

# VERSLAG BACHELOR OPDRACHT

UNIVERSITEIT TWENTE.

Naam: Laurens Kemp  
Opdracht: Gebruiksaspecten en Productdesign Orbitale Lasmachine  
Bedrijf: PenWeld b.v.  
Begeleider UT: Dr. ir T.H.J. Vaneker  
Begeleider bedrijf: René van Wieringen  
Datum: Oktober 2009

“Een goede las is afhankelijk van een goede voorbereiding”

## VOORWOORD

Voor u ligt het verslag van mijn Bachelor Opdracht. De Bachelor Opdracht is uitgevoerd als afronding van de bacheloropleiding Industrieel Ontwerpen aan de Universiteit Twente.

De Bachelor Opdracht waarvan u nu het verslag in handen heeft, is uitgevoerd voor het bedrijf PenWeld. Dit bedrijf in oprichting zal een nieuwe generatie orbitale lasmachines gaan ontwikkelen, produceren en verkopen. Deze Bachelor Opdracht richt zich op het ontwerpen van (een deel van) een concept voor een orbitale lasmachine. Vanuit PenWeld is de Bachelor Opdracht begeleid door de directeur van PenWeld, René van Wieringen. Vanuit de Universiteit Twente heeft Tom Vaneker de opdracht begeleid.

Hierbij wil ik beide begeleiders bedanken voor de hulp bij het uitvoeren van deze Bachelor Opdracht. René van Wieringen heeft in de dagelijkse begeleiding het gehele project richting gegeven en heeft gezorgd voor een goede aansluiting van dit project op de ideeën van PenWeld. Daarnaast heeft hij geholpen bij het tot stand komen van veel ideeën en het vormen van het eindresultaat van deze opdracht. Tom Vaneker heeft het gehele proces vanuit de universiteit bijgestuurd, gestroomlijnd en heeft bovendien klaar gestaan met advies over ontwerpbeslissingen en andere belangrijke zaken rondom het uitvoeren van de opdracht.

Laurens Kemp

Oktober 2009

## INHOUDSOPGAVE

Voorwoord .....	2
Inhoudsopgave .....	3
Samenvatting .....	6
Verklarende woordenlijst .....	7
Hoofdstuk 1: de Opdracht.....	9
1.1 Inleiding .....	10
1.2 Achtergrondinformatie over orbitaal lassen .....	10
1.2.1 Ontstaan van orbitaal lassen .....	10
1.2.2 Eigenschappen en werkingsprincipes van een orbitale lasmachine .....	11
1.2.3 Voordelen ten opzichte van handlassen .....	12
1.2.4 Toepassingsgebieden orbitaal lassen.....	12
1.2.5 Soorten orbitale lasmachines.....	13
1.3 Resultaten Plan van Aanpak .....	14
1.3.1 Actoranalyse en projectkader .....	14
1.3.2 Doelstelling .....	14
1.3.3 Centrale Vragen.....	15
1.4 Eisen en wensen vanuit de opdrachtgever .....	15
1.4.1 Verschuiving projectkader.....	15
1.4.2 Randvoorwaarden .....	17
Hoofdstuk 2: Opdrachtanalyse .....	18
2.1 Inleiding .....	19
2.2 Schematisch Overzicht .....	19
2.3 Doelgroepanalyse.....	25
2.4 Marktonderzoek .....	25
2.5 Vormgevingsonderzoek .....	28
2.5 Vormgevingsonderzoek .....	28
2.6 Conclusies en aanbevelingen voor het conceptontwerp.....	30
2.6.1 Conclusies Schematisch overzicht .....	30
2.6.2 Conclusies Doelgroeponderzoek .....	30

2.6.3	Conclusies Marktonderzoek.....	31
Hoofdstuk 3: Conceptontwerp .....		33
3.1	Inleiding .....	34
3.2	Totaaloverzicht componenten en features.....	34
3.3	Hipposluiting en lock-up mechanisme .....	35
3.3.1	Inleiding .....	35
3.3.2	Werkingsprincipe .....	35
3.3.4	Uitwerking gekozen werkingsprincipe.....	40
3.4	Colletmanagement.....	41
3.4.1	Inleiding .....	41
3.4.2	Maatvoeringen .....	41
3.4.3	Elbowcollets.....	43
3.4.4	Verbinden van collets.....	50
3.4.5	Opbergsysteem voor collets .....	53
3.4.6	Vergrendeling collets in de laskop .....	54
3.4.7	Materiaalgebruik .....	56
3.4.8	Conclusies colletmanagement .....	57
3.5	Vormgeving en topologisch concept.....	58
3.5.1	Inleiding .....	58
3.5.2	Vormevolutie.....	58
3.5.3	Totaalconcept .....	61
Hoofdstuk 4: Conclusies.....		63
4.1	Inleiding .....	64
4.2	conclusies.....	64
4.3	Reflectie.....	64
4.3	Aanbevelingen.....	65
Bijlagen.....		67
Bijlage I	Plan van Aanpak.....	68
Bijlage II	Schematisch overzicht complete orbitale lasmachine.....	77
Bijlage III	Presentatie Vormgevingsonderzoek .....	78
Bijlage IV	Automatische sluiting oplossing 1 .....	81
Bijlage V	Automatische sluiting oplossing 2.....	84

