1.3 Clusterindeling

RRD is in te delen in twee verschillende clusters, te weten telemedicine en revalidatietechnologie.

Telemedicine

Het cluster telemedicine houdt zich vooral bezig met het realiseren van ICT ondersteunende toepassingen ter verbetering van diagnostiek en behandeling van de mens met een aandoening, waardoor problemen worden ervaren aan houdings- en bewegingsapparaat.

Revalidatietechnologie

Revalidatietechnologie is het cluster dat zich specifiek bezig houdt met de ontwikkeling en evaluatie van technologie voor mensen met een lichamelijke beperking. Hierbij richt zij zich in het bijzonder op mensen die te maken hebben met de gevolgen van een beroerte of dwarslaesie. Het doel van dit cluster is het ontwikkelen van manieren om de technologie in te zetten voor training en voor ondersteuning of vervanging van aangedane lichaamsdelen. Op die manier wordt optimaal functieherstel gestimuleerd.

Deze bacheloropdracht valt onder dit laatste cluster, men heeft hier opgemerkt dat er nog geen “oplossing” bestaat voor het veilig staand douchen bij mensen met een bovenbeenamputatie. Vanuit het onderzoekende karakter van RRD is daarom de opdracht ontstaan om te kijken naar mogelijke oplossingen voor dit probleem. Hierdoor is het doel van de opdracht, voor RRD zelf, in eerste instantie te kijken naar mogelijkheden tot veilig staand douchen. Het gaat RRD nog niet zo zeer om het vermarkten daarvan. RRD is een onderzoeksinstituut dat niet op winst gebaseerd is, bovendien missen zij de specifieke kennis om het product te vermarkten. Indien het conceptontwerp genoeg potentie heeft zal RRD mogelijk verder gaan met de ontwikkeling er van en met een marktpartij gaan kijken wat de mogelijkheden zijn om het op de markt te brengen. Wie of wat deze partij is hangt mede af van het ontwerp.



**“ONDERZOEK
BOUWT EEN BRUG
NAAR EEN NIEUWE
TOEKOMST.”**

2.2 Analyse bovenbeenamputatie

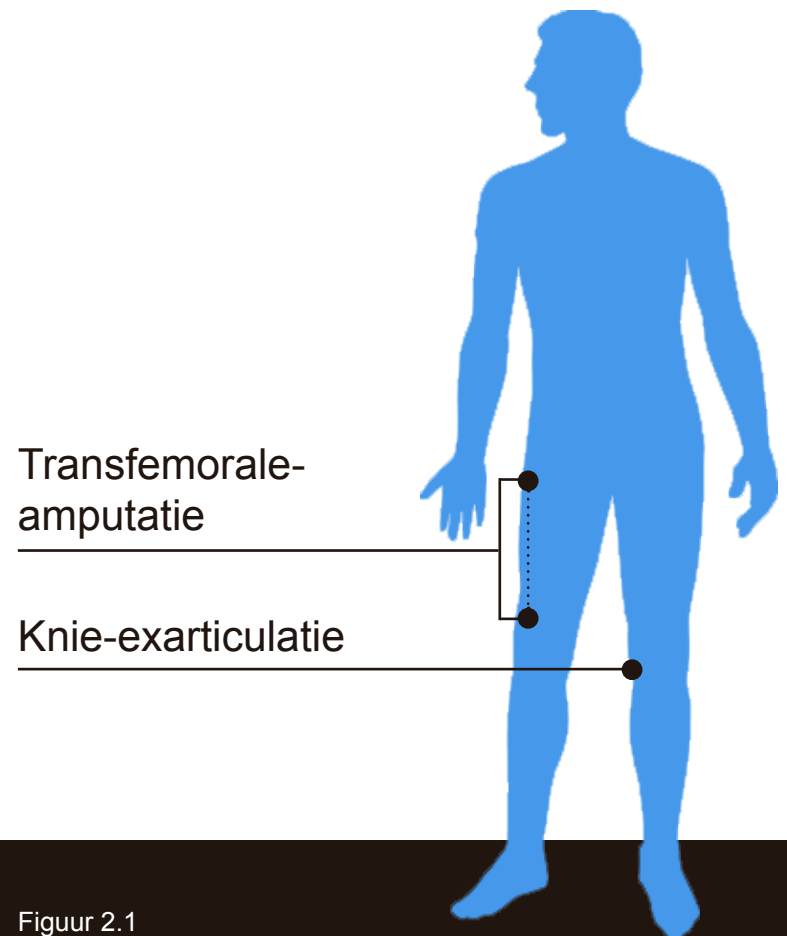
Niet alleen de belangen van de opdrachtgever zijn bekeken. Voordat verder is gegaan met het ontwerpproces is eerst ook goed bekeken wat een beenamputatie precies inhoudt en welke typen beenamputaties er bestaan. Er is gekeken naar wat de oorzaken van deze amputaties zijn en naar de bijbehorende epidemiologische gegevens.

2.2.1 Wat een bovenbeenamputatie inhoudt

Dit project is toegespitst op het ontwerpen van een product voor mensen met een bovenbeenamputatie, ook wel een “transfemorale amputatie” genoemd. Bij een transfemorale amputatie wordt het been van de betreffende persoon geamputeerd tussen de knie en de heup. De exacte plaats van amputatie is per situatie verschillend:

“Er bestaat geen voorkeurslokalisatie voor een transfemorale amputatie. De afweging dient met name gericht te zijn op de vraag of het kniegewricht al dan niet behouden kan blijven. Er moet naar worden gestreefd om zo veel mogelijk lengte te bewaren.” [1]

Dit heeft metname te maken met de mogelijkheden voor het aanmeten van een prothese in een later stadium. Daarnaast bestaat er in sommige gevallen ook een optie tot “knie-exarticulatie”, dit is een am



Figuur 2.1

putatie van het been door het kniegewricht. Er zijn verschillende meningen over wat de beste keuze is indien beide ingrepen tot de mogelijkheden behoren. Sommige artsen voeren liever geen knie-exarticulatie uit, omdat dit een complexere ingreep betreft. De andere groep pleit juist voor een dergelijke operatie, omdat dit een stomp oplevert die “eindbelastbaar” is. Oftewel men kan op het uiteinde van de stomp steunen, dit is bij transfemorale amputaties niet het geval. Belangrijk kenmerk voor beide typen amputaties is dat er later in het revalidatieproces een prothese aangemeten moet worden waarin een protheseknie verwerkt wordt. Figuur 2.1 maakt de verschillende amputatieniveaus visueel. Amputaties onder de knie worden voor nu buiten beschouwing gelaten. [1]

2.2.2 Oorzaken van een transfemorale amputatie

Er zijn verschillende oorzaken die leiden tot een transfemorale amputatie. Grofweg zijn er drie categorieën aan te wijzen. Een vierde categorie heeft niet zozeer baat bij een amputatie, maar heeft een aangeboren afwijking waardoor het been niet volgroeid is. De categorieën zullen hieronder beschreven worden.

1. Amputatie door arteriële doorbloedingsstoornissen

Deze eerste categorie behelst de groep patiënten

waarvan de doorbloeding in het been onvoldoende is. Dit kan verschillende oorzaken hebben, die onder te verdelen zijn in twee hoofdgroepen.

groep 1 : “De acute ernstige irreversibele onderbrekingen van de bloedtoevoer”. Gevallen in deze groep hebben een acuut probleem met de doorbloeding van het been. Een voorbeeldscenario in deze categorie is iemand met een embolie (afsluiting van een slagader of ader) waarbij de behandeling te laat komt. In dat geval zal dus worden over gegaan op amputatie.

Groep 2 : “De chronische arteriële doorbloedingsstoornissen”. Gevallen in deze categorie zijn niet acuut, maar patiënten hebben wel chronisch veel pijn en kunnen niet meer lopen vanwege het tekort aan bloed in het been. Uit meerdere studies blijkt dat 85-95% van alle amputaties kan worden toegeschreven aan deze groep. Vooral mensen met diabetes hebben een verhoogde kans op chronische doorbloedingsstoornissen. [1]

2. Amputaties door ongevallen

Door toedoen van een ongeval kan een ledemaat dusdanig worden aangetast dat het niet meer wil genezen. In dat geval wordt ook vaak over gegaan tot amputatie. Wanneer een ledemaat al ter plekke van het ongeval van het lichaam wordt gescheiden spreekt men van een “traumatische amputatie”. Tegenwoordig vinden amputaties met name

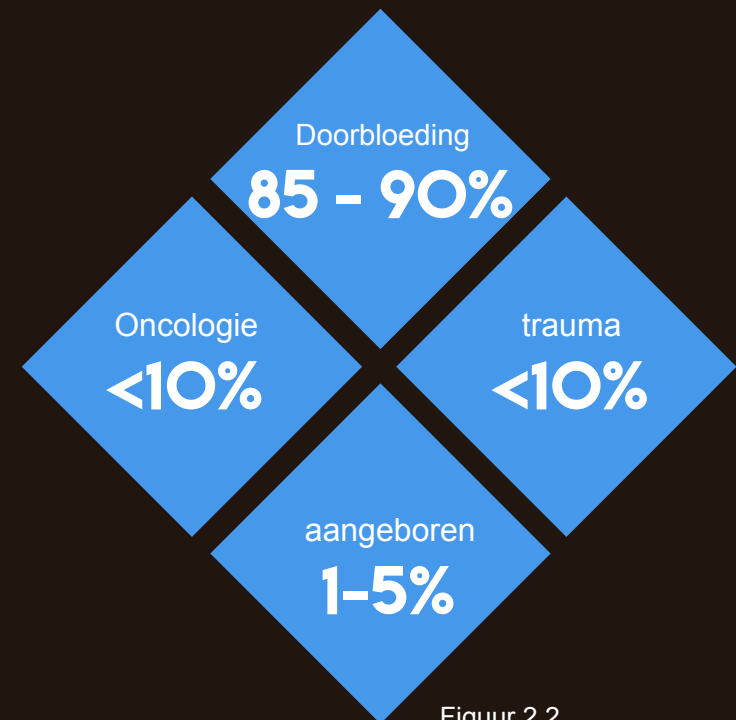
plaats in de categorie met doorbloedingsstoornissen, maar daarnaast is er ook een groot aandeel binnen deze groep, namelijk rond de 10%. [1]

3. Amputaties in de chirurgische oncologie

Een derde groep mensen ondergaat een amputatie doordat zij tumoren hebben in ofwel het bot ofwel de weke delen van het been. Deze groep bedraagt ook ongeveer 10% van het totaal in Nederland. Door voortschrijdende technologieën is het steeds vaker mogelijk een ledemaat sparende behandeling uit te voeren. In geval van een wekedelen-tumor wordt bij 10% een amputatie uitgevoerd in geval van een bot-tumor bij 50%. [1]

4. Aangeboren afwijkingen

Tot slot is er een laatste categorie mensen die niet zozeer een amputatie moet ondergaan, maar die wel baat kan hebben bij een prothese. Dit zijn de personen die een aangeboren afwijking/ groeistoornis hebben waardoor het been niet volledig is volgroeid, dit worden “congenitale reductieve defecten” genoemd. Zij vormen slechts een kleine groep binnen het geheel, zo'n 1 tot 5 %. [1][2]



Figuur 2.2

2.2.3 Epidemiologie

In Nederland zijn er per jaar zo'n 19 amputaties van de onderste extremiteit per 100.000 inwoners, dit komt neer op meer dan 3000 ingrepen. Dit loopt uiteen van een teenamputatie tot het verwijderen van het hele been.

In 34% van de gevallen gaat het daarbij om transfemorale amputaties, oftewel amputaties ter hoogte van het bovenbeen. Bij 10% gaat het over knie-exarticulaties, oftewel amputaties door het kniegewricht. Bij elkaar opgeteld komt dit dus neer op 44%, dit staat gelijk aan 1400 amputaties per jaar. De verdeling van man : vrouw is hierbij gelijk aan 1:1. Het aantal transfemorale amputaties bij patiënten van 65+ schommelt tussen de 80 en 85%. Het aandel van patiënten jonger dan vijftien jaar bedraagt minder dan 1% van het totaal. [1][3]

Duidelijk is dat er een verschil is tussen chirurgische amputaties en aangeboren afwijkingen. In het eerste geval komt de patiënt automatisch in een revalidatieproces. Gedurende dit proces geneest de wond en leert men opnieuw te functioneren in het dagelijksleven. Onderandere leert men met een prothese te lopen. Belangrijk aandachtspunt hierbij is de hygiëne van de wond, metname in de eerste weken na de operatie, maar ook daarna. Dit hele proces van amputatie, revalidatie en aanmeten van een geschikte prothese is door de jaren heen flink

verbeterd. In de volgende paragraaf is een globale uiteenzetting van de historie omtrent bovenbeenprothesen opgenomen, om een beter beeld te krijgen van de ontwikkelingen op dit gebied.

2.3 Analyse bovenbeenprothesen

Na de amputatie en de bijbehorende revalidatie wordt vaak een prothese aangemeten om in het dagelijksleven weer te kunnen functioneren. In dit hoofdstuk wordt de ontwikkeling van deze prothesen door de jaren heen (figuur 2.3) en de algemene opbouw, zoals die tegenwoordig is (figuur 2.5), uiteengezet. In paragraaf 2.3.3 wordt vervolgens een concrete uiteenzetting gemaakt van prothesen die tegenwoordig op de markt te verkrijgen zijn.

2.3.1 Historie

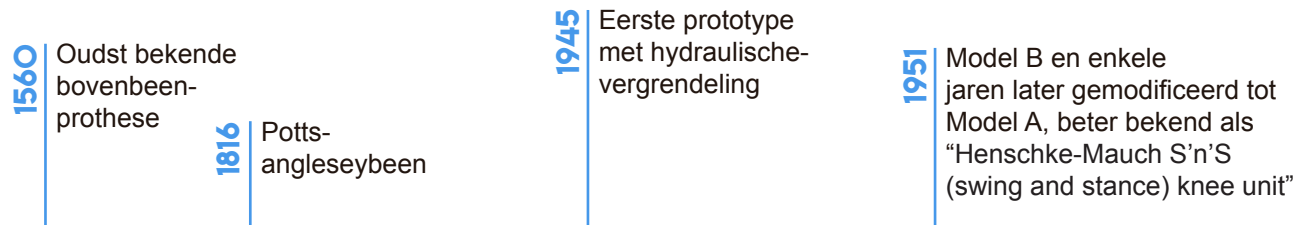
Uit medische literatuur, afbeeldingen en archeologische vondsten blijkt dat er in de oudheid en de middeleeuwen al prothesen gebruikt werden. Deze werden vaak gemaakt van ijzer of hout dat soms werd verstevigd met metaal. Vlak na de middeleeuwen werden “stijve” prothesebenen toegepast in de vorm van houten stelten.

De oudst bekende echte bovenbeenprothese is

gemaakt door Paré rond 1560. (figuur 2.4 a) Deze prothese had een kniescharnier met vaststelling. Dit betekent dat dit scharnier “vast” gezet werd zodat men er mee kon lopen en op de scharnierstand zodat men kon gaan zitten. Dit been was zwaar om mee te lopen, de materialen die werden toegepast waren hout en leer. Hierdoor was kans op verwondingen aanzienlijk aanwezig, waardoor ontstekingen makkelijk konden ontstaan. [4]

Pas in 1816 kwam er een bovenbeenprothese op de markt met een bewegelijk kniescharnier tijdens het lopen. Dit was de “Potts-Anglesey”. (figuur 2.4 b) Dit been kan beschouwd worden als een groot succes. Het lopen werd minder belastend en het been is tot na de Eerste Wereldoorlog verkocht.[4]

Rond die periode is de vraag naar bovenbeenprothesen flink toegenomen, veel soldaten zijn in die tijd hun been verloren en hadden behoefte aan een prothese. Er is sinds die tijd dan ook veel veranderd. Zo begon men de prothese niet meer als één



Figuur 2.3

1560

geheel te zien, maar werd deze opgedeeld in een stompkoker met pasdelen zoals een knie en voet. [4][5]

Later, in de Jaren veertig van de vorige eeuw werd door verschillende partijen over de hele wereld geïnnoveerd op het gebied van beenprothesen. Zo werd in 1945 door National Academy of Science (NAS) gestart met een onderzoek of mensen behoefte hadden aan een knie met slot dat struikelen zou voorkomen, dit bleek wel het geval. Tegelijkertijd bedachten de Duitsers Henschke en Mauch een beenprothese met een hydraulische vergrendeling. En later was J. Stewart degene die een bovenbeenprothese ontwierp die gebruik maakte van een hydraulisch systeem, niet alleen om de knie te vergrendelen, maar ook voor de schokabsorptie bij de hiel.[4]

In 1951 kwam men tot de conclusie dat controle tijdens de zwaai fase nog belangrijker is dan tijdens de standfase van het been. (Tijdens het lopen staat

het been op de grond of zwaait het door de lucht naar voren) Dhr. Mauch produceerde daarom een knie waarin een variërende weerstand ontstond bij zwaai- en standfase. Dit ontwerp staat bekend als "Model B". Na onderzoek met deze knie kwam als voordeel naar boven dat de gebruiker eenvoudiger kon variëren in looppatroon en minder inspanning hoefde te leveren tijdens het gebruik, wat resulteerde in minder vermoeidheid. Model-B werd na enkele jaren gecombineerd met een "Stance control system" en op de markt gebracht als "Henschke-Mauch S'n'S" knie. (figuur 2.4 c) [4]

De tot nu genoemde prothesen hebben allen slechts één as. In de jaren zeventig van de vorige eeuw werd de "four-bar-linkage knee" geïntroduceerd. (figuur 2.4 d) Een knie met vier assen, dit zorgde voor twee belangrijke voordelen, stabiliteit in de standfase en verbeterde cosmetische resultaten tijdens de kniebuiging in de zwaai fase. Deze knie is verbeterd en er bestaan nu zelfs dergelijke knieën met zeven assen, die zorgen voor nog meer stabiliteit.[4]

JAREN '70

Four-bar-linkage knie in VS geïntroduceerd

1989

Klinische toepassing van microprocessor voorgesteld

1993

Eerste microprocessor-gestuurde knie op de markt

1999

Controle over knie-demping gedurende stand- en zwaai fase met de C-leg

2004

Rheo Knee met magnethoreologische vloeistof

2011

Eerste motorpowered prothese: tweede generatie power knee

2015

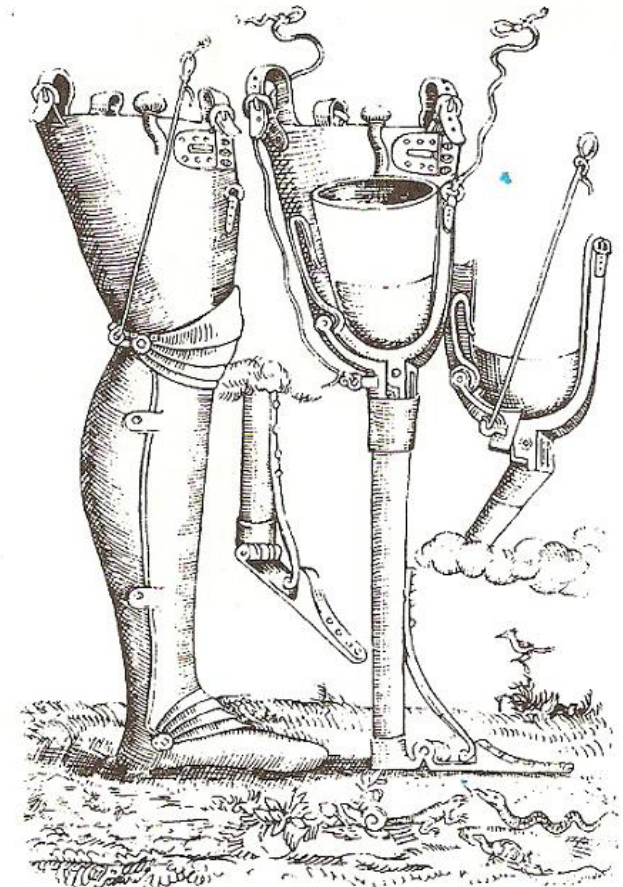
In 1989 werd door Japanse onderzoekers van Kobe Steel een voorstel gepresenteerd waarbij er een microprocessor in een protheseknie werd geïmplementeerd. In 1993 is de eerste microprocessor gestuurde knie echt op de markt gekomen. Deze knieën zijn beter in staat de zwaai fase te controleren en kunnen bovendien de demping aanpassen aan de waargenomen loopsnelheid. [4]

Het bedrijf Otto Bock uit Duitsland kwam in 1999 met de “C-leg”, het computergestuurde hydraulische mechanisme in de knie van dit been zorgt er voor dat er zowel gedurende de stand- als de zwaai fase controle is over de knie-demping. (figuur 2.4 e) [4]

Een andere grote protheseontwikkelaar is Össur. Dit bedrijf heeft in 2004 een knie op de markt gebracht die werkt met een magnetorheologische vloeistof. De RHEO knie. Samen met het “user-adaptive controlesysteem” kan deze knie inspelen op de meest kleine veranderingen in het looppatroon en de omgeving. [4]

Tot slot is er in 2011 een knie op de markt gekomen die controle biedt over het handhaven van loopsnelheden, die assisteert bij opwaartse bewegingen zoals traplopen of een helling oplopen en leert en reageert op loop patronen om een natuurlijke beweging mogelijk te maken. De zogenaamde “Power Knee”. (figuur 2.4 f) [4]

De laatste jaren is er dus veel geïnnoveerd op het gebied van bovenbeenprothesen en nog steeds komen grote prothese ontwikkelaars met nieuwe ontwerpen. In paragraaf 2.3.2 hierna wordt de huidige algemene opbouw van prothesen uitgelegd en in paragraaf 2.3.3 wordt een overzicht gegeven van verschillende prothesen zoals die nu op de markt aangeboden worden.