Bijlage VI	Siliconenrubber onderzoek .....	85
Bijlage VII	Voorbeelden elbowcollets .....	86
Bijlage VIII	Onderzoek ergonomie .....	87

In dit verslag wordt onderscheid gemaakt tussen hoofdstukken, paragrafen, deelparagrafen en koppen. Deze zijn als volgt opgebouwd:

## X HOOFDSTUK

### X.X PARAGRAAF

#### X.X.X DEELPARAGRAAF

##### KOP

Bijlages worden met Romeinse cijfers genummerd en bevatten geen genummerde paragrafen of deelparagrafen.

Afbeeldingen worden per paragraaf of deelparagraaf genummerd, met het nummer van de betreffende paragraaf of deelparagraaf gevolgd door een letter. De derde afbeelding in deelparagraaf 3.3.3 heeft daarom als afbeeldingsnummer 3.3.3.c.

## SAMENVATTING

Dit is een verslag van de Bachelor Opdracht van Laurens Kemp voor PenWeld b.v. Dit bedrijf in oprichting zal een nieuwe generatie orbitale lasmachines gaan ontwikkelen, produceren en verkopen. Deze opdracht behandelt het begin van het ontwerpproces van één van de modellen orbitale lasmachines die PenWeld gaat ontwikkelen, de PW-8. Een orbitale lasmachine is een apparaat dat buizen aan elkaar kan lassen en bestaat doorgaans uit een voedingsunit en een laskop. PenWeld heeft aangegeven een gesloten laskop in de PW-8 te willen verwerken die buizen van ongeveer 0,5” tot 2” zal moeten kunnen lassen. Aan de hand van een onderzoek naar achtergrondinformatie over orbitaal lassen en een schematisch overzicht zijn de onderdelen van een dergelijke laskop op een rij gezet. Deze onderdelen zijn een sluitingsmechanisme (hipposluiting en automatische lock-up), een tandheugel met daarop de elektrode en de benodigde aandrijving daarvoor, een koelsysteem, een interface, aan en afvoer van diverse media door een multifunctionele stekker en zogenaamde collets om de laskop op de te lassen buizen vast te klemmen. Met deze lijst van componenten is gekeken naar vergelijkbare producten die al op de markt zijn en is de lijst aangevuld met een automatisch sluitmechanisme en een kijkvenster met een lampje. De doelgroep van PenWeld voor dit apparaat is vastgelegd, dit is een volwassen beroepsbevolking (m/v) uit Europa, zonder benodigde professionele laskennis. In een vormgevingsonderzoek zijn de eisen en wensen van PenWeld onderzocht aan de hand van het onderzoeken van andere lasmachines en handbediende apparaten. Met deze set analyses is een totaaloverzicht gemaakt van de componenten en features die in de laskop geplaatst moeten worden. Gezien de beperkte tijd zijn slechts twee van deze features uitgewerkt, de hipposluiting en het automatische lock-up mechanische en het totaal van zaken dat met de collets te maken heeft, het colletmanagement. De hipposluiting is het bovenste deel van de laskop dat kan openen en sluiten om het apparaat rond de buizen te plaatsen. Deze zal uit twee helften bestaan zodat de operator de laskop eerst op de vaste buis kan klemmen en vervolgens op de buis die daarop vastgelast moet worden. Verder zal de hipposluiting automatisch dichtklemmen rondom de buizen door torsieveren. Vervolgens zal de vergrendeling van de laskop aan de buizen plaats vinden met behulp van een schroefspindel die de twee hipposluitingshelften aandrukt. De collets zullen met behulp van een systeem van balletjes en veertjes en een spoor in de laskop vergrendeld worden. De bij elkaar behorende collets kunnen geïdentificeerd worden aan de hand van een complementaire afbeelding. Bij het lassen van lasbochten zullen speciaal gevormde elbowcollets toegepast worden. Om te zorgen dat bij het gebruik hiervan de laskop correct geplaatst wordt, is er een uitlijnmethode uitgewerkt die gebruik maakt van een G-sensor om de hoek met de zwaartekracht te meten. De twee uitgewerkte features zijn het meest vormbepalend. Daarom is er zonder dat alle features uitgewerkt zijn toch een vormgevingsmodel gemaakt dat alle onderdelen topologisch in een overzicht weergeeft. Aan het eind van het verslag zijn aanbevelingen opgenomen over het vervolg van de opdracht. Deze aanbevelingen zijn het verder uitwerken van de componenten, het uitwerken van de vormgeving, het onderzoeken van patenten, het uitwerken van producten dezelfde lijn en het uitwerken van de interface.