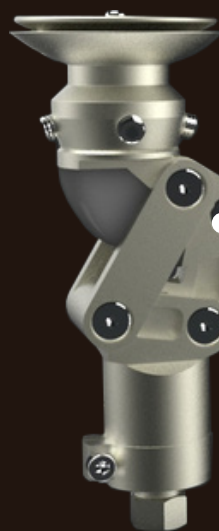
Figuur 2.4 a - prothese van Paré uit 1560



Figuur 2.4 b - Potts-Anglesey uit 1816



Figuur 2.4 c - Hensche-Mauch S'n'S knie toegepast vandaag de dag



Figuur 2.4 d - Four-bar-linkage knie



Figuur 2.4 e - C-Leg



Figuur 2.4 f - Tweede generatie power knie

2.3.2 Algemene opbouw van een bovenbeenprothese

Nadat de patiënt de amputatie heeft ondergaan komt diegene in een periode van revalidatie terecht. Gedurende de revalidatieperiode werkt de patiënt met een tijdelijke prothese. Daarna krijgt de persoon een definitieve prothese aangemeten. Dit kan op het moment dat de omvang van de stomp gestabiliseerd is, dit duurt tot een aantal weken na de amputatie. Een definitieve bovenbeenprothese bestaat uit een aantal onderdelen. In deze paragraaf zullen deze stap voor stap doorlopen worden. Figuur 2.5 geeft alle onderdelen weer. [1][2]

Liner

Om te beginnen is er de liner, dit is de bedekking die over de stomp wordt aangetrokken om de huid te beschermen in de prothese en bestaat uit een zacht en flexibel materiaal. Soms zit er een metalen pin of steunpunt aan de onderkant om daarmee vast te klikken in de prothese.

Stompkoker

Dit is het deel waar de prothese mee aan de stomp wordt bevestigd, hierdoor is dit ook meteen een van de belangrijkste onderdelen van een prothese. Dit is het punt waar interne en externe krachten worden overgedragen en op dit punt zit de prothese voor de patiënt aangenaam of juist vervelend. Omdat iedere persoon op een andere plek geam-

puteerd is en omdat iedereen een eigen bouw en bewegingspatroon heeft moet de koker voor iedere patiënt persoonlijk op maat gemaakt worden. Hierbij kan uit vijf typen kokers gekozen worden.

1: Trompetkokers

Deze kokers hebben, zoals de naam al verradt, de vorm van een trompet. In deze koker kunnen de schuifkrachten hoog oplopen, dit kan voor een onplezierig gevoel zorgen. Deze kokers worden in Nederland bijna niet meer voorgeschreven.

2: Conventionele, tuberondersteunende kokers

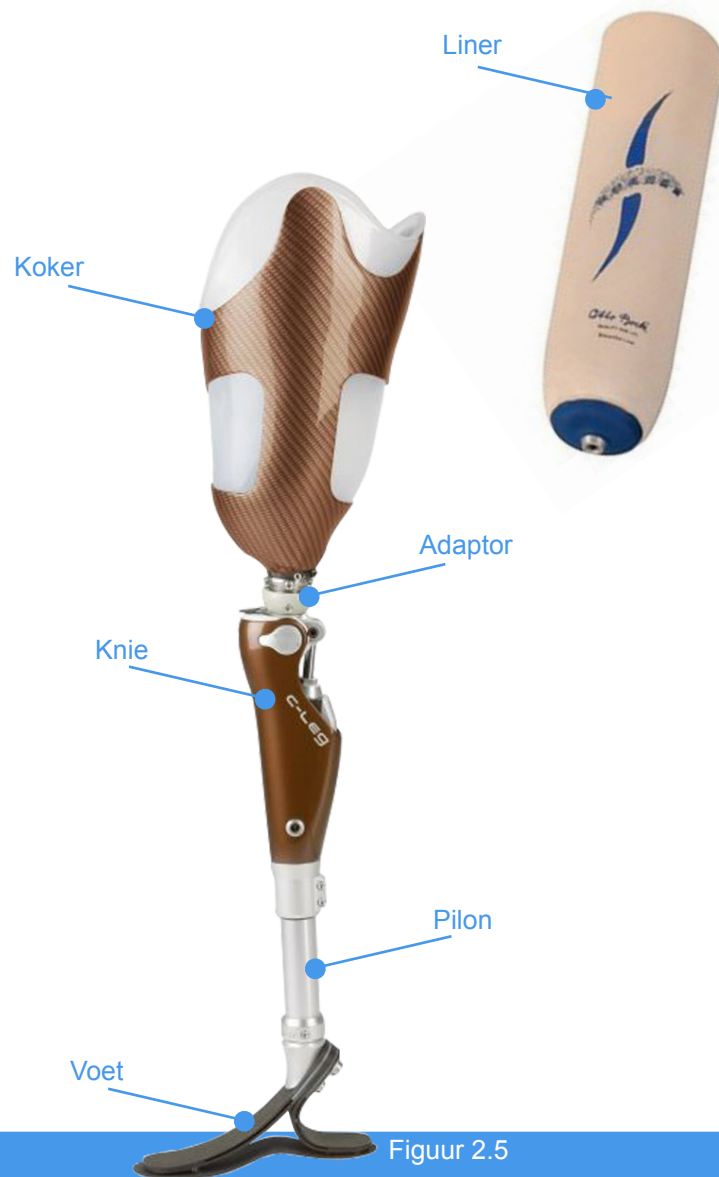
De koker die vooral de “tuber ischiadicum” (zitbeentje) ondersteunt. Deze koker wordt ook vrijwel nooit meer voorgeschreven in Nederland. Er kleven een aantal nadelen aan deze koker. Een van de belangrijkste is de chronische beschadiging van de huid aan de binnenkant van het bovenbeen/ de lies.

3: QUAD – kokers

Deze koker is ontwikkeld in 1949 door Radcliffe in California. Ook deze koker biedt vooral steun aan de tuber. Doordat de koker druk uitoefent op alle kanten van de stomp, maar met name aan de ventrale zijde (buikzijde), glijdt de koker niet van het zitvlak af.

4: Gemodificeerde QUAD – kokers

Er zijn zeer veel kokers ontwikkeld overal ter wereld, die afgeleid zijn van de gewone QUAD- koker. Dit



zijn er te veel om nu op te sommen, maar het principe blijft gelijk aan dat van de gewone QUAD-koker.

5: "Ischial Containment"- kokers

Deze kokers worden vervaardigd met behulp van computerprogrammas (CAD-CAM). Hiermee is men in staat de contouren van een stomp zo optimaal mogelijk te volgen en hier de koker op aan te passen.

Liners en kokers kunnen op dit moment vaak niet goed tegen water, er zijn wel types die dat wel kunnen, maar die zijn te duur om te gebruiken voor alleen het douchen. Voor het dagelijks gebruik zijn deze vaak minder geschikt, omdat ze dan irritatie wekken op de huid.

Adaptor

De adaptor is het volgende component dat het kniegewricht verbindt aan de koker. De adaptor heeft daarnaast als functie krachten op te vangen en te compenseren, zoals de rotatie boven het kniegewricht.

Knie

Protheseknieën zijn er in vele soorten en maten. In principe bestaat een protheseknie uit twee systemen; het gewricht en de hulpsystemen zoals vaststellingen, regelaars, etc. Deze systemen zijn er in honderden verschillende combinaties.

Wel zijn er drie hoofdgroepen te onderscheiden.

1) Mechanisch passieve gewrichten, ook wel non-adaptief genoemd. Deze gewrichten worden gebogen/ uitgezwaaid met gebruik van spierkracht, meestal in combinatie met een hydraulisch of pneumatisch hulpsysteem. Deze hulpsystemen zorgen ervoor dat het onderbeen weer uitzwaait naar voren wanneer het been in de lucht naar voren wordt gebracht (de zwaai fase). Men moet bij deze knieën opletten dat niet “door de knie wordt gezakt” terwijl op het prothese been wordt gestaan, dit gebeurt wanneer het been op dat moment nog een klein beetje gebogen is. De knieën geven daarvoor vaak niet voldoende remming vanuit zichzelf. Dit type knieën kan voorkomen in combinatie met verschillende assen. Iedere combinatie van assen en hulpsystemen geeft een eigen tegendruk. Daarbij is dit vaak ook voor iedere knie nog af te stellen. Er bestaan:

- 1-assige knieën
- 4-assige knieën (figuur 2.4 d)
- 7-assige knieën

2) Microprocessor gestuurd, ook wel adaptief genoemd. Hiervan bestaan alleen uitvoeringen met één as. De microprocessor regelt hier de weerstand gedurende de loopcyclus. Meerdere assen zijn daardoor overbodig. Door de microprocessor kan het biomechanische gedrag worden aangepast aan de gebruiker om zo het gebruik

voor de betreffende persoon te optimaliseren.

3) Powered knees. Deze derde en laatste categorie bevat ook alleen knieën met één as. Deze knieën worden echter aangedreven door een motortje. Hierdoor kan de knie zelf kracht creëren om bijvoorbeeld een traprede op te stappen. (figuur 2.4 f)

De knieën bestaan doorgaans uit zeer veel materialen, de delen die het stevigst moeten zijn worden vaak vervaardigd uit metalen en kunststoffen. Daarnaast zitten er binnen in de knie dus meestal een mechaniek met vloeistoffen om de tegendruk te kunnen genereren, of er wordt gebruik gemaakt van elektronica of een combinatie van beiden. Mede door dit alles zijn protheses op dit moment niet geschikt voor onder de douche. De mechaniek kan niet goed tegen water evenals de elektronica.

Pilon

De pilon is doorgaans een metalen buis, die gebruikt wordt als vervanging van het onderbeen. Het fungeert als de verbinding tussen het kniegwricht en de voet. Er zijn pilons op de markt die schokdempend zijn, met een soort telescoopprincipe worden dan trillingen en druk opgevangen, zo kunnen bijvoorbeeld ook springbewegingen gemaakt worden.

Voet

De prothesevoet heeft als functies het absorberen van schokken, zorgen voor een stabiel sta-oppervlak, het vervangen van de natuurlijke enkel, en het

herstellen van het cosmetisch uiterlijk (het kunnen dragen van sokken/schoenen) De meeste prothesevoeten kunnen alleen scharnieren in het sagittale-vlak, door middel van dorsaal-/ plantairflexie (de voet met de tenen richting de buik-/rugzijde brengen) Er zijn ook complexere prothesevoeten die andere bewegingen kunnen maken zoals inversie, eversie en rotatie (naar binnen en naar buiten kantelen van de voet en het draaien). Ook de prothesevoeten zijn te verdelen in drie hoofdcategoryën:

1) Conventionele voeten

Dit zijn de meest basale kunstvoeten. Ze voorzien in het geven van steun en een cosmetisch uiterlijk. Verder zijn deze voeten vrij stug en worden dan ook voorgeschreven aan mensen die weinig actief zijn. De enkel is meestal gemaakt uit solide hout en wordt vaak bedekt met rubber of schuim en de hiel wordt voorzien van een verend materiaal. De hiel vangt op deze manier een klein beetje de schokken op die ontstaan bij het neerzetten van de voet tijdens het lopen.

2) Energy-storing-and return- voeten (ESR/ESAR)

Deze voeten worden gemaakt van carbon fiber, zo kan de voet energie opslaan gedurende het moment dat deze op de grond staat tijdens het lopen. De elastische energie die ontstaat doordat de voet inbuigt wordt losgelaten op het moment dat de “tenen” de grond verlaten om een stap te gaan maken. Deze voeten worden dan ook vaak toegepast in protheses voor de meer actieve personen, die bijvoorbeeld willen rennen en springen.

3) Powered feet

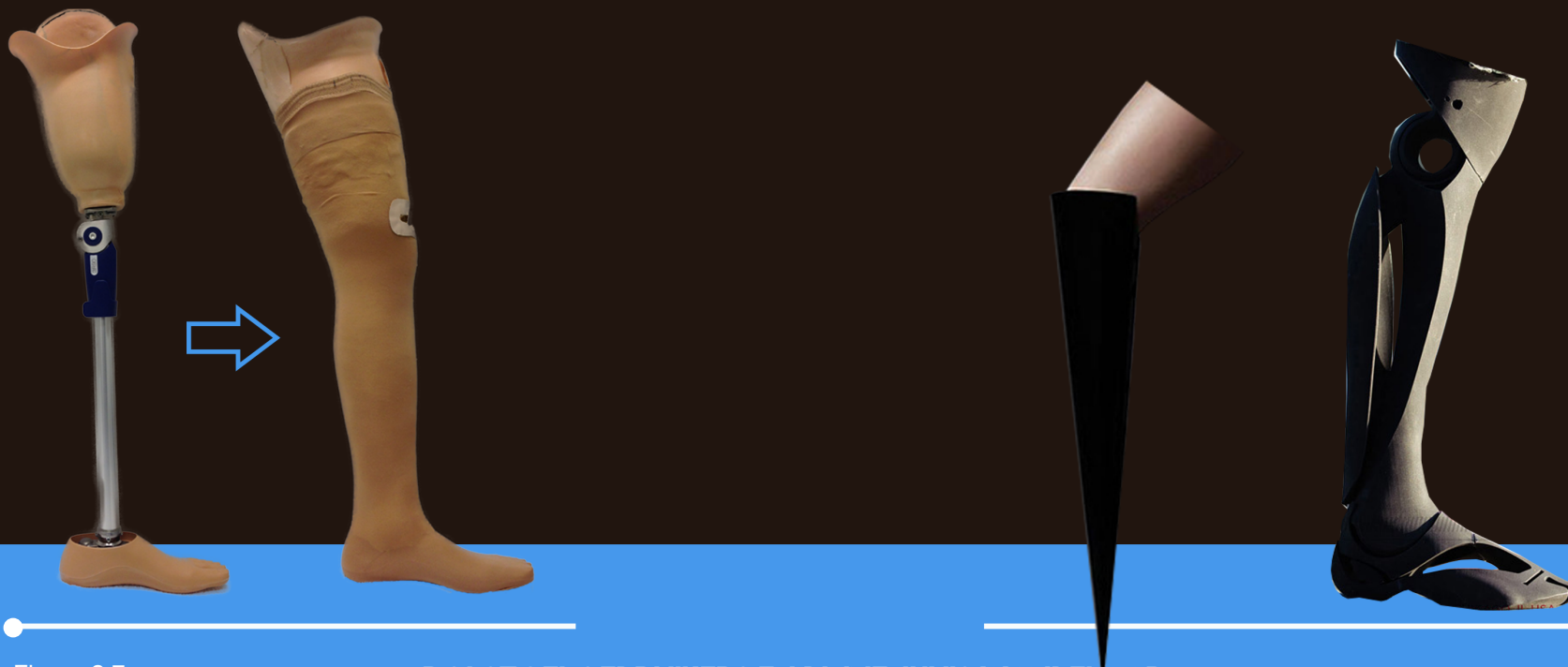
Deze voeten zijn elektromechanisch gestuurd. Zo kan met deze enkel goed tegen een heuvel opgelopen worden mede omdat de tenen iets gelift worden gedurende de zwaafase van het been. Op deze manier wordt de kans op struikelen verkleind.

Wat betreft waterbestendigheid geldt voor de prothesevoeten hetzelfde als voor de knieën. Bovendien bevatten de meeste prothesevoeten geen anti-slip, waardoor ze onveilig zijn tijdens gebruik onder de douche.

Cover

Een cover is een optioneel omhulsel, deze kan worden toegepast om de prothese een meer natuurlijke uitstraling te geven en bovendien worden functionele delen van de prothese zo enigszins beschermd.

Er zijn dus zeer veel mogelijkheden bij het kiezen van een prothese. Combinaties van kokers, knieën en voeten kunnen worden samengesteld naargelang de wensen van de gebruiker. Een belangrijk onderdeel van een bovenbeenprothese is de knie. De keuze daarvan is sterk afhankelijk van de fysieke activiteit van de gebruiker. Ter achtergrond informatie is in appendix A een bewegingsanalyse opgenomen die hier meer duidelijkheid in geeft in het looppatroon van de mens, zowel met als zonder prothese. [1][2]



Figuur 2.7 a

ROLSTOELGEBRUIKERS EN BINNENHUIS WANDELAAR

2.3.3 Huidige markt.

Omdat er zeer veel verschillende soorten beenprothesen bestaan wordt hierna een aantal hoofdcategorieën onderscheiden. Deze indeling wordt gemaakt op basis van de K-levels, zoals die volgens de internationale ISO-standaard zijn opgesteld. (figuur 2.6) De categorieën bestaan uit Rolstoelgebruikers en binnenhuiswandelaars, prothesen voor gelimiteerde buitenwandelaars, buitenwandelaars en sporters. (figuur 2.7) Zoals eerder vermeld is het kiezen van een beenprothese geen zwart-wit proces en verschilt dit per patiënt, desalniettemin mag worden aangenomen dat deze indeling overeenkomt met de praktijk. [6][7][8]

Mobiliteitsclassificatie conform de internationale ISO-standaard: K-levels

K0	K1	K2	K3	K4
Geen mogelijkheid om te lopen of veilige transfers te maken met of zonder assistentie De prothese verbetert niet de mobiliteit of de kwaliteit van leven. Typisch voor een "rolstoelgebruiker"	De mogelijkheid om een prothese te gebruiken voor transfers of lopen op vlakke ondergrond met gelijke snelheid Typisch voor een ongelimiteerde "binnenhuis wandelaar".	De mogelijkheid om te lopen en zelfs stoepranden en treden te nemen en op ongelijke ondergrond te lopen Typisch voor "gelimiteerde buitenwandelaar".	De mogelijkheid om te lopen met variërende loopsnelheid. Typisch voor een "buitenwandelaar" die de meeste obstakels kan nemen. Activiteiten in het beroep, in de therapie of vrije tijd vragen meer van de prothese dan alleen wandelen.	De mogelijkheid om te lopen met de prothese die de basisvaardigheden van het lopen overtreft. Typisch voor een kind, actieve volwassene of atleet.



GELIMITEERDE BUITENWANDELAARS

Figuur 2.7 b

Rolstoelgebruikers en binnenhuis wandelaars

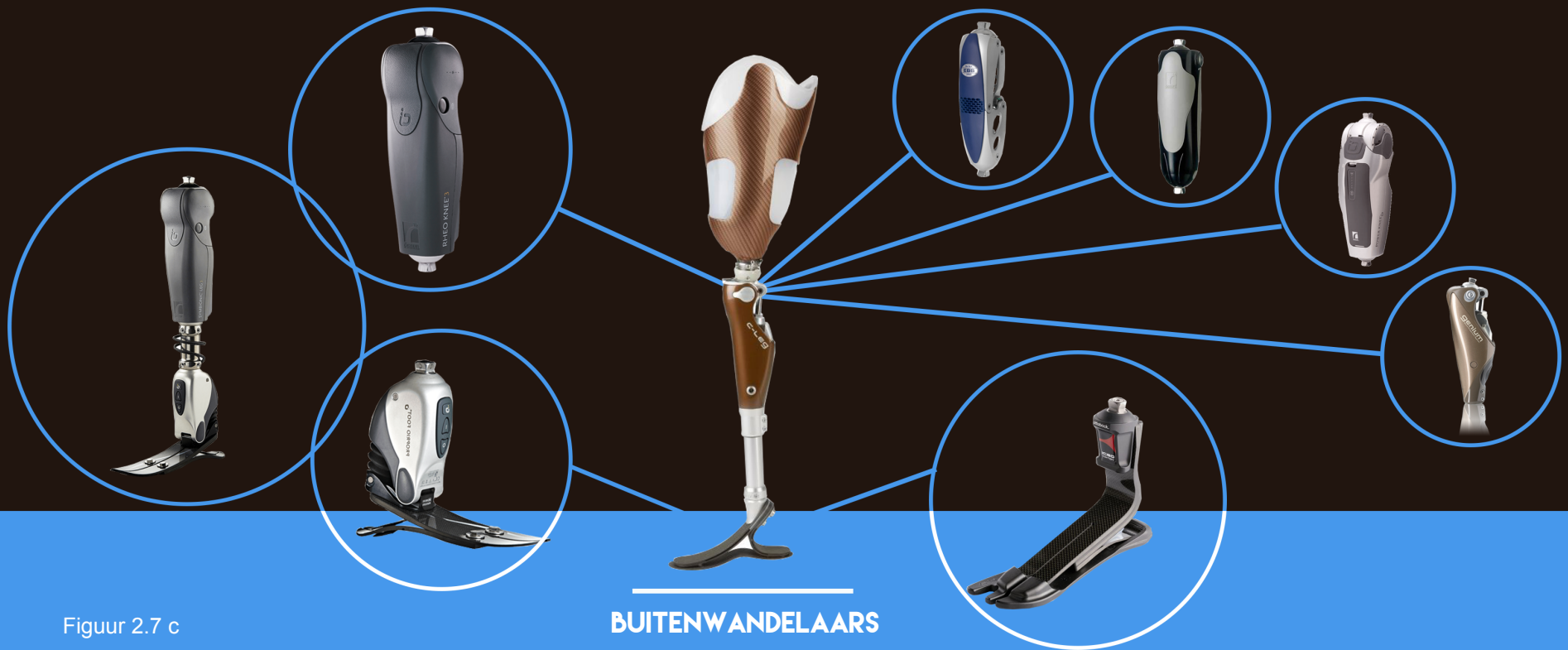
Deze groep is op te delen in cosmetische- en transferprothesen. De cosmetische prothese wordt in het algemeen gebruikt voor patiënten die één of twee amputaties van de onderste ledematen hebben ondergaan en geen vooruitzicht hebben op een goede loopfunctie. Deze cosmetische prothesen worden dan ook gemaakt met de nadruk op een mooi anatomisch afgewerkt been, dat voor de buitenwereld als echt kan worden aangezien. Vaak worden deze cosmetische prothesen van een licht materiaal gemaakt, zodat de handelingen die nodig zijn om hem aan

en uit te trekken goed uit te voeren zijn. Deze prothesen zijn doorgaans niet geschikt om mee te lopen. Er zit meestal wel een hele simpele scharnierknie in waar eventueel iets op geleund kan worden. Verder biedt een cosmetische prothese bescherming voor de stomp en kan het ook de zithouding in een rolstoel stabiliseren. De patiënten die in aanmerking komen voor een dergelijke prothese vallen vaak binnen K-0.

De transferprothese wordt gebruikt door patiënten die één of twee amputaties van de benen hebben ondergaan en zeer beperkte vooruitzichten hebben in de loopfunctie. Deze patiënten ge-

bruiken de transferprothese ook enkel om zich te verplaatsen over korte afstanden binnen- en buiten het huis, vaak met het gebruik van loop-hulpmiddelen. Ook deze groep is veel afhankelijk van de hulp van derden bij hun verplaatsingen. Bij de transferprothese ligt de nadruk op het gemakkelijk en snel aan- en uittrekken er van. Daarbij zijn ze licht in gewicht, zodat ze makkelijk op te tillen zijn. Op deze prothesen kan wel worden gesteund en er kunnen stappen mee gezet worden. Patiënten uit groep K-1 of K-2 krijgen deze prothese doorgaans voorgeschreven.

Gelimiterde buitenwandelaars



Figuur 2.7 c

BUI TENWANDELAARS

Patiënten die vallen binnen level K-2 en een enkeling binnen K-3 komen meestal uit bij een prothese uit deze categorie. Ze zijn doorgaans niet zeer actief in het lopen, maar zijn in staat om in en rond het huis zelfstandig te verplaatsen, eventueel met hulp van ondersteuning in de vorm van een stok/rek/rollator. Voor deze mensen bestaan zeer veel prothesemogelijkheden. Zoals is afgebeeld zijn er verschillende knieën en voeten die ieder weer een eigen voordeel met zich meebrengen. Zo zijn er knieën met vaststelling die handmatig op slot te zetten zijn, zodat men met een “stijf” been kan lopen en wanneer men wil zitten kan de knie van het slot

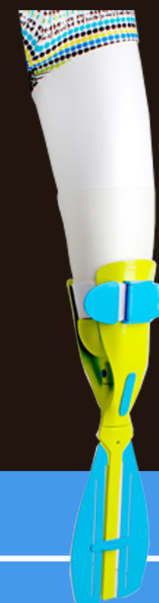
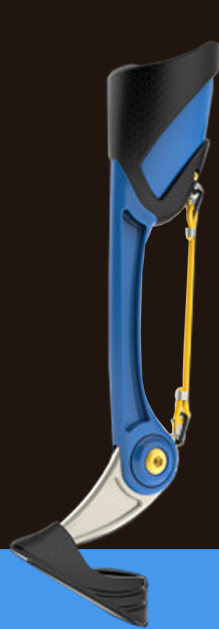
gehaald worden. Hierdoor kan de knie buigen. Zo zijn er ook verschillen in voeten. De ene voet geeft juist veel stevigheid waardoor de bewegelijkheid beperkt is, maar de ondersteuning meer. Of er worden juist flexibele voeten gebruikt, die minder stabiliteit geven, maar meer bewegelijkheid. Per persoon wordt de afweging gemaakt wat voor diegene het beste werkt.

Buitenwandelaars

In de groepen K-3 en K-4 komen patiënten voor die vrij actief zijn. Ze zijn in staat zelfstandig stukken te lopen, verder dan alleen in en rond het huis. Deze mensen zullen dus ook intensie-

ver gebruik maken van het prothese been, waardoor er andere eisen aan gesteld worden. Hierboven zijn verschillende afbeeldingen te zien van mogelijke knieën en voeten. Dit zijn zowel microprocessor gestuurde als powered gewrichten. Ook hier geldt weer dat er per persoon moet worden vastgesteld wat de beste toepassing is in die situatie.

Tot nu toe zijn de prothesen beschreven die aangepast worden voor dagelijks gebruik. Waarbij het niveau van veilig en praktisch gebruik de belangrijkste voorwaarden vormen. Voor de hele mobiele personen wordt een extra categorie on-



SPORTERS

Figuur 2.7 d

derscheiden namelijk die van de sportprotheses.

Sporters

De protheses in deze groep zijn speciaal geschikt voor het gebruik tijdens sporten. Deze zijn er in allerlei soorten en maten. Ze zijn doorgaans ontwikkeld voor het bereiken van een boven normale fysieke prestatie, waarbij veel krachten op de stomp werken. Dit betekent dat er, tegenstelling tot de vorige drie categoriën, soms concessies gedaan moeten worden wat betreft praktisch gebruik en comfort. Kokers moeten strakker om de stomp geplaatst worden en drukpunten ontstaan sneller. Hierboven staan enkele

sportprotheses afgebeeld, bijvoorbeeld de protheses waarmee goed gerend kan worden, links in figuur 2.7d afgebeeld. Dit is een prothese van Ottobock waarbij een sportknie is toegepast en gebruik is gemaakt van een speciale carbon-voet. Daarnaast zijn er bijvoorbeeld protheses waarmee men kan bergbeklimmen en schaatsen. Ook zijn er protheses die speciaal gemaakt zijn voor in het water. Een voorbeeld daarvan is de “Aqualine” van fabrikant Ottobock. Deze staat afgebeeld als tweede van rechts hierboven. De Aqualine prothese heeft een speciale knie en voet die geschikt zijn voor in het water en tegen een flinke belasting kunnen. De

knie kan handmatig op slot gezet worden. De metalen delen zijn voorzien van een waterbestendige coating. Ook is het mogelijk om een cover toe te voegen om het been realistischer te laten lijken. Deze cover kan goed tegen water en heeft onderaan gaten waar het water goed uit kan lopen. Deze protheses zijn geschikt voor mensen binnen level K-4, maar worden niet vergoed door zorgverzekeraars in tegenstelling tot de protheses uit de andere drie categoriën.

Oplossingen voor onder de douche

Tot slot is er gekeken naar oplossingen die specifiek gericht zijn op het doucheprobleem. De producten die gevonden zijn worden hier gepresenteerd. De douchestoel en doucherolstoel zijn twee veel voorkomende hulpmiddelen die nu al ingezet worden. Daarnaast is er een aantal minder bekende oplossingen gevonden, zoals de prothese van “Ortho-design” en de “Drypro”. Tot slot wordt ook hier de “Aqualine” genoemd, deze is ook geschikt om mee te douchen, maar is qua prijs een stuk duurder dan de andere oplossingen.

Al deze producten worden gebruikt door mensen met een beenamputatie. Maar zoals gezegd heeft iedere persoon andere behoeftes. Om deze beter in kaart te brengen zal in de volgende paragraaf dieper worden ingegaan op de gebruikersgroep.

De douchestoel wordt tegenwoordig standaard gebruikt tijdens het douchen met een beenamputatie. Er zijn verschillende typen te verkrijgen, zoals losstaande stoelen of klapstoelen aan de muur. Ze zijn te koop vanaf 50 euro.

DOUCHESTOEL



Figuur 2.8 a



Figuur 2.8 b

DOUCHEROLSTOEL

Tegenwoordig wordt naast de gewone douchestoel de doucherolstoel veel gebruikt. Met name door de oudere mensen, waarbij transfers van bijvoorbeeld gewone rolstoel naar douchestoel, te veel risico's met zich meebrengen. Deze rolstoelen zijn waterbestendig en de zitting heeft een uitsparing waardoor het zitvlak beter kan worden gewassen. De verkoopprijs ligt tussen de 500 en 1000 euro afhankelijk van het merk.

Een andere optie is het dragen van de dagelijkse prothese onder de douche door gebruik te maken van een “Drypro”. Dit is een soort zak die over de prothese kan worden aangetrokken. Deze wordt vervolgens vacuüm getrokken om het been, men kan zo rustig onder de douche, in bad of zelfs zwemmen, aldus de verkoper. Deze zijn voor ongeveer 80 euro te bestellen op het internet.

Het bedrijf Orthodesign uit België heeft voor mensen met een onderbeenamputatie een speciale badprothese op de markt gebracht. Op de website www.orthodesign.be vermelden zij het volgende: “De bad prothese wordt in het algemeen gebruikt voor patiënten die één of twee amputaties van de onderste ledematen hebben ondergaan en een goed vooruitzicht in de loopfunctie hebben. Deze patiënten gebruiken de bad prothese ook voor het zich verplaatsen van en naar vochtige omgevingen zoals bij openluchtwemba-

den en/of aan de zee en op het strand. Met de juiste aanpassingen kunnen deze prothesen optioneel voorzien worden van een scharnierde enkel en/of een blokkerende knie (knieexarticulatie) om er daadwerkelijk ook mee te kunnen zwemmen. Eventueel met zwemvlies. Tevens kunnen de badprothesen ook worden gebruikt om te kunnen staan onder de douche. De prijs van deze prothese is niet bekend, maar ligt zeker hoger dan bij de stoelen of de Drypro.

ORTHODESIGN



Figuur 2.8 d

DRYPRO



Figuur 2.8 c



Figuur 2.8 e

AQUALINE

De Aqualine van het merk Otobock is een prothese die geschikt is speciaal voor in het water. Deze is te gebruiken bij watersporten, zoals bijvoorbeeld zeilen. De prothese is berekend op flinke krachten en heeft een speciale knie die tegen water kan. Deze prothese is dus ook geschikt voor onder de douche, wel ligt deze oplossing in een flink hogere prijsklasse dan de andere oplossingen, namelijk boven de 5000 euro.

2.4 Doelgroepanalyse

Tot nu toe zijn er verschillende analyses behandeld, echter is een van de belangrijkste nog niet aan bod gekomen, die van de gebruikersgroep.

Vanuit het oogpunt van een industrieel ontwerper is het van belang de gebruikersgroep goed in beeld te krijgen om een passend ontwerp te kunnen creëren. Deze gedachtegang sluit bovendien goed aan op de “patiënt driven” filosofie van RRD. Vanuit RRD was voor aanvang van de opdracht nog niet duidelijk welke mensen met een bovenbeenamputatie er precies baat zouden hebben bij het staand kunnen douchen. Op basis van de epidemiologische kennis uit paragraaf 2.2.3 wordt duidelijk dat er een hele brede leeftijdsspreiding is van mensen met een transfemorale amputatie. Van zeer jong tot hoogbejaard komen er transfemorale amputaties voor.

Om erachter te komen welke mensen binnen deze brede groep behoefte hebben aan het staand kunnen douchen zijn er verschillende interviews gehouden met patiënten in de eerste plaats, maar ook secundaire gebruikers zoals fysiotherapeuten, ergotherapeuten en verpleegkundigen zijn geraadpleegd. Op basis van deze interviews en de kennis uit de voorgaande analyses is uiteindelijk een primaire doelgroep gefilterd.

Eerst volgt nu een samenvatting van alle interviews die gehouden zijn, voor de uitgebreide uitwerking inclusief de vragen kan appendix B geraadpleegd worden.

2.4.1 Uitkomsten interviews primaire en secundaire gebruikers

Tijdens de analyse fase zijn in totaal vier patiënten geïnterviewd van verschillende leeftijden. Deze patiënten zaten allemaal in hun revalidatieproces bij Revalidatiecentrum Roessingh. Sommigen waren net een paar weken begonnen anderen waren zo goed als klaar met de revalidatie. Daarnaast zijn er drie ergotherapeuten, één fysiotherapeut en drie verpleegkundigen benaderd. Het doel van deze interviews was er achter te komen of er behoefte is bij patiënten om staand te douchen en zo ja bij welke leeftijdsgroepen dit het geval is. Ook is geprobeerd te achterhalen wat voor de gebruikers belangrijke dingen zijn tijdens het (staand)douchen, zodat hier rekening mee gehouden kan worden tijdens het ontwerpproces.

Wat naar voren kwam tijdens de interviews is dat de meeste patiënten nu zelfstandig douchen zonder hulp van derden. Binnen de oudere generatie (60+) wordt vaker geholpen door bijvoorbeeld verpleegkundigen. De frequentie waarmee men doucht is per persoon verschillend. Wel valt op dat de generatie tot 60 jaar het liefst iedere dag doucht. Bij de

oudere generatie ligt die frequentie meestal lager, dit loopt uiteen van 2 tot 7 keer per week. Verder is bij de meeste ondervraagden het doucheproces puur functioneel geworden. Waar men vroeger wel eens wat langer onder de douche bleef staan, om-

**“VEILIGHEID IS
VOOR MIJ
NUMMER 1”**

dat het “zo fijn” was, doet men nu alleen de noodzakelijke dingen. Mocht er een comfortabele veilige mogelijkheid zijn om staand te douchen dan geeft de meerderheid van de patiënten aan waarschijn-

lijk meer van het douchen te kunnen genieten en wellicht ook langer te douchen. Het doucheproces zelf gaat bij iedereen net iets anders in zijn werk. Iedere persoon heeft zo zijn eigen handigheden ontwikkeld. Doorgaans is het globale proces hetzelfde voor alle patiënten. In appendix B staat voor alle interviews hiervan een opsomming.

Op de vraag wat voor de gebruiker belangrijk is tijdens het douchen en wat als belangrijk wordt ervaren indien men staand zou douchen, kwam bij alle geïnterviewden veiligheid als eerste naar voren. Eén van de geïnterviewde patiënten stelde “veiligheid is voor mij nummer 1”. Onder veiligheid verstaat men onder andere het niet uitglijden of gewond raken. Speling tussen stomp en bijvoorbeeld een prothese moeten daarom ook niet te groot zijn. Goede hygiëne is daarnaast ook vaker genoemd, metname door de verpleegkundigen.

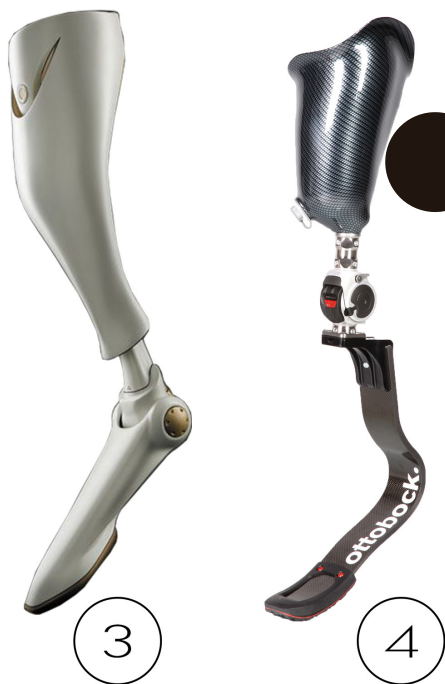
Tijdens de interviews is in eerste instantie express niet gesproken over een “doucheprothese”, maar over “een oplossing om veilig staand te kunnen douchen”.

Er is gevraagd naar mogelijke oplossingen voor dit probleem. Veel mensen dachten gelijk aan een prothese, maar er zaten ook unieke antwoorden tussen. Zo was er een idee om de douchecabine aan te passen, waarbij men makkelijker zichzelf aan

alle kanten kan vasthouden. Iemand anders dacht aan een skippy-bal waar zowel op gesteund als op gezeten kan worden. Daarna is gevraagd naar de eisen vanuit de gebruiker, wanneer de oplossing specifiek een doucheprothese zou betreffen. Daaruit kwam een ander belangrijk punt naast veiligheid aan het licht, namelijk de pasvorm van het product, men moet de stomp niet bezeren. Verder wordt bijna door iedereen aangegeven dat een knie niet noodzakelijk is voor een doucheprothese, wel is het belangrijk dat de oplossing praktisch is. Het moet makkelijk aan en uit te doen zijn en de stomp wassen moet het liefst ook goed en makkelijk mogelijk zijn. Het overbruggen van een korte afstand is een belangrijke wens van de meeste geïnterviewden. Bijvoorbeeld de afstand van slaapkamer naar douche. De prijs die men zou koppelen aan een dergelijke doucheprothese is per persoon anders. Dit loopt uiteen van 300 tot 900 euro, uiteraard is dit een indicatie. Het is altijd de vraag in hoeverre men dit daadwerkelijk zal gaan uitgeven. Mede omdat tijdens het interview geen concreet beeld bestond van de uiteindelijke oplossing.

Tot slot is er een aantal bestaande prothesen voorgesteld, waarbij gesteld wordt dat al deze prothesen geschikt zijn voor onder de douche. (figuur 2.9) Als eerste is de vraag gesteld welke van de prothesen voor de patiënt het veiligst ogen en waarom. Gevolgd door de vraag welke prothesen men als duurst ervaart en waarom.





Uit deze test is gebleken dat men unaniem nummer twee en nummer zeven beschouwt als het meest veilig. Dit komt door de voeten die ogen als anti-slip met groot contactoppervlak. Prothese nummer acht wordt in veel gevallen als zeer onveilig beschouwd. Eén van de onder-vraagde patiënten had hierbij de associatie met wandelkruk-ken, daarmee is hij tijdens het douchen ooit gevallen. Ook het contactoppervlak met de grond is bij deze prothese te klein. Nummer zes ziet er vol-gens sommigen minder sta-biel en comfortabel uit door

de vormgeving van de koker en de voet. Op de vraag wel-ke prothese het duurst zal zijn wordt unaniem nummer vier benoemd. Dit komt mede door-dat de meeste patiënten op de hoogte zijn van de verschillen-de typen protheses en weten dat deze prothese gemaakt is van carbonvezels, wat maakt dat die duurder wordt.

Wat opvalt is dat men ook hier-niet kiest voor een prothese met knie.

Figuur 2.9

2.4.2 De primaire doelgroep

Op basis van de verschillende interviews is naar voren gekomen dat het per persoon afhankelijk is of iemand wel of geen behoefte heeft om staand te douchen en of men er überhaupt toe in staat is. Dit is globaal in te delen op basis van leeftijdscategoriën, maar in de praktijk zijn er mensen van 80 die prima zelfstandig staand zouden kunnen douchen en ook zijn er mensen van amper 50 die dat absoluut niet zouden kunnen. Deze keuze zal in de praktijk beter gemaakt kunnen worden op basis van de mobiliteitsindeling in K-levels, zoals die in paragraaf 2.3.3 is omschreven. (figuur 2.6)

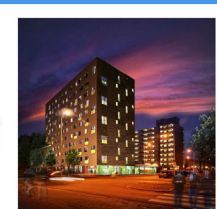
Het is dus moeilijk om een harde leeftijdsgrens aan de doelgroep te koppelen. Daarom wordt er voor gekozen de complete groep mensen vanaf 18+ te beschouwen als primaire doelgroep, de praktijk zal per persoon uiteindelijk moeten uitwijzen of iemand in staat is staand te douchen. De doelgroep zal daarbij bestaan uit de mensen binnen de groepen K1 tot en met K4, omdat deze personen vitaal genoeg worden geacht dit te kunnen.

De primaire doelgroep blijft dus een vrij brede groep wat betreft leeftijden. Er wordt daarom een tweedeling gemaakt tussen jong/vitaal en oud/minder vitaal. Later zal dit tot uiting komen in het ontwerp. De eerste subcategorie bestaat uit de mensen tussen 18 en 65 jaar. Deze mensen worden onder één groep

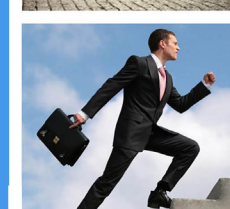
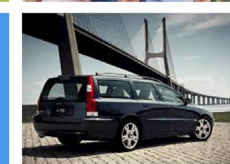
geschaard omdat zij samen een relatief kleine groep vormen, maar doorgaans allemaal goed zelfstandig kunnen douchen. Zoals eerder beschreven is ruim 80% van de primaire doelgroep ouder dan 65 jaar, dit zal daarom de tweede subcategorie vormen. Zij hebben vaker hulp nodig tijdens het douchen en stellen andere wensen aan een eventuele doucheprothese.

Om een beeld te krijgen van de verschillende subdoelgroepen en de sfeer van hun levensstijl aan te geven, zijn moodboards gemaakt die in figuur 2.10 en appendix C zijn afgebeeld.

Binnen de doelgroep zijn veel verschillen te benoemen wat betreft het fysieke aspect. Wanneer we kijken naar simpele dingen als kracht, uithoudingsvermogen en mobiliteit moge duidelijk zijn dat iemand van 18 hierin doorgaans veel betere prestaties kan leveren dan iemand van 70 jaar. Bij gebruik van een prothese is het daarbij ook van belang te kijken naar bijvoorbeeld de pijnsensatie van mensen. Oudere mensen hebben vaak een brozer gestel en zijn gevoeliger voor pijn en drukpunten, dit komt onder andere doordat de spiermassa afneemt. Ook het passen van een koker kan door weinig spiermassa verminderen. Verder is de dagelijks activiteit van jonge en oude mensen vaak verschillend. Jonge mensen gaan naar school of zijn net begonnen aan het opbouwen van een carrière, daarnaast hebben ze vaak een druk sociaal leven. Ze gaan regelma-



<65



bewuste keuzes en denken na over de toekomst van hun kinderen. Zodra de leeftijd van vijftig tot zestig jaar bereikt wordt gaat men weer een nieuwe fase in, waarbij de kinderen het huis uit zijn. Mensen verhuizen naar een kleinere woning met minder slaapkamers en een kleinere tuin om het werk in het huishouden te minderen. Men heeft vaak een leuke spaarcent opgebouwd en gaat richting de pensioengerechtigde leeftijd, krijgt meer vrije tijd en gaat bijvoorbeeld vaker op reis. Ook is dit de leeftijd dat er kleinkinderen komen. Tot slot wordt dan de laatste levensfase bereikt. Dit is de fase waarin veel mensen verhuizen naar een verzorgingstehuis. Het douchen gaat dan vaak onder begeleiding en uit veiligheidsoverweging zittend.