## VERKLARENDE WOORDENLIJST

Gedurende het verslag wordt er door middel van voetnoten verwezen naar deze verklarende woordenlijst.

Laskop	Het gedeelte van een orbitale lasmachine dat de operator in zijn hand houdt en waarmee de buizen aan elkaar worden gelast.
Voedingsunit	De behuizing met daarin de stroombron voor de laskop, de gasvoorziening, de koelwatervoorziening en de benodigde computerelementen voor het besturen van het lasproces. Met behulp van een slangenset is de voedingsunit aan de laskop gekoppeld.
Smeltbad	Het gedeelte van het werkstuk (de buis) waar tijdens het lasproces het metaal vloeibaar is. Het smeltbad vloeit mee met de elektrode.
Lasbocht	Een gebogen buiselement waarmee buizen onder een hoek aan elkaar verbonden kunnen worden. De meeste lasbochten hebben een hoek van 90 of 45 graden.
Colletset, collet	Een colletset is een set van twee halfronde metalen inzetstukken (collets) die in de laskop geplaatst kunnen worden om de diameter van het gat in de laskop om te vormen naar de diameter van de te lassen buis. Zie pagina 21 voor een uitgebreide uitleg.
Elbowcolletset	Een colletset met een speciaal gevormde binnenvorm zodat de collets op een gebogen buisdeel geklemd kunnen worden.
Hipposluiting/ hippoclamp	Het bovenste gedeelte van een laskop dat geopend en gesloten kan worden.
PW-8	De productnaam van de voedingsunit van de te ontwerpen lasmachine. Samen met de PW-8-H2 of de PW-8-H1 en een slangenset vormt de PW-8 een complete orbitale lasmachine.
PW-8-H2	De productnaam van de laskop waar deze opdracht over gaat. De kleinere variant van de PW-8-H2 is de PW-8-H1, die kleinere buisdiameters zal kunnen lassen. Zie pagina 17 voor details).
Stomplassen	Met stompassen (buttwelding) wordt het aan elkaar lassen van twee haaks afgekorte buizen die evenwijdig tegen elkaar aan geplaatst zijn bedoeld. De twee buizen worden op het vlak waar ze tegen elkaar komen aan elkaar vast gelast.



Tig Lassen	TIG-lassen staat voor Tungsten Inert Gas-lassen. Tungsten is de Engelse benaming van wolfram, het materiaal waarvan de laselektrode gemaakt is. De toevoeging IG geeft aan dat er gebruikt wordt gemaakt van een Inert Gas zoals helium of argon, om zuurstof te elimineren dat het metaal kan aantasten. Door de hoge smelttemperatuur van wolfram (3410°C) smelt de elektrode niet.
Toevoegmateriaal	Materiaal dat tijdens het lasproces wordt toegevoegd aan het smeltbad om voor voldoende materiaal te zorgen om een volledig sluitende las te maken. Toevoegmateriaal wordt vaak automatisch (van een spoel) toegevoegd. Het TIG-lasproces kan met en zonder toevoegmateriaal uitgevoerd worden.
Plasmaboog	Als de lucht tussen de twee polen van een stroombron geïoniseerd wordt kan er een plasmaboog ontstaan. In het geval van lassen zijn de twee polen van de stroombron de elektrode en het werkstuk dat gelast moet worden.
Duty Cycle	De tijd die nodig is voor het voltooien van een complete las.
Backinggas	Beschermgas dat aan de binnenzijde van de buis wordt ingebracht om daar het smeltbad te beschermen tegen oxidatie.

---

# HOOFDSTUK 1: DE OPDRACHT

## 1.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk wordt de Bachelor Opdracht ingeleid. In paragraaf 1.2 wordt allereerst achtergrondinformatie gegeven over orbitaal lassen, om zo een beeld te geven van hoe de techniek van het orbitaal lassen werkt, wat de toepassingsgebieden zijn en hoe orbitale lasmachines werken. Na deze algemene inleiding is in paragraaf 1.3 de totstandkoming van de opdracht beschreven door de resultaten van het Plan van Aanpak te geven. Nadat het Plan van Aanpak opgesteld is, zijn er nog een aantal belangrijke veranderingen in de opdracht doorgevoerd. Deze worden in paragraaf 1.4 beschreven. Met dit hoofdstuk is een basis gelegd voor een verdere uitvoering van de opdracht, beschreven in hoofdstuk 2 en 3.