Figuur 2.10

tig de stad in om te socializen. Ook sporten veel jongeren vaak intensiever dan de oudere generatie. De jeugd heeft het gevoel dat ze alles aankunnen en zoeken naar vernieuwing om onderscheidend te zijn van de oudere generatie. Bij mensen boven de 30 jaar wordt de levenswijze doorgaans langzaam anders. De meeste mensen krijgen rond deze leeftijd kinderen en de carrière begint zijn vruchten af te werpen. Hierdoor investeert men in een eigen huis en rijdt men vaker in een gezinsauto. Het echte uitgaan is er meestal niet meer bij, hiervoor in de plaats gaat er meer tijd zitten in het opvoeden van de kinderen. Ook het sporten verdwijnt vaak naar de achtergrond. Mensen maken rond leeftijd

18 > 65+



65+



2.5 Ontwerppijlers

Tijdens de analysefase is naar de volgende punten gekeken:

- De opdrachtgever
- De soorten beenamputaties
- De ontwikkeling van bovenbeenprothesen
- De huidige algemene opbouw van een bovenbeenprothese
- Huidige marktaanbod wat betreft prothesen
- De primaire doelgroep voor dit project

De fase is afgerond door een drietal belangrijke ontwerppijlers te filteren op basis van de verschillende analyses. Deze zijn omschreven in één woord op de pagina hiernaast.

Vanuit de opdrachtgever zijn veiligheid en praktisch gebruik twee speerpunten die goed passen binnen de patiënt driven filosofie. Bovendien ondersteunt dit het vooruitstrevende karakter van het bedrijf op gebied van de zorg.

De huidige prothesekeuze is gebaseerd op het type amputatie en de mobiliteit van de patiënt. Deze laatste factor heeft als maatstaaf het k-level systeem dat volgens de ISO-normen is opgesteld. Deze indeling is zo opgesteld dat per type patiënt een veilige en praktische prothese voor het dagelijks gebruik geselecteerd kan worden.

Ook tijdens de interviews met de patiënten en medewerkers van Revalidatiecentrum Roessingh kwamen veiligheid en praktisch gebruik terug als belangrijke eisen voor een doucheprothese. Daarbij werd hygiëne en het schoon houden van de stomp meerdere malen door verschillende personen aangedragen als belangrijk.

De pijlers zijn verder gespecificeerd met een aantal eisen. Er zijn daarnaast nog veel meer eisen die uiteindelijk van belang zijn voor het eindproduct. Hierbij kan gedacht worden aan eisen die onder één van de drie pijlers behoren, maar ook bijvoorbeeld aan marketingtechnische eisen met betrekking tot prijs, levensduur, etc. of bijvoorbeeld eisen met betrekking tot productietechnieken. Deze eisen worden later in het verslag nog behandeld. Er is echter bewust gekozen deze eisen nog niet mee te nemen in de beginfase van het ontwerpproces, opdat dit mogelijkheden tot zo breed mogelijke oplossingen biedt.

Belangrijk punt is dat een knie niet noodzakelijk wordt gevonden voor een doucheprothese. Ondanks alle technologische vooruitgang van huidige kniën, zou de knie dus achterwege gelaten kunnen worden in deze situatie, of zou gedacht kunnen worden aan een simpele protheseknie gebaseerd op de basis, zoals die van Paré, (paragraaf 3.1) waarbij een knie met vaststelling wordt gebruikt, maar dan wel veilig en praktisch en hygiënisch.

VEILIG

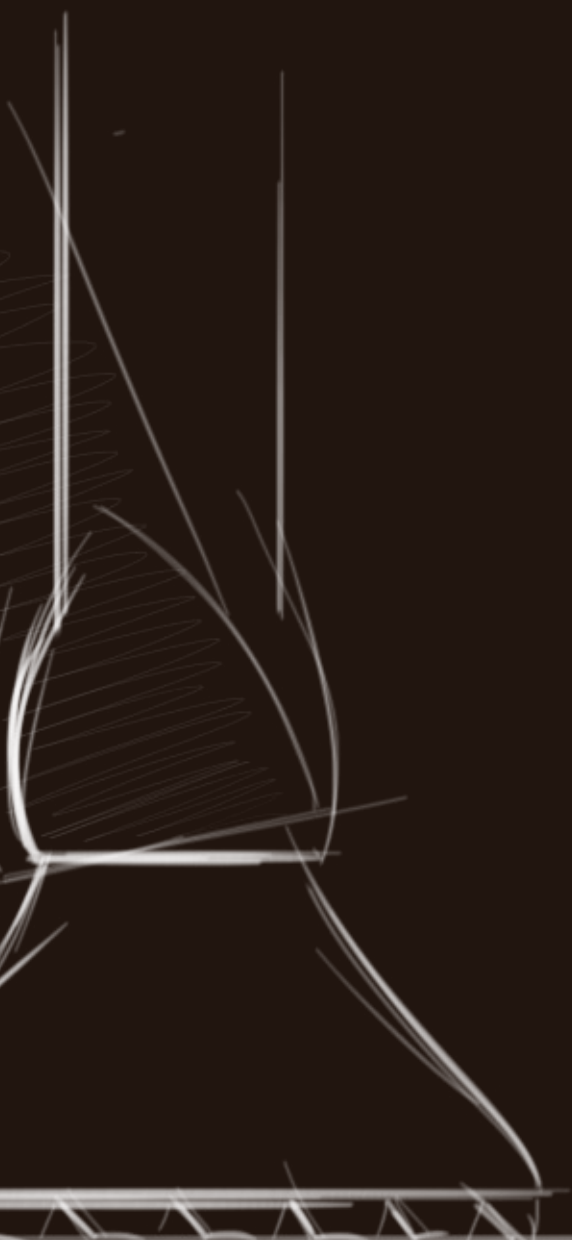
- Bij normaal gebruik, mag men niet uitglijden onder de douche en tijdens transfers.
- Het product mag niet afgaan tijdens het lopen/staan onder de douche.
- Eventuele knie moet betrouwbare vaste en losse stand hebben.

PRAKTISCH

- Het vastklemmen en afstellen van de koker aan het been moet door de gebruiker zelfstandig gedaan kunnen worden.
- Eventuele knie moet met één hand los of vast gezet kunnen worden.
- Het product moet qua afmeting geschikt zijn voor mensen met een een verschillende stompdikte en lichaamslengte.

HYGIENISCH

- De prothese moet tegen water kunnen.
- Zeep en viezigheid op het product moeten te verwijderen zijn met water en een doek.
- De prothese moet een gevoel van hygiëne oproepen bij de gebruiker.



3. IDEE

Gedurende deze fase is gekeken naar verschillende oplossingen voor het doucheprobleem. Deze ideeën zijn geschetst en in appendix D worden ze gepresenteerd. De ideeën zijn op verschillende niveaus in te delen. Sommigen zijn specifieke deeloplossingen anderen juist globale oplossingen.

In dit hoofdstuk worden de ideeën, waarmee verder gewerkt is in het ontwerpproces, besproken en worden de keuzes onderbouwd. Zij vormen de basis voor de drie concepten die in hoofdstuk vier worden gepresenteerd.





3.1 Gekozen ideeën

In deze paragraaf worden de gekozen ideeën verantwoord. De nummers die bij ieder idee staan corresponderen met de nummers in appendix D.

3 *Het idee van deze douchestep is dat men al steppend transfers kan maken. De stomp kan los op een zadel worden gelegd, waarbij staan makkelijk mogelijk moet zijn.*

Dit idee is verder uitgewerkt in het ontwerpproces. Weliswaar kan in eerste instantie een idee van onstabiliteit ontstaan wanneer men denkt aan een step, maar als voordeel brengt dit idee met zich mee dat men, zonder ingesnoerde stomp kan douchen. Bovendien is het verschil tussen staan en zitten klein en is beide mogelijk. Dus wanneer men vermoeid raakt kan men gaan zitten. Ook transfers van bijvoorbeeld slaap- naar badkamer zijn met dit idee mogelijk, wat een groot voordeel is.





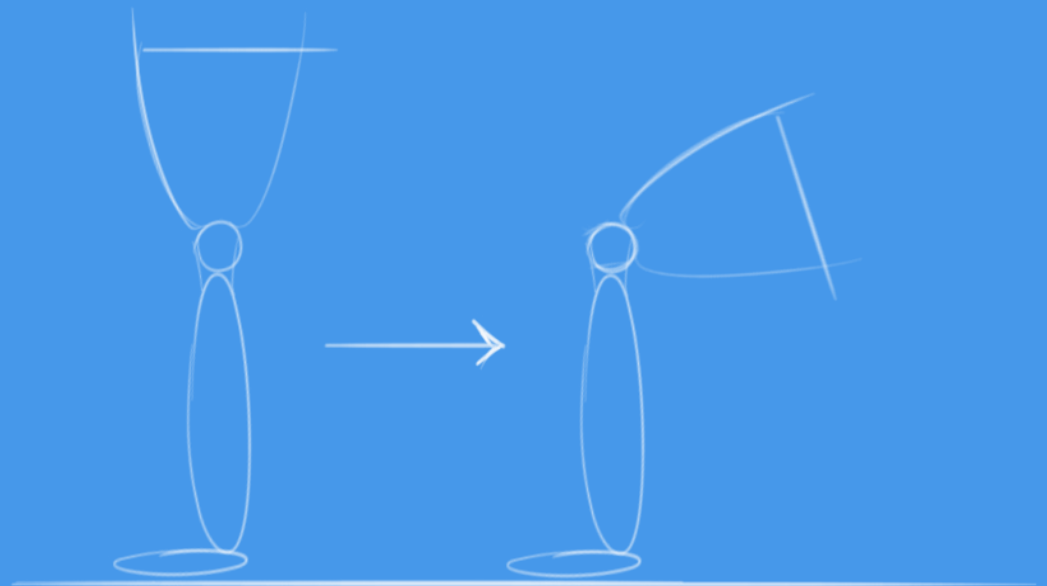
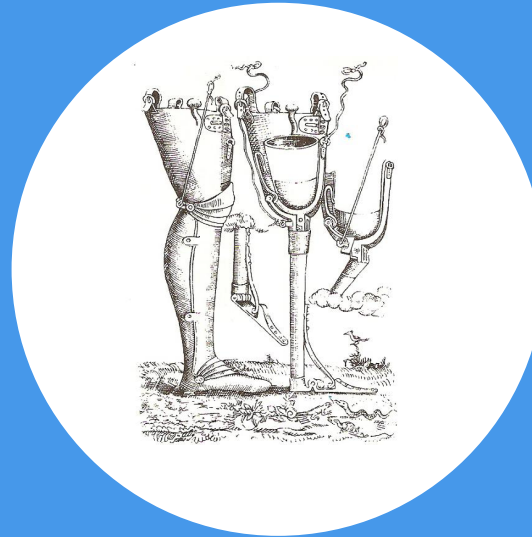
9 *Dit idee maakt gebruik van lucht. Met een ventiel wordt de prothese automatisch gevuld met lucht zoals dat ook bij self-inflatble opblaasboten of slaapmatten gaat.*

Voor dit idee is gekozen omdat een met lucht gevulde koker goed in een brede range aan maten kan voorzien. Ook kan de prothese op deze manier goed een “zachte” pasvorm bieden. Daarnaast kan een opblaasbare prothese klein gemaakt worden wanneer deze moet worden opgebergd.



12 *Het toepassen van een knie met vaststelling waardoor men met een stijf been kan lopen en met een gebogen knie kan gaan zitten zou het comfort kunnen vergroten, metname tijdens het aan- en uittrekken.*

Ondanks dat de meeste patiënten en medewerkers van het Roessingh aangaven dat een knie niet noodzakelijk is, is er toch een concept uitgewerkt met een vast te stellen knie. In de eerste plaats om te kijken of deze personen, nog steeds de zelfde mening hebben wanneer zij een conceptvoorstel zien met knie. En in de tweede plaats omdat vanuit RRD is aangegeven dat dit een sterke wens is, metname omdat dit het gaan zitten vergemakkelijkt.





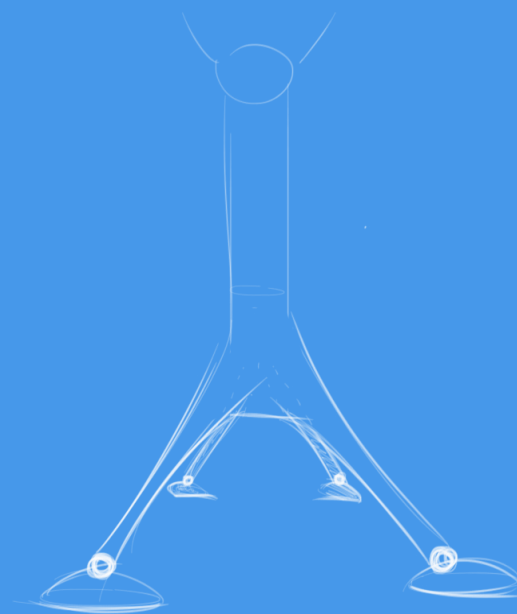
15 *Er kan een constructie met een, deels, open koker toegepast worden. De belangrijkste afsteunpunten, zoals onder de zitbeentjes, moeten daarbij gewaarborgd zijn evenals de stevigheid van de algehele bevestiging. De rest van de koker kan dan open blijven wat wassen van de stomp vergemakkelijkt.*

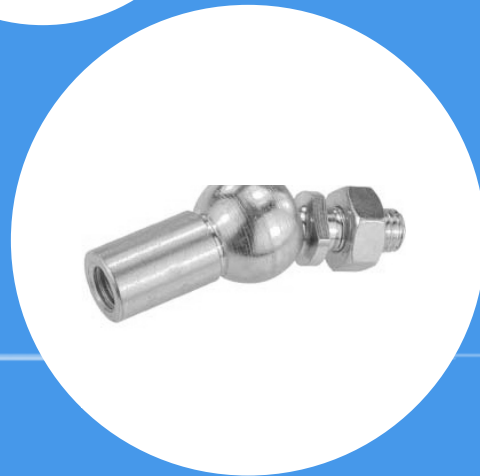
Een koker met een open gedeelte heeft als grootste voordeel dat de stomp gewassen kan worden. Omdat hygiëne één van de drie belangrijke pijlers is wordt dit idee verder uitgewerkt.



20 *Het idee voor een voet waarbij gebruik wordt gemaakt van een constructie die opgebouwd is uit een vierpoot met kleine beweegbare voetjes. Dit zorgt vooral in de perceptie bij de gebruiker voor stevigheid.*

Een vierpoot zorgt bij de mensen voor een idee van stevigheid. Vier is daarbij beter dan bijvoorbeeld drie omdat dit toch eerder onstabieleit kan veroorzaken. De beweegbare voetjes zijn handig om oneffenheden te compenseren, zoals bijvoorbeeld een drempel of een iets schuine vloer.



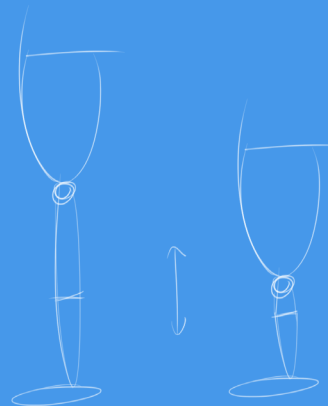


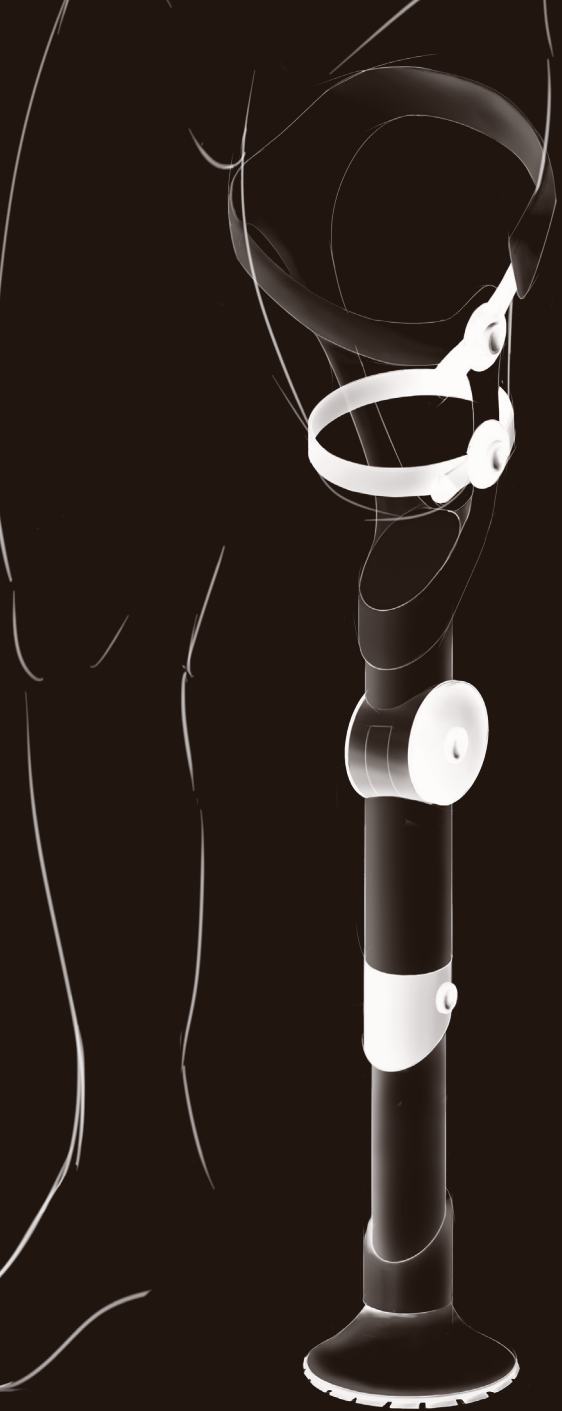
21 Dit idee sluit aan bij idee 19 uit appendix D, de voet zelf is hier echter solide. de beweeglijkheid zit in de “enkel”. Door middel van een kogelgewricht is het mogelijk de voet in alle richtingen een klein beetje te kantelen. Het betreden van drempels en de afroling van de voet zullen zo comfortabeler kunnen plaatsvinden.

Met dit idee wordt verder gewerkt omdat op deze manier tijdens de standfase goed contact wordt gehouden met de grond, mede door de beweegbare enkel. In combinatie met een antislip materiaal zorgt dit voor een stabiele afwikkeling van de voet op bijvoorbeeld een natte douchevloer.

24 Om de prothese kleiner te maken kan ook gedacht worden aan een inschuif-systeem.

Om de lengte simpel verstelbaar te maken is een inschuifbaarsysteem een goede optie die tevens sterk en goedkoop te produceren is





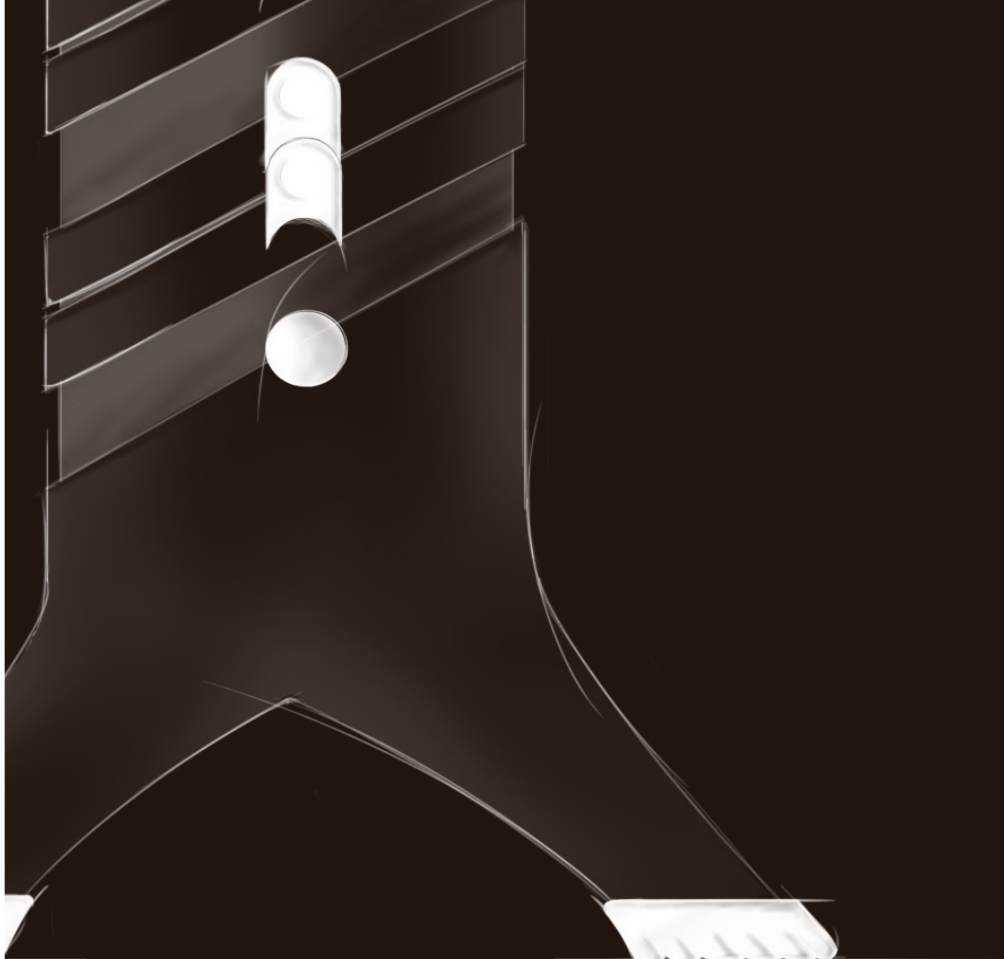
4. CONCEPT

Met de geselecteerde ideeën uit hoofdstuk vijf als input, zijn drie concepten uitgewerkt. Deze concepten worden in dit hoofdstuk uiteengezet.

Ter inspiratie voor het vormgevingsproces is een inspiratie-collage gemaakt. Hierin zijn kleurstelling en producten met de beoogde sfeer opgenomen. In appendix E is hiervan een grote weergave afgebeeld.

Daarnaast zijn in appendix F. delen van vormstudies te vinden. Deze vormstudies zijn gebaseerd op de inspiratie-collage en hebben geleid tot de uiteindelijke vormgeving van de drie concepten.

De verschillende concepten zijn tijdens feedback sessies voorgelegd aan de patiënten en medewerkers van revalidatiecentrum Roessingh. Deze feedback is als input gebruikt voor een uiteindelijk ontwerp, dat beschreven wordt in hoofdstuk vijf.



4.1 Sfeer

Uit de interviews is gebleken dat “Veiligheid, praktisch gebruik en hygiëne” door de gebruikers belangrijker worden gevonden dan uiterlijk vertoon. Daarom is geprobeerd een vormgeving te zoeken die past bij deze termen. Ter inspiratie is een sfeer-collage gemaakt deze staat in figuur 4.1 hiernaast afgebeeld. In appendix E wordt de collage vergroot weergegeven. In combinatie met de ideeën uit hoofdstuk vijf zijn hieruit uiteindelijk drie concepten gegenereerd. Die in de volgende paragraaf besproken worden.

4.1.1 Kleur

Voor de verschillende concepten is een basiskleurstelling gebruikt bestaande uit wit, blauw en zwart. Uiteindelijk zijn associaties en betekenisgeving aan kleuren van persoon tot persoon verschillend, dit wordt bepaald door verschillende factoren zoals de cultuur en associaties door eerder opgedane ervaringen. Er zijn echter verschillende theorieën over kleurgebruik en de associatie die zij oproepen bij mensen. Op basis hiervan is deze kleurstelling gekozen.

Zo kan volgens Leonardo da Vinci (1452-1519) blauw beschreven worden met termen als “Oneindigheid, hemel, ruimte, reizen, geestelijke liefde, meditatie en eeuwigheid.” De kleur wit beschreef hij

als “Ongerept, volmaakt, goddelijk rein, onschuldig, licht van geest, vredig en leeg.” [9]

Volgens een studie van Neufert (1984) kan de kleur blauw geassocieerd worden met de term “koud”. [9]

Ook Heller (1990) heeft een studie gedaan naar de associatie van kleuren bij mensen, tevens heeft hij gekeken naar wat bij deze mensen hun lievelingskleur was. 36% van de vrouwen en 40% van de mannen gaf aan blauw als lievelingskleur te hebben, dit was duidelijk de grootste groep. De associaties met de kleur blauw was “koelte, koude, vertrouwen, mannelijk, uitgestrektheid, sportiviteit, harmonie, trouw en vriendschap.” De kleur wit werd beschreven met “reinheid, onschuld, winter, neutraliteit, eenvoud, waarheid, het goede, eerlijkheid, vroomheid, eeuwigheid, wetenschap en het volmaakte.”[9]

De genoemde termen waarmee de kleuren wit en blauw geassocieerd worden in deze voorbeelden zijn positief en roepen een vertrouwd gevoel op. Als afstekend contrast is er de kleur zwart gebruikt. Deze combinatie van kleuren past goed bij kernwoorden die centraal stonden tijdens het ontwerpproces: “Veilig, Praktisch en Hygiënisch”.

4.1.2 Vorm

Zoals te zien in de sfeercollage zijn de meeste producten afgerond van vorm, mede hierdoor zijn ze ergonomisch afgestemd op de gebruiker. Dit maakt dat ze veilig en praktisch zijn in gebruik.

De overgangen tussen de verschillende materialen binnen elk product sluiten naadloos op elkaar aan. Dit zorgt ervoor dat de producten goed schoon te houden zijn, waardoor de hygiëne wordt gewaarborgd. De materialen die worden toegepast zijn hoofdzakelijk kunststoffen. Deze kunststoffen ver-

schillen in ruwheid. Op plekken waar de producten in contact komen met de menselijke huid zijn veelal zachtere kunststoffen toegepast. Onderdelen die hygiënisch moeten blijven zijn veelal vervaardigd uit hardere, maar gladde kunststoffen.

In appendix F staat een aantal vormstudies die gebaseerd zijn op deze sfeercollage. De vormstudies hebben uiteindelijk geleid tot de drie concepten die hierna gepresenteerd zullen worden.



Figuur 4.1

4.2 Concept 1

Dit concept is een combinatie tussen idee negen, zestien en twintig uit hoofdstuk drie. Appendices F en G maken dit visueel.

Het idee bestaat uit een zelfopblaasbare “koker”, die van boven tot beneden bij de voet gevuld is met lucht. De lucht komt in deze koker via een ventiel dat opengedraaid kan worden. Dit ventiel bevindt zich aan de buikzijde bovenaan de prothese.

De koker vult zich automatisch met lucht zoals dit ook het geval is bij een self-inflatable bootje of slaapmatje. Hierdoor wordt de stomp van de gebruiker omklemd, zodat de prothese goed blijft zitten.

De lengte van de prothese is in te stellen doordat de verschillende ringen om het been losklikbaar zijn, door simpelweg op het blauwe knopje van een ring te drukken. Deze ringen zorgen tegelijkertijd voor de stevigheid van de luchtkoker.

Tot slot is de voet een vierpoot, waardoor een evenwichtige drukverdeling op de vloer gemaakt wordt, dit zorgt voor een goede stevigheid tijdens het staan.

Bij ieder concept is een aantal voor-/ en nadelen tegenover elkaar gezet:

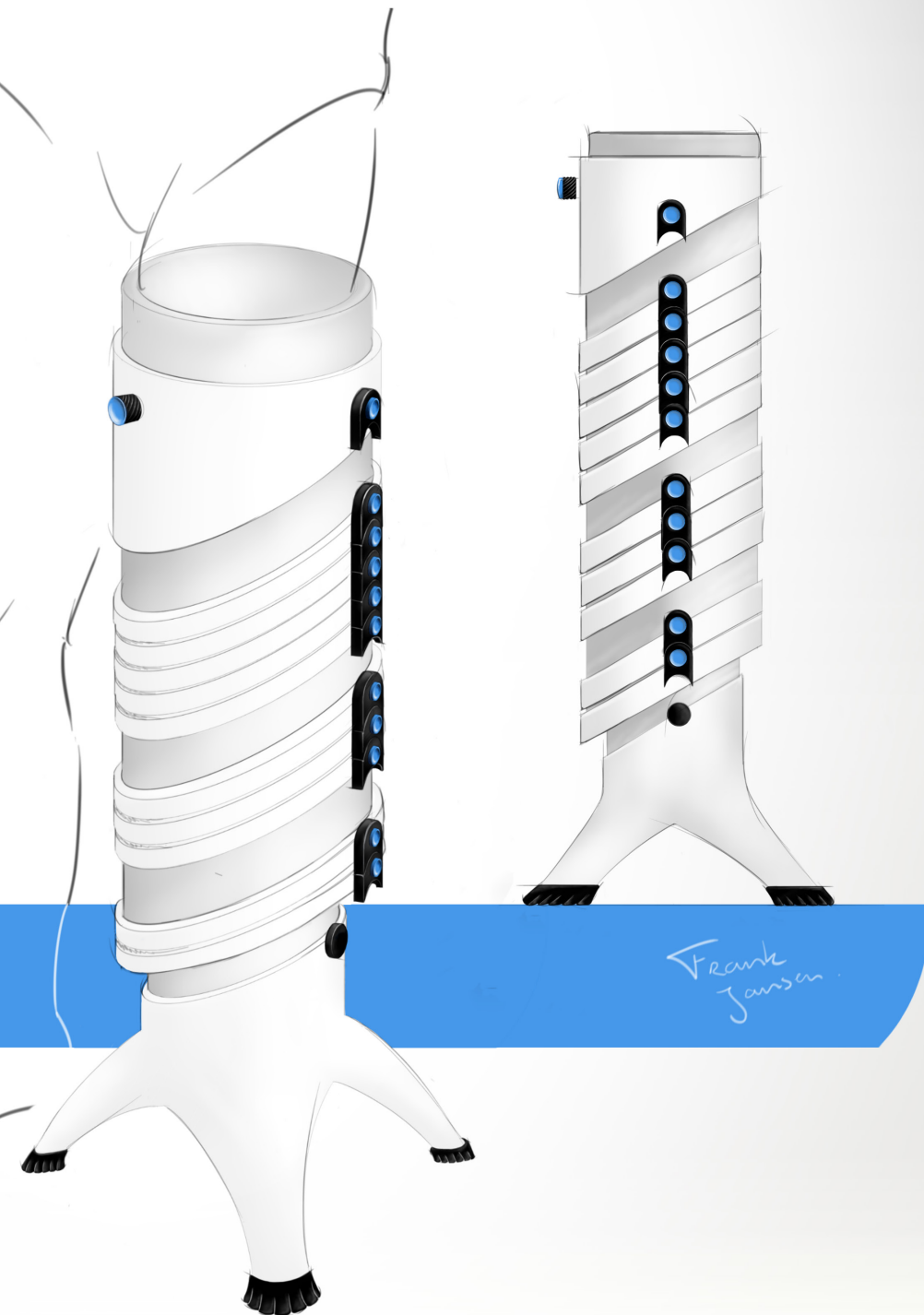
Voordelen

- *De opblaaskoker zorgt voor zowel de stevigheid als de inklemming van de stomp, dit zijn twee vliegen in één klap.*
- *De koker is unifiit doordat de luchtkoker zijn diameter automatisch aanpast aan de stompdikte.*
- *De koker is zacht en zal de stomp niet beschadigen.*

Nadelen

- *De verschillende ringen zijn niet optimaal voor zowel hygiëne als het snel en praktisch instellen van de hoogte.*
- *De vraag is in hoeverre de stomp ingeklemd blijft.*
- *De koker lijkt lomp en ongemakkelijk tijdens het lopen, staan daarentegen lijkt comfortabel.*





Dit concept betreft een met lucht gevulde prothese die geschikt is voor 95% van alle potentiële gebruikers. De “koker” is uni-fit doordat de met lucht gevulde zak automatisch de stomp omklemt. Verschillende ringen zorgen voor het verstelbaar maken van de lengte.

Het ventiel dat automatisch de lucht naar binnen laat zodra het wordt open gedraaid. Hierdoor zal de luchtzak zich vullen en de stomp inklemmen.

De verschillende ringen rondom de luchtzak zijn losklikbaar. Hierdoor is de prothese in lengte verstelbaar. Tevens zorgen deze ringen voor de stevigheid, zodat er op kan worden gestaan. Daarnaast is de prothese compact opbergbaar of mee te nemen wanneer alle ringen in elkaar geklikt zijn.

De voet is gemaakt van anti-slip materiaal en heeft een viersplitsing voor extra stabiliteit.

4.3 Concept 2

Het tweede concept is gebaseerd op de ideeën drie en vierentwintig van hoofdstuk drie. Appendices F en G maken dit visueel.

Het concept is een combinatie tussen een step en een rolstoel. De gebruiker kan op een zadel gaan zitten, waarop de stomp kan steunen. Met het intacte been kan men zichzelf afzetten, zoals dat ook bij een step gebeurt.

Er is een groot wiel gebruikt onder het zwaartepunt van de gebruiker, daarnaast zijn twee kleine wieltjes toegevoegd om te zorgen voor stabiliteit.

De wieltjes en het zadel zijn in lengte instelbaar, zodat de step voor de gebruiker op een ideale hoogte afgesteld kan worden, bovendien is opbergen of meenemen van de step op deze manier goed mogelijk.

De step bevat een handrem waardoor de gebruiker niet wegglijdt onder de douche wanneer men staat en steunt op het zadel.

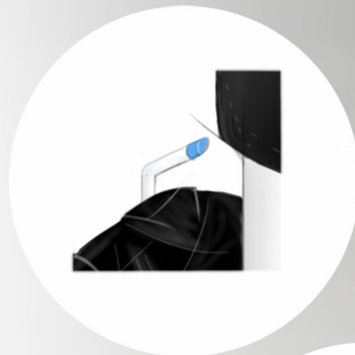
Voordelen

- *Stomp wordt niet “ingesnoerd”, dit is comfortabel en zorgt voor makkelijk wassen hiervan.*
- *Zowel staan als zitten is makkelijk, ook tijdens het douchen.*
- *Is goed op te bergen.*

Nadelen

- *Men kan het principe met wielen automatisch als onstabiel en dus onveilig ervaren.*
- *De handrem zit nog op een onhandige plek.*
- *Drempels kunnen lastig te passeren zijn.*
- *De draaicirkel kan in kleine ruimtes, zoals een douche, voor problemen zorgen.*
- *De afzetvoet kan wegglijden op een gladde vloer, waardoor verplaatsen moeilijk wordt.*
- *Er kan een waterspoor achterblijven op de grond.*





Dit concept betreft een step met drie wielen die geschikt is voor 95% van alle potentiële gebruikers. De verschillende onderdelen zijn in dimensies verstelbaar en zijn allen geschikt voor onder de douche.

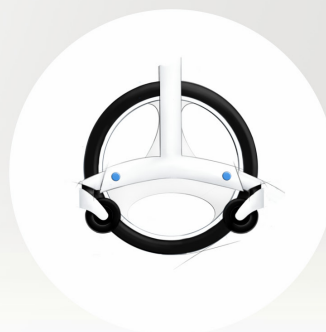
Handrem om zo veilig en stabiel te kunnen blijven staan wanneer gedoucht wordt.



Ergonomisch zadel met een steun voor de stomp. Voordeel is dat de gebruiker niks hoeft vast te snoeren. Omdat de step op sta-hoogte wordt afgesteld is zowel staand als zittend douchen mogelijk.



Verstelbaar zadel met een simpele drukknop. Ook handig wanneer de step mee genomen moet worden ergens naartoe.



De steunwielen zijn inschuifbaar, waardoor opbergen en meenemen gepaard gaat met weinig ruimte-verlies.

4.4 Concept 3

Het derde concept is gebaseerd op de ideeën twaalf, vijftien en éénentwintig uit hoofdstuk drie. Appendices F en G maken dit visueel.

Dit concept is grotendeels gebaseerd op huidige prothesebenen. Het bevat de standaard onderdelen zoals een koker, knie, pilon en voet. Wel zijn deze allemaal toegespitst op het gebruik onder de douche.

Zo is de koker alleen op belangrijke steunpunten gericht, voor de rest is de koker “open”. Op deze manier kan de stomp gemakkelijk gewassen worden. De diameter van de koker kan met twee stelbanden aangepast worden. Dit is te vergelijken met de sluiting van een veiligheidshelm.

De knie heeft een vaststelling, dit betekent dat deze tijdens het lopen op slot zit en gebogen kan worden op het moment dat men wil gaan zitten. Dit ter bevordering van het praktisch gebruik.

De pilon is in hoogte verstelbaar en de voet is rond zodat deze vanuit alle posities goed afrolt. De “enkel” bestaat uit een kogelgewricht met een minimale uitslag. Op deze manier kunnen oneffenheden op de vloer gepasseerd worden, maar blijft men toch stabiel staan.

Voordelen

- *De koker is open, waardoor de stomp goed gewassen kan worden.*
- *De voet beweegt licht mee, hierdoor kunnen drempels en oneffenheden worden opgevangen.*
- *De knie heeft een vaststelling, hierdoor kan men stabiel lopen en toch makkelijk gaan zitten.*
- *De prothese is makkelijk schoon te houden door de eenvoudige vormgeving.*

Nadelen

- *De vraag is of de koker niet voor grote drukpunten gaat zorgen op de stomp.*
- *De koker lijkt nog te “scherpe” randen te hebben, waardoor de stomp kan beschadigen.*

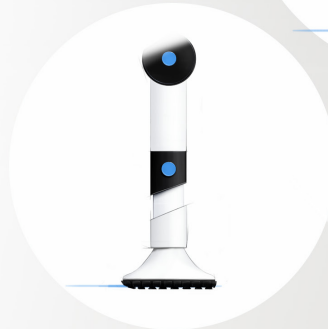




Dit concept betreft een kunststofbeen dat qua maten geschikt is voor 95% van alle potentiële gebruikers. De verschillende onderdelen zijn in dimensies verstelbaar en zijn allen geschikt voor onder de douche.



Verstelbare koker, gemaakt van stevig kunststof met een zachte afwerking voor de huid. Open ontwerp zodat stomp goed gewassen kan worden en de stomp steunt af op ergonomisch verantwoorde plekken.



Knie met vaststelling, deze klinkt automatisch op slot en is met één druk op de knop in flexibele stand terug te brengen. Zo is zowel lopen als zitten mogelijk met deze prothese.



Pilon die in lengte verstelbaar is, deze kan afgesteld worden op de lichaamslengte van de gebruiker.

Flexibele voet met antislipzool. Voorziet goed in het ondersteunen tijdens het lopen over gladde vloeren die enigszins aflopen, zoals douchevloeren.

4.5 Feedback

Tijdens feedbacksessies zijn de drie concepten voorgelegd aan patiënten en medewerkers van Revalidatiecentrum Roessingh. Voor zover als mogelijk zijn dezelfde personen benaderd, die ook tijdens de eerdere interviews input hebben geleverd. Dit omdat zij weten welke punten toen besproken zijn. Het doel van deze feedbacksessies was inzicht te krijgen in wat men wel en niet goed vindt aan de verschillende concepten. Op basis van de input uit de sessies is een vertaalslag gemaakt naar een herontwerp, die beschreven staat in hoofdstuk vijf. In deze paragraaf wordt een samenvatting gegeven van de verkregen feedback, in appendix H staat van alle feedbacksessies een complete uiteenzetting.

Uit de feedbacksessies zijn per concept voor- en nadelen gefilterd. De belangrijkste zijn reeds opgesomd op de voorgaande pagina's. De aanvullende input wordt hier benoemd. Er is bijvoorbeeld gekeken naar wat men vindt van de vormgeving en kleurstellingen van de huidige drie concepten. Voor alle drie is eenzelfde stijl aangehouden. Dit betreft een vrij steriele en simpele vormgeving. Dat is gedaan omdat men tijdens de interviews heeft aangegeven dat de vormgeving van onderschikt belang is. De punten "veilig, praktisch en hygiënisch" werden toen als meer van belang genoemd. Tijdens de feedbacksessies bleek dan men hierin niet van me-

ning was veranderd. De vormgeving werd daarom als zeer geschikt beschouwd. De kleuren roepen een gevoel van hygiëne op en men begreep direct waar de blauwe knoppen voor dienden.

Per concept is de volgende input gefilterd:

Concept één werd door de meeste ondervraagden als verrassend beschouwd. Het principe van een opblaaskoker werd goed ontvangen, mede doordat dit een gevoel van "prettig zitten" oproept. Wel zijn de ringen een puntje van aandacht even als de grote voet. De ringen zijn lastig schoon te houden en daarbij moeten veel handelingen verricht worden om de juiste lengte in te stellen. De voet lijkt zeer stabiel om op te staan, echter riep het soms de vraag op of dit ook geldt tijdens het lopen.

Concept twee kwam voor veel ondervraagden als een "onverwacht" ontwerp. De meeste personen zaten met het standaard beeld van een "beenprothese" in hun gedachte. Een concept met wielen wijkt daar van af. Echter zagen velen er wel de voordelen van in. Het feit dat er gemakkelijk gewisseld kan worden tussen staan en zitten wordt als erg praktisch gezien. Wel werd opgemerkt dat het "wijdbeens" op een zadel gaan zitten terwijl men naakt is misschien als onprettig ervaren kan worden, met name voor vrouwen die hulp krijgen van derden tijdens het douchen. Het gebruik van wielen

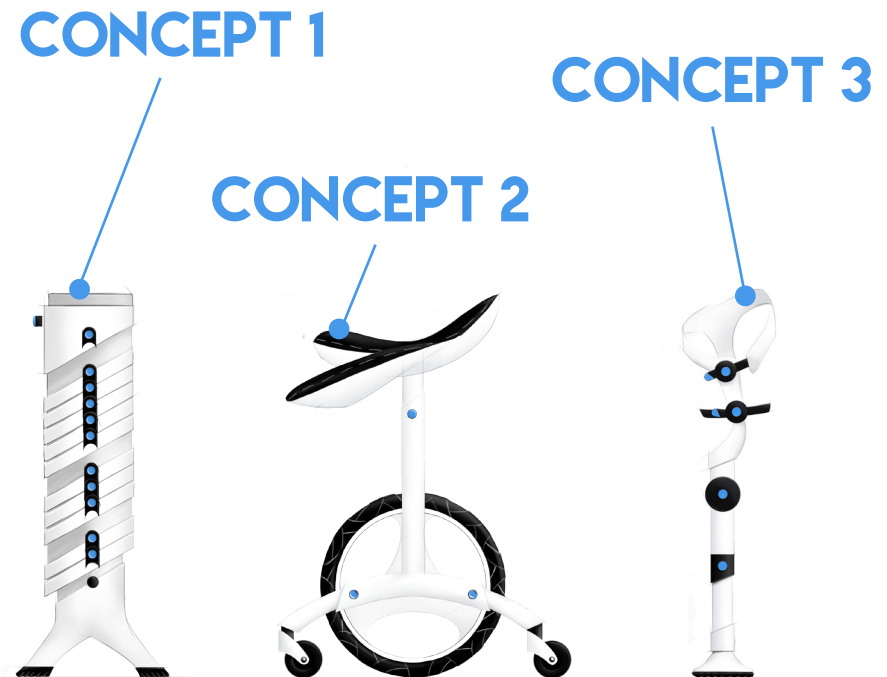
roept bij de meeste personen een gevoel van onstabiliteit op. Eén van de ondervraagden noemde dat het een idee zou kunnen zijn om een handsteun toe te voegen, dit geeft bij veel mensen al een grote toename van stabiliteitsgevoel.

Concept drie past het best binnen het referentiekader van de meeste personen. Dit idee riep daarom ook de minste vragen op bij de mensen. De iets beweegbare voet lijkt een goed idee te zijn. Elke vloer heeft wel een drempeltje of ongelijkheid, dit wordt daardoor goed opgevangen. Cosmetisch gezien werd deze prothese eleganter gevonden dan concept één. Wel had men vraagtekens bij de vorm van de open koker. Er komen nogal wat krachten op de stomp te staan en het zou zo kunnen zijn dat de huidige vorm van de koker verkeerde drukpunten met zich meebrengt. Het gebruik van de knie werd net als tijdens de interviews ook nu als overbodig beschouwd.

Op de vraag wat men uiteindelijk de beste oplossing vindt, met de kanttekening dat de concepten ook gecombineerd kunnen worden en dat in alle dimensies nog dingen aangepast kunnen worden, droeg de meerderheid een combinatie tussen concept één en concept drie aan. Hierbij is men van mening dat een opblaasbare koker, zoals bij concept één, zeer geschikt is, mede doordat verschillende stompdiktes goed kunnen worden opgevangen en de stomp

niet met harde materialen in aanraking komt. Van concept drie worden juist de voet en pilon geschikt geacht. Door de eenvoud van de pilon is deze makkelijk in lengte verstelbaar en goed schoon te houden. De voet oogt veilig en comfortabel in gebruik.

Vanuit de patiënten en medewerkers van Revalidatiecentrum Roessingh is zeer veel bruikbare feedback ontvangen. Zowel impliciete informatie als concrete voorstellen tot verbetering zijn voorbij gekomen. Dit alles is meegenomen en verwerkt in een herontwerp. Dit herontwerp zal in hoofdstuk vijf verder besproken worden.

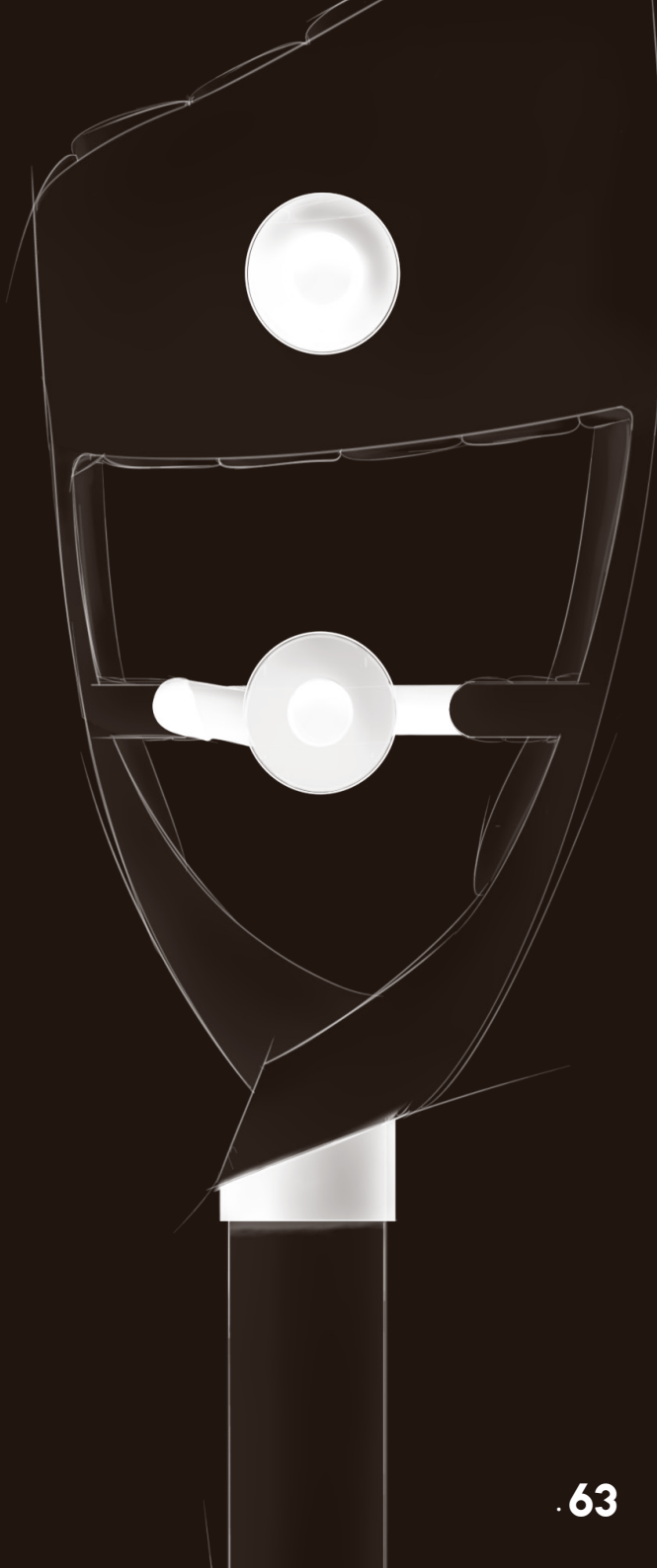
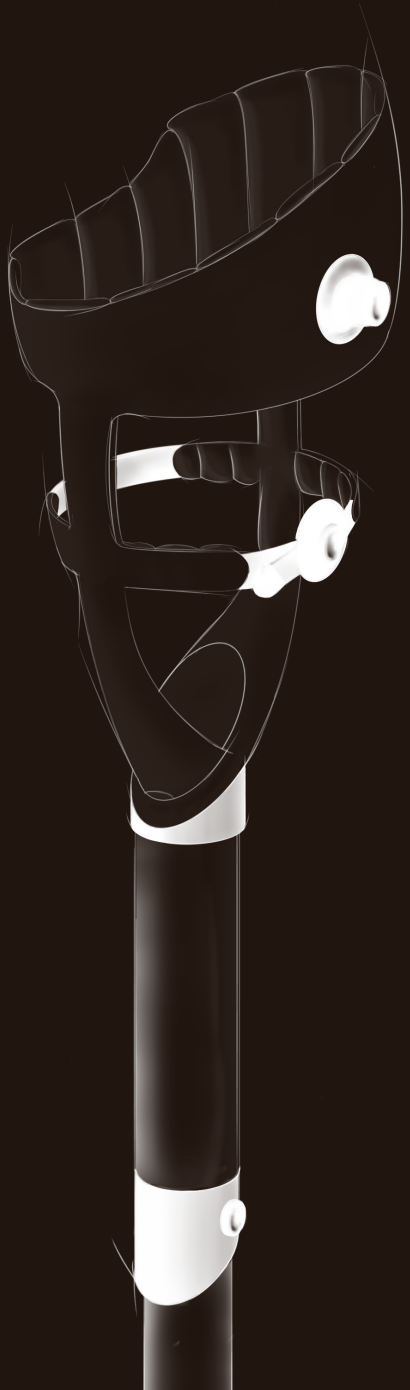


Figuur 4.1

5. ONTWERP

In hoofdstuk vier zijn de drie gegenereerde concepten gepresenteerd en is verslag gedaan van de feedback die afkomstig is van de potentiële gebruikers. Deze feedback is verwerkt en heeft geleid tot een herontwerp van de prothese.

In dit hoofdstuk zal deze vertaalslag worden toegelicht en gepresenteerd. Ter visuele ondersteuning bevat appendix I een grote afbeelding van het herontwerp.



5.1 Vertaalslag

Uit de feedbacksessies is gebleken dat de algehele uitstraling van de verschillende concepten goed ontvangen werd. De concepten zijn daarom als basis gebruikt voor het uiteindelijke herontwerp. Hierbij is de kleurstelling en uitstraling van het product één op één overgenomen van de concepten. Op pagina 66 staat een afbeelding van het herontwerp even als in appendix I.

De punten waar de gebruiker dimensies in kan stellen, worden ook in het herontwerp gevormd door blauwe “knoppen”. Men gaf aan dit een duidelijke en praktische bediening te vinden. “Letterlijk één druk op de knop” werd er tijdens een van de feedbacksessies gezegd. Bovendien roept de kleur blauw een positief en vertrouwd gevoel op.

De kleur wit werd beschouwd als hygiënisch en geschikt voor toepassing bij een doucheprothese, daarom wordt deze kleur ook gebruikt bij het herontwerp.

De belangrijkste input uit de verkregen feedback is dat men een combinatie tussen concept één en concept drie het meest geschikt acht voor een uiteindelijke doucheprothese. Dit komt deels door het gevormde beeld dat mensen hebben van bestaande prothesen, waar deze concepten beter tussen

passen dan concept twee. Natuurlijk is het dan aan de ontwerper om men er van te overtuigen dat concept twee uiteindelijk wel het meest effectief zou kunnen zijn.

Echter kleven er enkele grote nadelen aan concept twee, deze staan beschreven op pagina 54. Deze nadelen zijn deels op te lossen door ontwerpaanpassingen te doen. Maar nadat deze nadelen en de voordelen van concept twee zijn vergeleken met de voor- en nadelen van concept één en drie is geconcludeerd dat een combinatie tussen concept één en drie toch een betere optie is.

De combinatie tussen de voorkeuren van de geïnterviewden en de afweging van de voor- en nadelen van ieder concept heeft dus uiteindelijk geresulteerd in een ontwerp dat gevormd is door delen van concept één en drie te combineren.

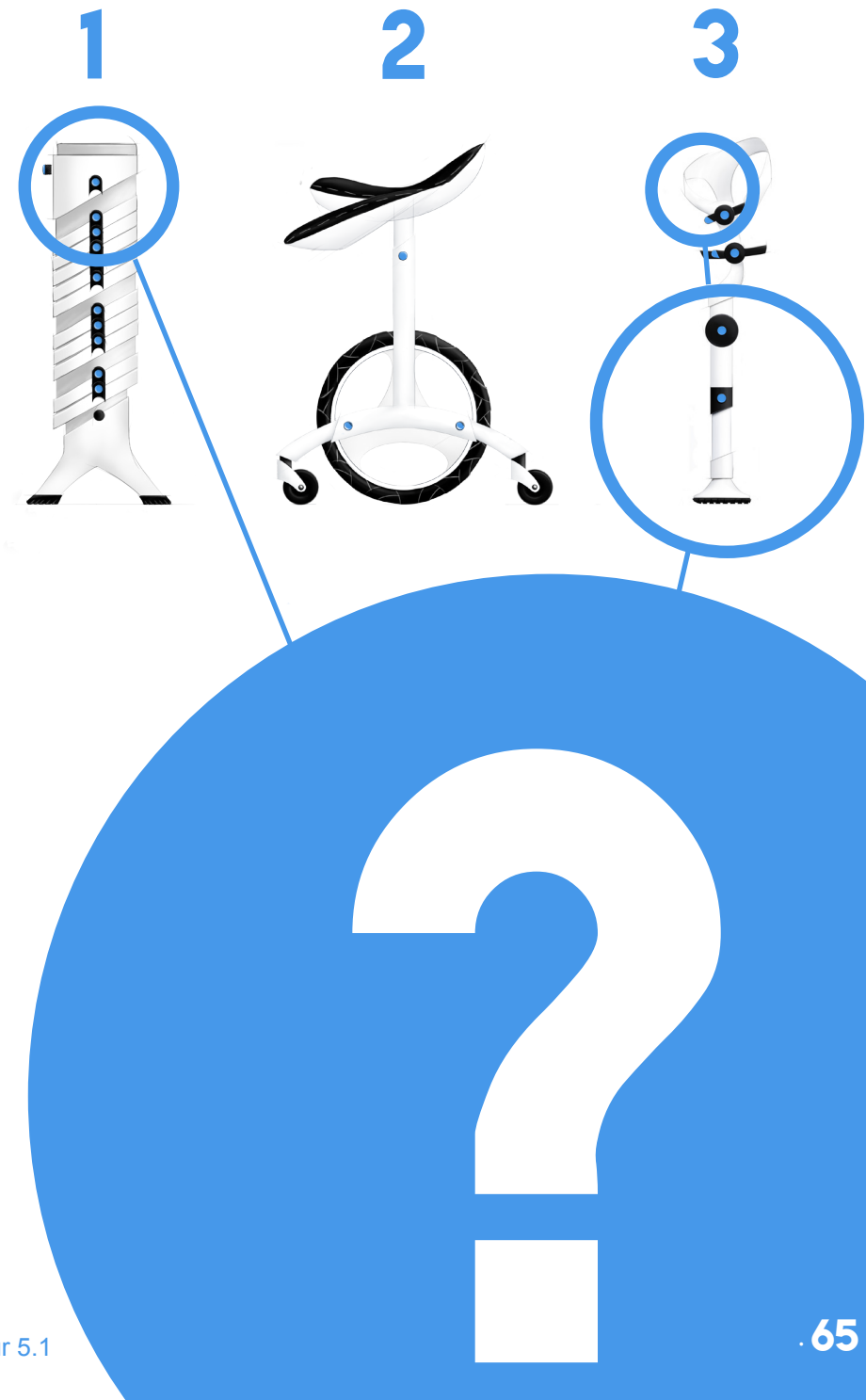
Het opblaasbare karakter van de koker van concept één is door de ondervraagden als zeer positief bestempeld. Bovendien kan hiermee goed een “uni-fit” koker geproduceerd worden. De kokervorm van concept drie is daarentegen geschikter voor onder de douche. Dit komt doordat hier de stomp tijdens het douchen gewassen kan worden. Er is voor gekozen een combinatie te maken tussen deze twee, waardoor een opblaasbare koker is ontstaan die deels open is. Om drukpunten anders te verdelen

heeft de koker een aangepaste vorm gekregen zoals te zien is op de volgende pagina.

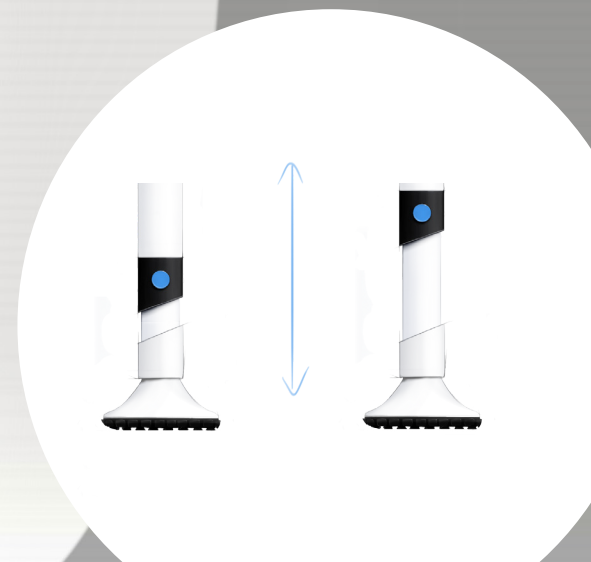
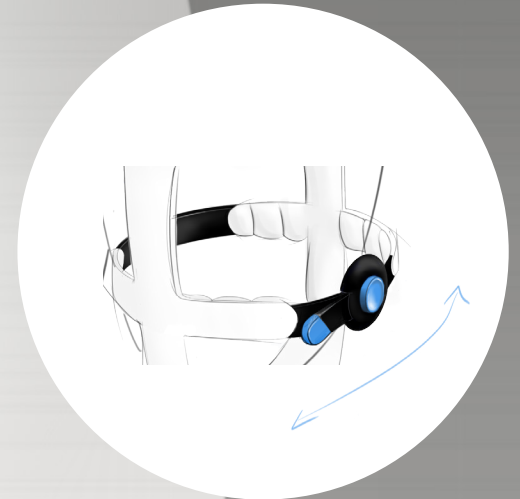
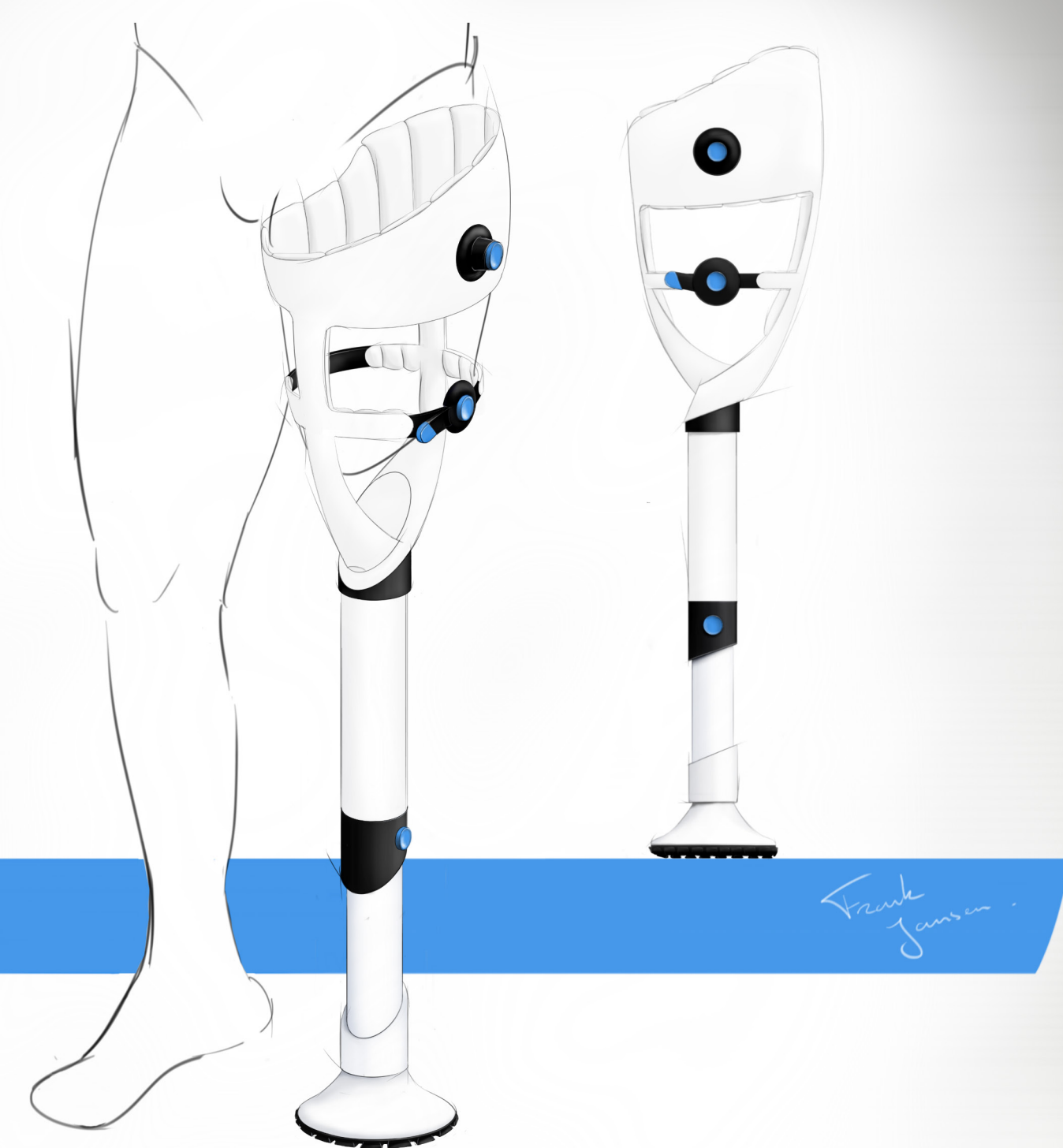
Daarnaast is tijdens de interviews uit de analysefase aangegeven dat een knie in de doucheprothese overbodig is. Tijdens de feedbacksessies is dit nog eens bevestigd. Er is daarom (in eerste instantie) gekozen om een knie in het herontwerp achterwege te laten. Het grootste deel van de gebruikers zal goed in staat zijn een gestrekt prothesebeen aan te trekken. Ook tijdens het gaan zitten zal dit bij de meesten geen probleem opleveren.

De rest van het onderste deel van concept drie, de simpel verstelbare pilon en ronde anti-slipvoet die in de enkel licht beweegbaar is, werd tijdens de feedbacksessies als praktisch en goed schoon te maken aangeduid. Bovendien werd de term “cosmetisch fraai” hier aan gekoppeld. Dit deel wordt daarom één op één overgenomen in het herontwerp.

Op de volgende pagina staat het herontwerp verder visueel uitgewerkt met tekst en uitleg.



Figuur 5.1



5.2 Herontwerp

Hiernaast is het uiteindelijke herontwerp afgebeeld. Zoals in paragraaf 5.1 is vermeld is de koker gevormd uit een combinatie tussen de concepten één en drie. Om te beginnen is de koker opgebouwd uit twee ringen. Dit is afgeleid van koker van concept drie. Als aanpassing is de bovenste ring gesloten. De insnoering van de stomp hoeft niet meer met een verstelbare sluiting maar gaat op basis van druk die gecreëerd wordt door meerdere luchtcompartimenten aan de binnenkant van de koker. Bijkomend voordeel daarvan is dat het geheel steviger wordt. Aangezien men afsteunt op het zitbeen zorgt dat voor grote krachten op de bovenste ring. Met dit ontwerp worden deze krachten goed opgevangen.

De onderste kleine ring is wel verstelbaar middels een stelsysteem, dat vergelijkbaar is met de sluiting van een veiligheidshelm. Dit is gedaan zodat men iets meer stevigheid kan creëren mocht de luchtdruk alleen niet genoeg zijn voor de inklemming van de stomp. Bovendien wordt zo de bewegelijkheid van de stomp in de zijrichtingen gelimiteerd wat zorgt voor meer stevigheid tijdens het lopen en staan. De koker in het geheel zal in maten S, M, L en XL verkrijgbaar zijn om verschillende stompdiameters optimaal op te vangen..

Een andere aanpassing die is gedaan is het plaat-

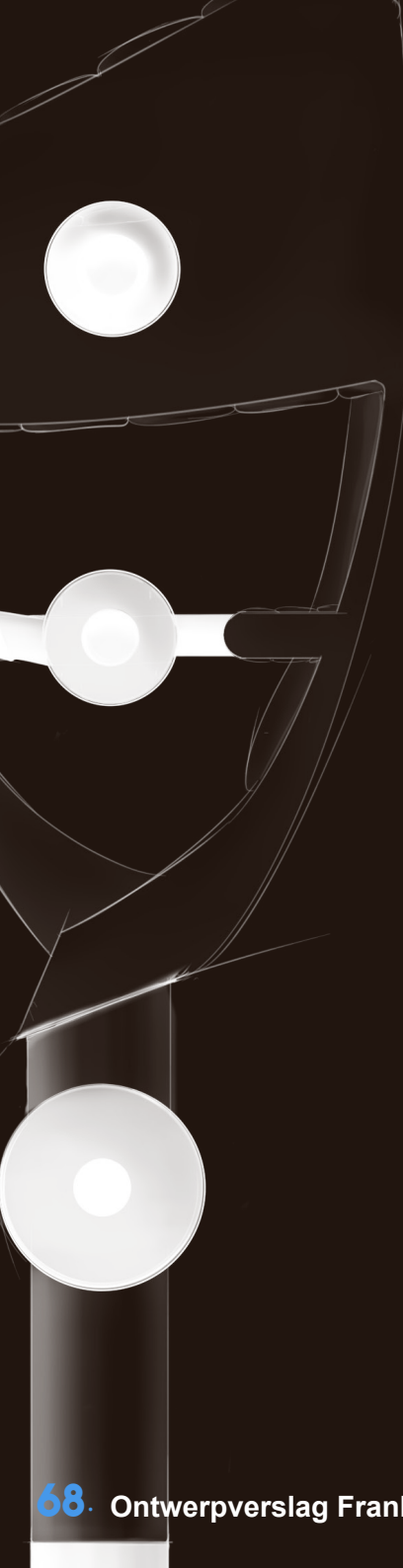
sen van verticale verbindingen aan de buik en rugzijde in plaats van aan de zijkanten. De gedachte hierachter is dat tijdens het lopen meer krachten werken in deze richtingen. Die worden met deze vormgeving beter opgevangen en zorgen voor meer stabiliteit.

De koker is open wat maakt dat de belangrijke delen van de stomp goed te wassen zijn tijdens het douchen, dit is een groot voordeel voor de gebruiker.

Zoals beschreven in de vorige paragraaf is een knie in dit ontwerp niet meegenomen. Het gedeelte onder de koker bestaan nu uit een verstelbare “stelt”.

De voet is zoals genoemd overgenomen van concept drie.

Dit ontwerp is in veel opzichten verbeterd ten opzichte van de drie voorgaande concepten. Natuurlijk zijn er nog veel dingen die specifieker en dieper bekeken moeten worden. Hierbij kan gedacht worden aan materiaalkeuze, verbindingen tussen deze materialen, exacte dimensies, productietechnieken, etc. Deze dingen dienen goed te gebeuren, tijdens de drie maanden dat aan deze opdracht is gewerkt was daar niet genoeg tijd voor, er zijn daarom in hoofdstuk zeven aanbevelingen gedaan die hier verder op ingaan. Daarnaast is in hoofdstuk zes nog een aantal extra ontwerpen en voorstellen gedaan die aansluiting vinden bij het eindontwerp.

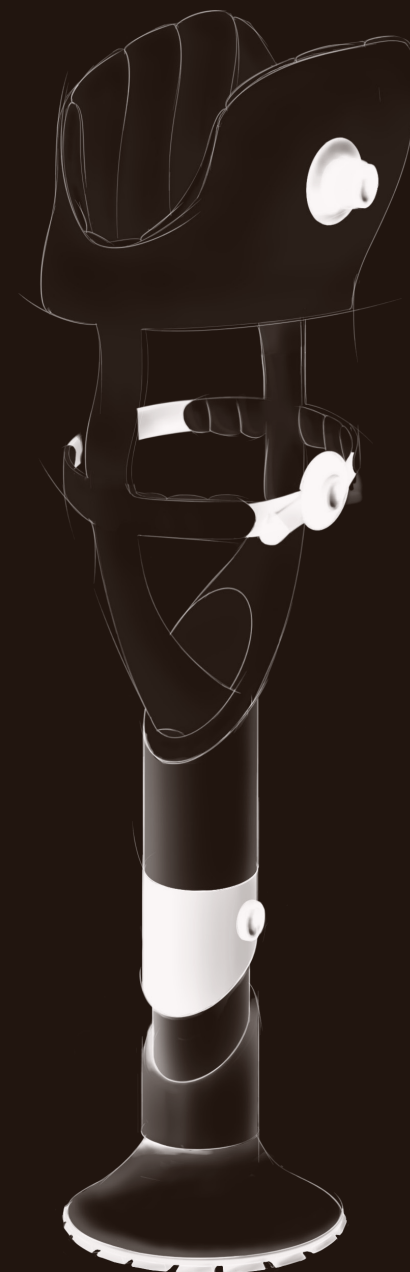
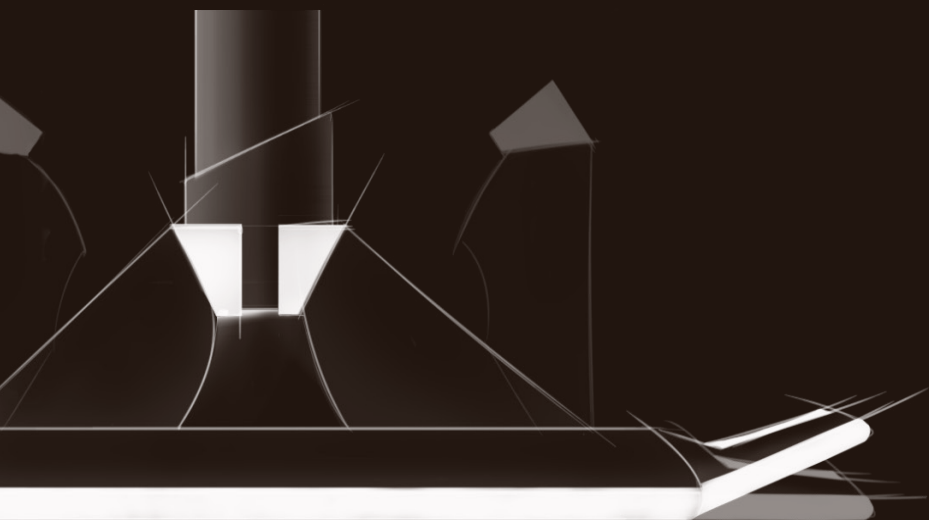


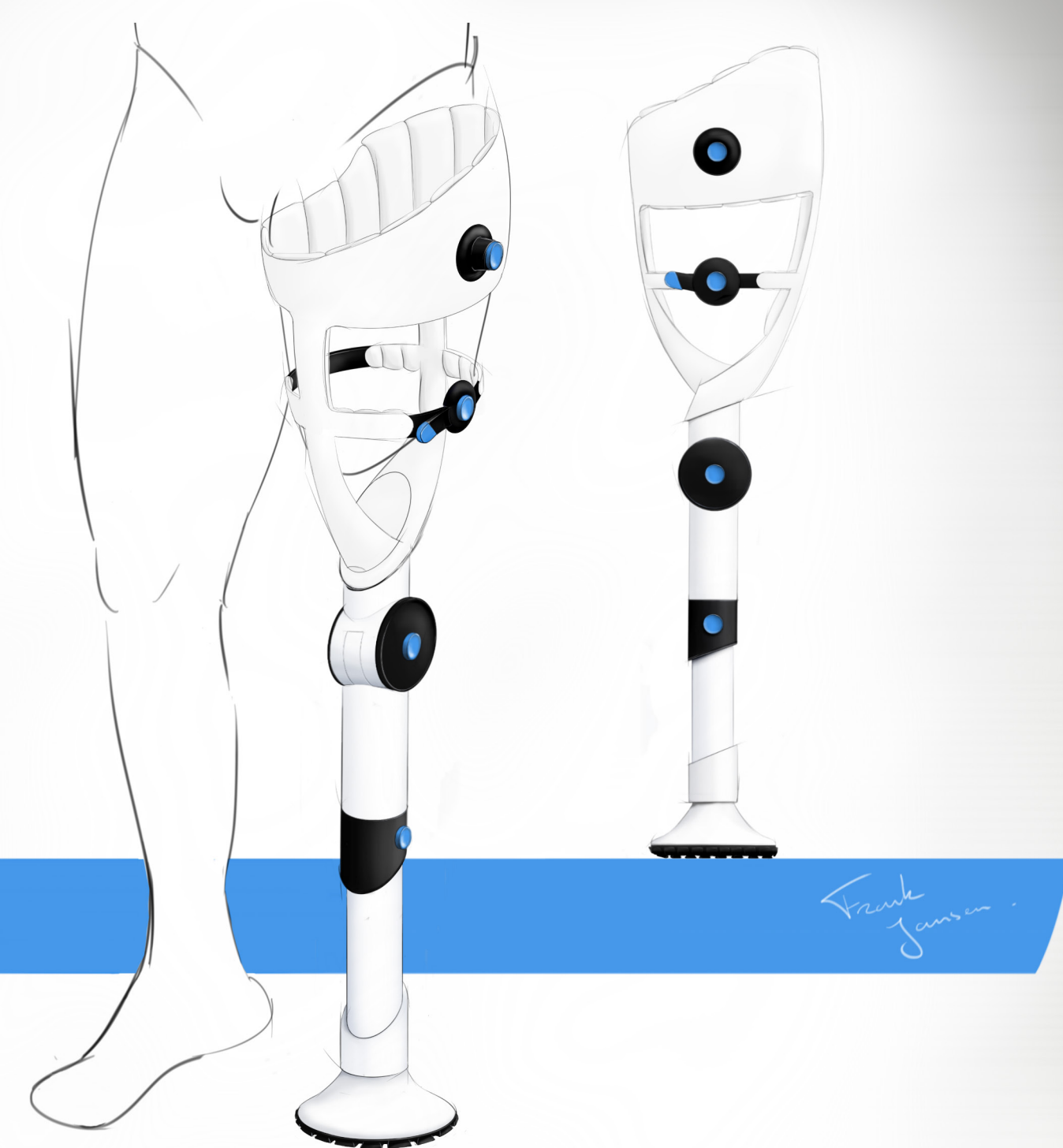
6. EXTRA'S

Het ontwerp uit hoofdstuk vijf voorziet in de behoeften tijdens het staand douchen voor mensen met een bovenbeenamputatie. Echter omdat de doelgroep een vrij grote spreiding in leeftijd kent wordt er in dit hoofdstuk een extra optie met knie voorgesteld, met name voor de oudere generatie. Dit brengt met zich mee dat de prothese modulair kan worden opgebouwd.

Een vervolgstap die hierop goed aansluit is het betrekken van onderbeengeamputeerden. Mensen met een onderbeenamputatie douchen min of meer op dezelfde wijze als bovenbeengeamputeerden, namelijk zittend. Zij hebben vaak ook een behoefte om staand te douchen. In dit hoofdstuk zal daarom een voorstel gedaan worden voor een doucheprothese die geschikt is voor deze doelgroep.

Tot slot is gekeken naar een oplossing met betrekking tot het opbergen van de prothese.





6.1 Met knie

Gedurende het ontwerpproces is de keuze voor wel of geen knie meerdere malen overwogen. Tijdens de analysefase kwam uit interviews naar voren dat de gebruikers een knie niet zozeer nodig vinden.

Tijdens de feedbacksessies met de patiënten en medewerkers van Revalidatiecentrum Roessingh bleek dat zij niet van deze mening waren afgeweken.

Echter uit de doelgroepanalyse van paragraaf 2.4 is geconcludeerd dat de leeftijdsspreiding binnen de primaire doelgroep vrij groot is. Het grootste deel van de doelgroep is daarbij ouder dan vijftig jaar. Zoals gezegd valt hier geen harde fysieke gesteldheid aan te koppelen, maar doorgaans hebben deze mensen, ook wanneer zij “gezond” zijn, meer moeite met bepaalde fysieke inspanningen. Het douchen is hiervan een voorbeeld. Wanneer men een beenamputatie heeft ondergaan wordt dit nog eens verder versterkt.

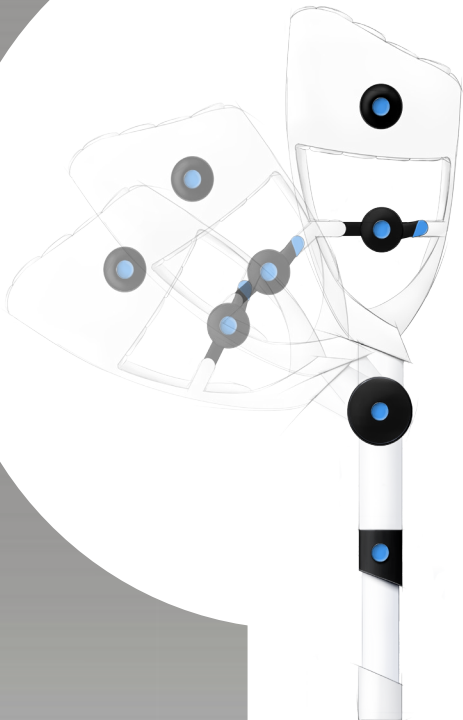
Het aantrekken van en opstaan met een prothese zonder knie is voor deze mensen extra zwaar.

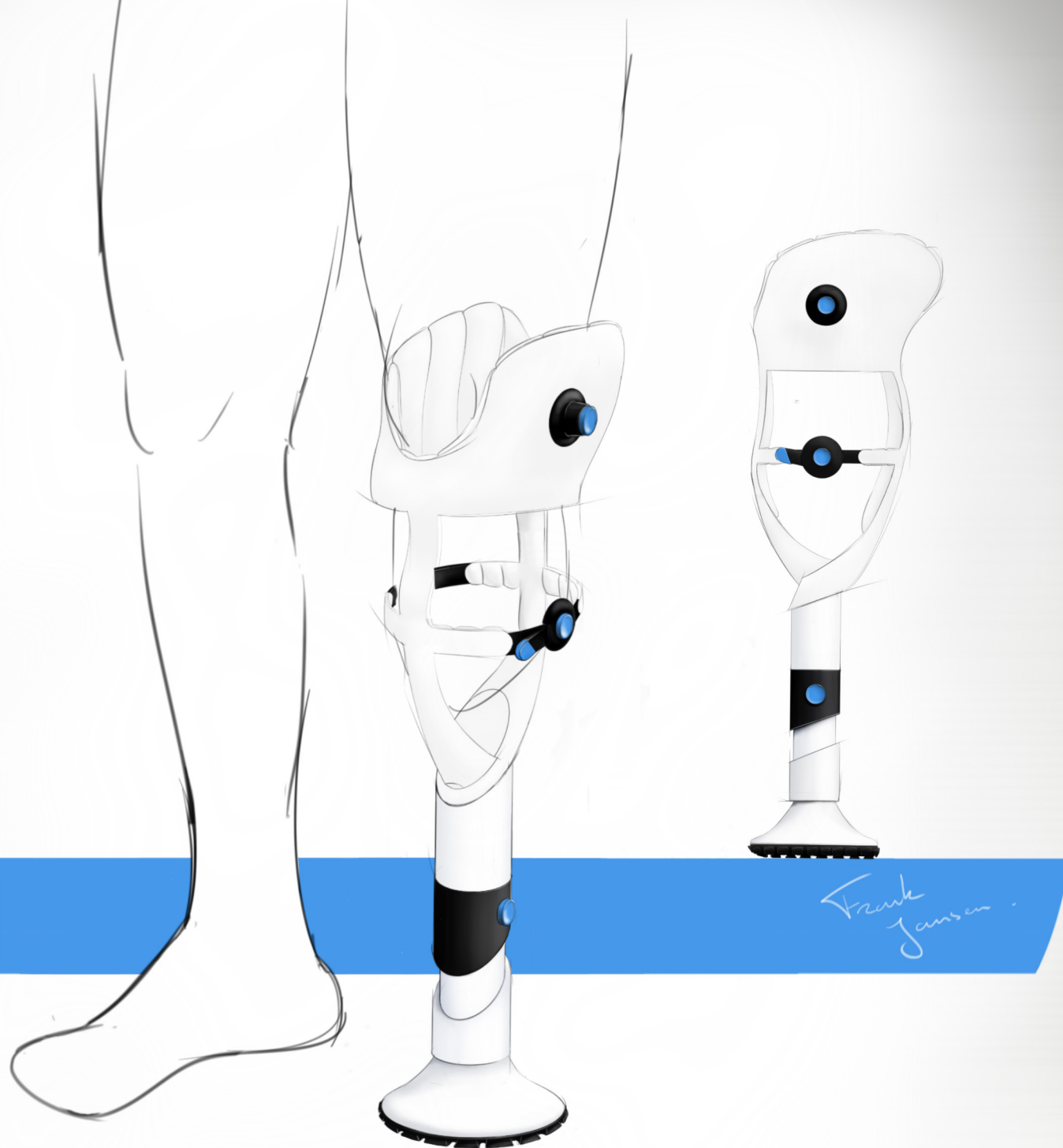
Om dit probleem op te vangen wordt voorgesteld om modulair te gaan werken. Er kan daarbij gedacht worden aan een koker die te combineren is met en zonder knie.

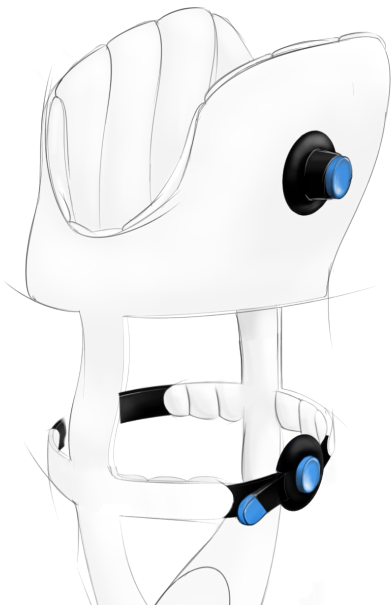
De knie zal dan een vaststelling hebben, die op slot zit wanneer men opstaat en dus het been strekt. op deze manier zal het been tijdens het lopen gestrekt blijven. Op het moment dat men de blauwe knop op de knie indrukt zal de knie buigbaar zijn en kan men eenvoudig gaan zitten. Dit vergemakkelijkt het aantrekken van de prothese, maar ook het opstaan en gaan zitten.

Qua uitstraling hoeft er voor de verschillende leeftijden geen onderscheid te worden gemaakt. De oudere generatie wil bij het dragen van een dagelijkse prothese, vaker dan de jongere generatie, een cosmetisch-realistisch been. Echter onder de douche is een dergelijke uitstraling voor deze generatie niet van belang. Wel moeten zij het gevoel hebben veilig te kunnen staan en lopen.

De vormgeving is gebaseerd op andere zorggerelateerde producten zoals in de collage van bijlage E is weergegeven. De vormgeving sluit daarom goed aan bij het geven van dat veilige gevoel.







6.2 Onderbeen

Dit project is toegespitst op de groep van bovenbeengeamputeerden en niet op onderbeengeamputeerden. In de eerste plaats is dit gedaan omdat dit zo gesteld is in de opdrachtomschrijving, maar ook omdat er voor onderbeengeamputeerden al oplossingen bestaan. Denk hierbij aan de prothese van Orthodesign op bladzijde 33.

Echter de groep met bovenbeengeamputeerden is relatief klein. In verhouding zijn er veel meer onderbeengeamputeerden. Op dit moment douchen deze personen meestal zittend op een douchestoel, ook zij hebben vaak een grote behoefte om staand te kunnen douchen.

Wanneer modulair wordt gewerkt kan deze groep er gemakkelijk bij betrokken worden. De koker moet aangepast worden op een onderbeenstomp, maar de voet kan met een verkorte pilon precies hetzelfde blijven als bij de bovenbeenprothese.

Voor een potentiële producent zal dit daarom een interessante inslag kunnen zijn. Doordat de groep van onderbeengeamputeerden een stuk groter is wordt daarmee de potentiële markt meteen ook een stuk groter.

Er zal daarbij goed gekeken moeten worden wat de eisen zijn voor een onderbeenprothese. De belangrijkste steunpunten van een onderbeenkoker zitten bijvoorbeeld net onder de knie, op die plek kan de koker zodanig vorm gegeven worden dat ook hier opblaasbare compartimenten kunnen worden toegepast. Verder zal hier nog dieper op in gegaan moeten worden in het vervolgproces.

De verdere vormgeving en kleurstelling kan in dezelfde stijl blijven als de bovenbeenprothese. Op deze manier blijven ze nauw met elkaar verbonden en ontstaat een modulaire productfamilie.



Frank Jansen



6.3 Opbergsteun

Tot nu toe is vooral gekeken naar wat de prothese moet kunnen wanneer deze in gebruik is. Echter wanneer men niet doucht moet de prothese ook een plek krijgen.

Het opbergen van de doucheprothese zou op vele manieren kunnen worden opgelost. Tijdens de ideefase zijn hier al enkele ideeën voor bedacht, zie daarvoor Appendix D.

Uiteindelijk is gekozen voor een opbergsteun, die hiernaast is afgebeeld. Een dergelijke opbergsteun zorgt er voor dat de prothese rechtop kan worden opgeborgen. Teven kan op deze manier het laatste beetje douchewater naar beneden lekken en worden opgevangen in de steun. Het fungeert dus meteen als lekbak.

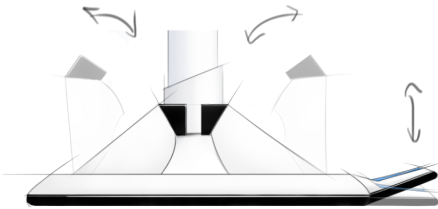
De steun werkt volgens een inklemsysteem dat vergelijkbaar is met dat van een skibinding. Op het moment dat de prothesevoet op de steun naar beneden wordt gedrukt zullen twee klemmen om de voet sluiten en boven de beweegbare enkel het been vast grijpen. Op deze manier kan het been rechtop rusten.

Wanneer de gebruiker het been uit de steun wil halen kan met de intacte voet op het blau-

we pedaal gedrukt worden. De twee klemmen zullen zich openen en het been kan nu uit de steun genomen worden.

De steun kan in de slaapkamer naast het bed gezet worden, zodat men daar gemakkelijk de prothese kan aantrekken. Een andere optie zou kunnen zijn hem in de badkamer te plaatsen alwaar men een transfer maakt van de doucheprothese naar bijvoorbeeld de rolstoel of de dagelijkseprothese.

Doordat zowel bij de twee bovenbeenprothesen als bij de onderbeenprothese dezelfde voet wordt toegepast is de steun voor beide producten geschikt.



7. CONCLUSIE

In dit hoofdstuk wordt op een rij gezet wat er tot nu toe bereikt is in de drie maanden durende periode waarin er aan de opdracht gewerkt is.

Het hele proces is in te delen in een aantal hoofdfasen. Deze fasen zijn min of meer chronologisch doorlopen in dit verslag, natuurlijk vindt er in de praktijk overlap plaats.

Grofweg kan gezegd worden dat begonnen is met een fase waarin verschillende analyses zijn gedaan, die input hebben gegenereerd voor de ideefase. In deze fase zijn simpele ideeën bedacht om tot een oplossing te komen voor het doucheprobleem. Na deze ideefase zijn de ideeën verder uitgewerkt tot concepten. Deze zijn voorzien van feedback door verschillende partijen en op basis daarvan is een (voorlopig) herontwerp gegenereerd, dat is aangevuld met een aantal extra modulaire opties.



AANBEVELING

Naast het geven van de conclusie worden er in dit hoofdstuk ook verschillende aanbevelingen gedaan. Deze aanbevelingen zijn bedoelt als uitgangspunten voor het verdere ontwerpproces.

De aanbevelingen hebben betrekking op het ontwerp van de prothese zelf zoals deze tot nu toe uitgewerkt is, maar ook op zaken als materiaalkeuze en productie technieken die nog niet uitgewerkt zijn.

7.1 Conclusie

In de periode van maart tot en met juni van 2015 is gewerkt aan het ontwerpproces, zoals in dit verslag is gepresenteerd. Van tevoren is hierbij een ontwerpdoel vastgesteld. In paragraaf 1.1.2 van de inleiding is deze beschreven als volgt:

“Het doel van deze opdracht is het ontwerpen van een concept voor een waterbestendige beenprothese, die mensen met een bovenbeenamputatie veilig ondersteunt tijdens het douchen. Het resultaat moet in ieder geval een concept op papier zijn. Indien er genoeg tijd is zal ook getest worden met een prototype.”

Om deze doelstelling te behalen is gestart met een analysefase. Waarin naar een aantal ontwerppijlers is toegewerkt. Vanuit verschillende perspectieven, zoals vanuit de gebruiker, de opdrachtgever, maar ook vanuit de huidige prothesemarkt, is gekeken naar de eisen ten aanzien van een geschikte oplossing voor het doucheprobleem. Uiteindelijk zijn op basis hiervan ontwerppijlers opgesteld, deze zijn te omschrijven in de drie woorden: “Veilig, Praktisch en Hygiënisch”.

Er is vervolgens gezocht naar ideeën die het doucheprobleem zouden kunnen oplossen en op basis

van deze ontwerppijlers zijn deze ideeën gecombineerd tot drie conceptvoorstellen. De vormgeving van deze concepten is daarbij gebaseerd op een sfeercollage die tevens aansluit bij de drie genoemde ontwerppijlers.

Om een goed onderbouwde vervolgstap te kunnen maken in het ontwerpproces zijn deze concepten ter feedback voorgelegd aan zowel primaire als secundaire gebruikers. Met de verkregen kritiek is vervolgens een herontwerp gemaakt.

Een extra checkpunt is gerealiseerd door dit herontwerp voor te leggen aan de orthopedisch instrumentenmaker van het Roessingh. De feedback die hieruit naar voren kwam is meegenomen in de aanbevelingen van de volgende paragraaf.

Met de uitkomst van het herontwerp kan nu terug worden gekomen op de hoofddoelstelling zoals deze beschreven staat in de inleiding, daarbij kan geconcludeerd worden dat deze voor het grootste deel is gehaald. Er is namelijk een basis concept “op papier” uitgewerkt.

Er is echter niet toegekomen aan het testen in de praktijk met een prototype. Omdat van tevoren niet goed kon worden ingeschat of er in de periode van drie maanden genoeg tijd zou zijn om dit te realiseren was dit als mogelijke optie toegevoegd aan de

doelstelling. In de praktijk bleek er weinig tijd over om fysiek dingen te testen of een prototype uit te werken.

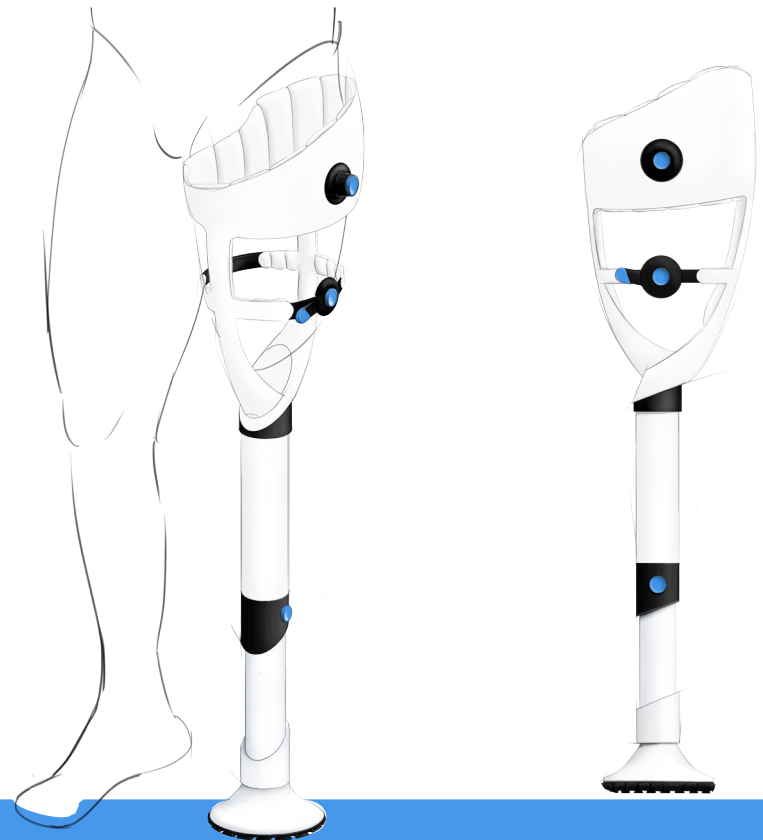
Gezien de korte tijd die over was hadden voorbereidingen op deze tests heel snel getroffen moeten worden, waarmee de kans op het over het hoofd zien van belangrijke dingen significant aanwezig was. Dit zou hebben geleid tot nutteloze resultaten. Bovendien werd vanuit RRD aangegeven dat testen met “echte” patiënten van het Roessingh normaliter niet over één nacht ijs gaat. Het Roessingh heeft een reputatie hoog te houden, tests moeten daarom altijd tot in detail voorbereid worden.

Met deze wetenschap is daarom besloten het gehele project puur conceptueel te houden, waarbij de tijd is gestoken in het maken van extra ontwerpvoorstellen. Op deze manier is een afgeronde beginfase uitgewerkt. Het afgeleverde werk biedt daarbij goede handvatten voor bijvoorbeeld een vervolgopdracht voor een andere student. Deze persoon kan verder gaan met het uitwerken van tests en toewerken naar een prototype dat vervolgens uitvoerig getest kan worden met patiënten. In de volgende paragraaf zullen daarvoor enkele aanbevelingen worden gedaan.

Om terug te komen op de essentie van de opdracht kan gesteld worden dat een conceptontwerp is voor-

gesteld dat op een veilige, praktische en hygiënische manier mogelijkheden biedt, voor mensen met een bovenbeenamputatie, om staand te douchen.

Het concept biedt mogelijkheden om in een vervolgtraject meer in detail te worden uitgewerkt en daarbij in de praktijk te worden getest. In de nu volgende paragraaf zullen hiervoor enkele aanbevelingen worden gedaan.



7.2 Aanbeveling

Het eindontwerp uit hoofdstuk vijf is ter feedback voorgelegd aan de orthopedisch instrumentenmaker van Revalidatiecentrum Roessingh. De Instrumentenmaker is degene die de prothese aanmeet bij de patiënt. In Appendix J staat een volledige uitwerking van de feedback die hij gegeven heeft.

op basis van die feedback en de eigen inzichten zijn verschillende aanbevelingen opgesteld die in deze paragraaf doorlopen worden.

7.2.1 Ontwerp

Het ontwerp zelf zal op enkele punten nog aangepast moeten worden. Deels kan dit op papier, maar veel dingen zullen in de praktijk getest moeten worden om daarover meer duidelijkheid te krijgen. De prothese wordt van boven naar beneden doorgenomen waarbij onderweg de verbeterpunten zullen worden behandeld.

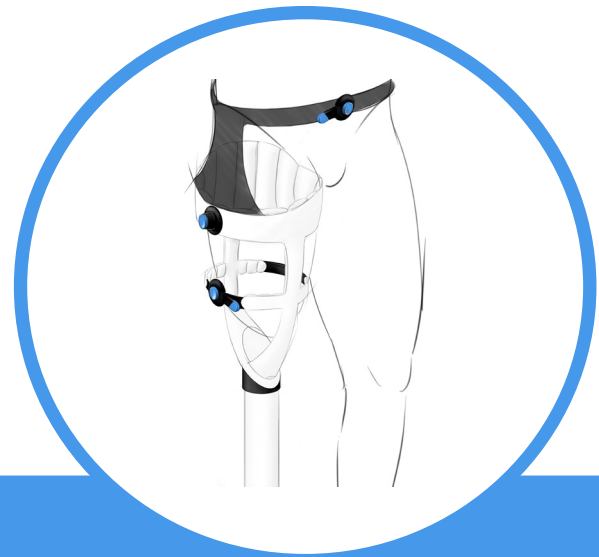
*Om te beginnen zal verder bekeken moeten worden welke vorm en welk volume de luchtcompartimenten precies moeten krijgen. Hierbij moet naar een balans gezocht worden tussen:

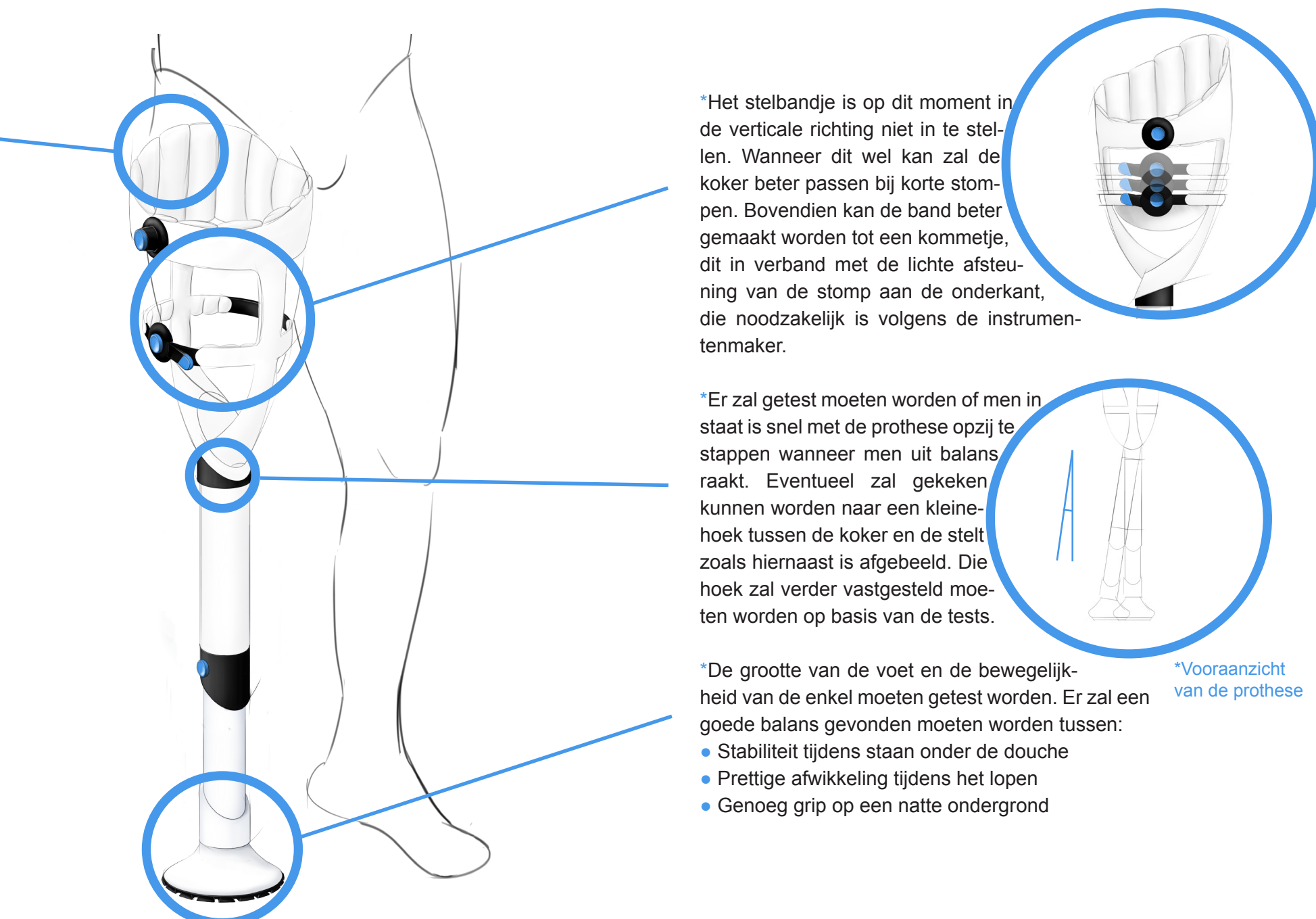
- Genoeg druk om de stomp in te klemmen
- Prettig zitten
- Zo min mogelijk bewegelijkheid van het prothesebeen ten opzichte van de stomp (Dit geeft anders

instabiliteit) Zoals genoemd zal er gewerkt gaan worden met kokers in standaard maten, in de vorm S, M, L en XL. De compartimenten zullen daarom hier op aangepast moeten worden.

*Wanneer het automatisch opblazen van de compartimenten niet voor genoeg druk zorgt kan een klein handpompje worden toegepast zoals ook het geval is bij de Drypro van bladzijde 32 en 33, alleen in plaats van vacuüm te trekken zal nu het laatste beetje lucht worden ingepompt.

*Mocht na testen blijken dat met alleen de druk van de luchtcompartimenten de prothese toch niet goed blijft zitten dan kan overwogen worden een klein heupkoort toe te voegen, dit heeft echter niet de voorkeur omdat dit extra handelingen met zich mee brengt tijdens het aan- en uittrekken.





Figuur 7.1

7.2.2 Technische uitwerking

Gedurende dit ontwerpproces is het product nog niet technisch uitgewerkt. Er moet bijvoorbeeld nog naar het materiaal gebruik worden gekeken. Hier is te weinig vooronderzoek naar gedaan om harde aanbevelingen over te doen.

Maar logischer wijs zal voor de luchtcompartimenten een relatief zacht materiaal moeten worden toegepast, dat goed schoon te houden is. Hoogstwaarschijnlijk zal dit een kunststof gaan betreffen.

De koker zelf zal van een harder materiaal gemaakt moeten worden, wat eveneens goed schoon te houden is. Wellicht bestaat er een mogelijkheid om deze te vervaardigen middels 3D-printen.

De pilon en de voet zouden van een kunststof gemaakt kunnen worden, maar op dit moment worden pilonnen vaak van een metaal als aluminium gemaakt. Wellicht zou dit in een juiste constructie een betere en of goedkopere oplossing kunnen zijn.

In het vervolgtraject zullen stijfheid en sterkte berekeningen en tests uit de praktijk input geven over de vormgeving van de verschillende onderdelen. Metname de pasvorm van de koker is moeilijk te beredeneren, hiermee zal waarschijnlijk in de praktijk getest moeten worden. De resultaten die hieruit

voort komen zullen daarbij de materiaalkeuze voor een groot deel sturen.

De wijze van produceren gaat gepaard met de materiaalkeuze. Zoals genoemd in de bedrijfsanalyse van paragraaf 2.1 heeft RRD zelf niet de kennis in huis om dit te begeleiden. Het is daarom verstandig om ofwel met de universiteit ofwel met een marktpartij te bekijken hoe dit product daadwerkelijk gefabriceerd kan worden. Belangrijk daarbij is niet te vergeten dat de prijs relatief laag blijft. Vanuit de patiënten kwamen wisselende antwoorden op de vraag hoeveel geld zij zouden willen betalen voor een dergelijke prothese. Dit liep uiteen van 300 tot 900 euro. Om in de buurt te blijven van deze verkoopprijs moeten willicht enkele versimpelingen worden gedaan in de vormgeving, een marktpartij met kennis van zaken zou daarbij goede input kunnen geven. Belangrijk is wel de veiligheid, het praktisch gebruik en de hygiëne niet uit het oog te verliezen.

Om het gehele concept aantrekkelijker te maken voor investeerdes of marktpartijen zou gekeken kunnen worden naar extra toepassingen met betrekking tot modulen. Op deze manier zou toegevoegd kunnen worden naar een complete modulaire lijn.

Ook de modulaire opbouw moet technisch nog worden uitgewerkt. Bijvoorbeeld de manier waarop de onderdelen aan elkaar worden bevestigd. Er moet een afweging gemaakt worden in hoeverre de gebruiker dit zelf kan doen of dat een orthopedisch instrumenten maker hierbij betrokken wordt. Idealiter zal de patiënt dit alles zelf in elkaar moeten kunnen zetten, echter in de praktijk kan het verstandig zijn hier een instrumentenmaker bij te betrekken.

Wanneer de modulaire opbouw wordt toegepast en men onderbeengeamputeerden daarbij gaat betrekken zal meer onderzoek gedaan moeten worden naar de eisen ten aanzien van een onderbeenkoker. De vormgeving van het voorstel zoals het in hoofdstuk zes is getekend is gebaseerd op afbeeldingen van huidige onderbeenkokers. De vormgeving is verder niet gebaseerd op drukpunten, dit zal goed beken moeten worden.

7.2.3 Extra opmerkingen

Tot slot is er nog een extra aanbeveling die losstaat van het uiteindelijke ontwerp, maar die gebaseerd is op bevindingen die tijdens het proces gedaan zijn. Het betreft hier het tweede concept uit hoofdstuk vier, de step die hiernaast nogmaals is afgebeeld.

Dit concept is vrij snel afgevallen op basis van de feedback en de nadelen die er mee gepaard gaan

wanneer deze wordt toegepast als douchehulp. Echter zagen verschillende personen wel potentie in dit ontwerp.

De fysiotherapeut van Revalidatiecentrum Roesingh zag hierin een geschikte toepassing voor beengeamputeerden die zich moeten verplaatsen van bijvoorbeeld een kleedkamer naar een zwembad.

Ook de orthopedisch instrumentenmaker was zeer te spreken over dit concept. Met een aanpassing aan het zadel zou dit product een goed revalidatiehulpmiddel kunnen zijn voor patiënten met een CVA (beroerte). Wellicht dat dit concept een basis kan vormen voor een project dat hierop inspeelt.



LITERATUUR

- [1] Geertzen, J.H.B., Amputatie en prothesiologie van de onderste extremiteit, Boom Lemma, Den Haag, 2008.
- [2] Sveinsdóttir, H.S., 2014, Effects of different prosthetic knees on the gait pattern of persons with unilateral knee disarticulation or transfemoral amputation, Master Thesis, Enschede, Nederland: Universiteit Twente, Faculty of Engineering Technology.
- [3] Linde, Van Der, H., Geertzen, J.H.B., Hofstad, C.J., Limbeek, Van, J. and Postema, K., Prosthetic prescription in the Netherlands: an observational study, Prosthet. Orthot. Int., vol. 27, no.3, pp. 170-178, 2003.
- [4] Hartog, W., Hilgers, A., De historie van de bovenbeenprothese, Ontwikkeling van het non-microprocessor en het microprocessor gestuurde kniecomponent en de invloed op de fysiotherapeutische revalidatie. ,HBO Bachelor Thesis, Instituut Bachelor Fysiotherapie, De Hogeschool van Amsterdam, Amsterdam, Nederland, 2011.
- [5] Wilson, A.B.Jr., Hydraulics and Above-Knee Prosthetics, Clinical Prosthetics & Orthotics, vol. 7, no 4, p.p. 3-4, 1983.
- [6] Protocol verstrekingsproces beenprothesen., Stuurgroep Protocollering en Prijssystemathiek Prothesen, 2010.
- [7] <http://www.ottobock.nl/prothesen/beenprothesen/> [geraadpleegd op 06-04-2015]
- [8] <http://www.ossur.nl/Prosthetic-Solutions/Knieen-en-benen> [geraadpleegd op 06-04-2015]
- [9] Eger, A., Productontwerpen, Boom Lemma, Den Haag, 2010

VEILIG
PRAKTISCH
HYGIENISCH