## 1.2 ACHTERGRONDINFORMATIE OVER ORBITAAL LASSEN

### 1.2.1 ONTSTAAN VAN ORBITAAL LASSEN

De techniek van het orbitaal lassen is uitgevonden rond het jaar 1960. De vraag naar kwalitatief hoogwaardige lasverbindingen tussen buizen in het hydraulische systeem van ruimtevoertuigen vroeg om de ontwikkeling van een nieuwe techniek, omdat de benodigde kwaliteit en betrouwbaarheid door een menselijke lasser niet gehaald kon worden.

De oplossing werd gevonden in orbitaal lassen. Orbitaal lassen is in de basis het proces van TIG-lassen<sup>1</sup>. Hierbij vormt de lasser een plasmaboog<sup>2</sup> tussen de elektrode en het werkstuk. Met behulp van een inert beschermgas wordt voorkomen dat zuurstof uit de lucht het smeltbad aantast. Bij orbitaal lassen wordt de elektrode niet door een lasser gepositioneerd, maar roteert de elektrode geautomatiseerd rondom stationair geplaatste buizen. De stroom, gastoevoer, draaisnelheid en andere relevante parameters worden gereguleerd in een semiautomatisch controle proces (zie afbeelding 1.2.2.b voor een voorbeeld van een orbitale lasmachine).

In de jaren '80 werd het orbitaal lassen steeds meer gebruikt in andere takken van de industrie en kwamen er kleinere versies van orbitale lasmachines op de markt, die orbitaal lassen op locatie mogelijk maakten. Sinds de jaren '80 heeft de orbitale lasmachine zich ontwikkeld tot een steeds meer geautomatiseerd en universeel toepasbaar apparaat. Met behulp van computertoepassingen zijn de lasparameters tegenwoordig per situatie real time op te slaan en in te laden. Zodoende kan tegen een lagere prijs, een steeds grotere kwaliteit gegarandeerd worden.

---

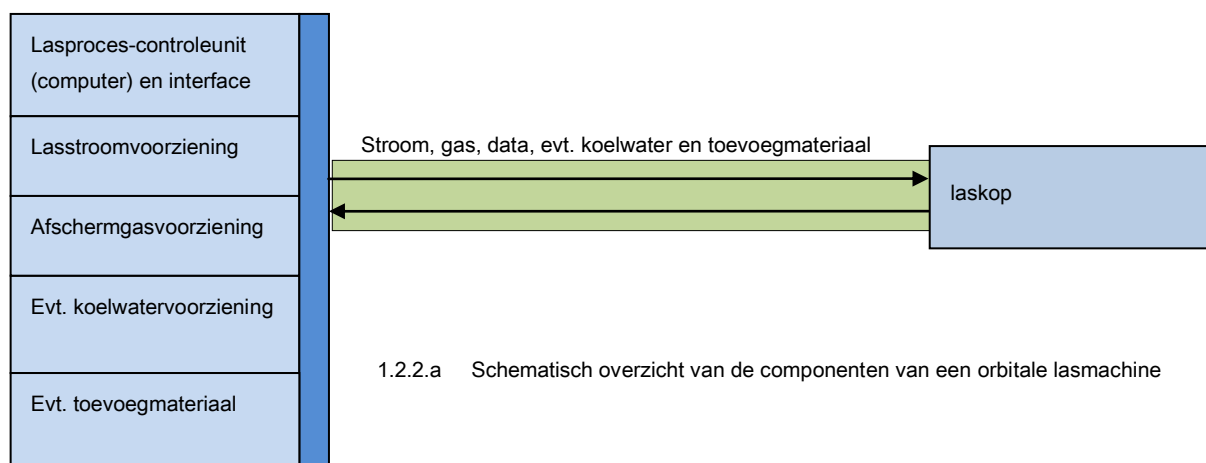
<sup>1</sup> Zie verklarende woordenlijst

<sup>2</sup> Zie verklarende woordenlijst

### 1.2.2 EIGENSCHAPPEN EN WERKINGSPRINCIPES VAN EEN ORBITALE LASMACHINE

Over het algemeen bestaat een orbitale lasmachine uit twee onderdelen. De voedingsunit<sup>3</sup> en de laskop<sup>4</sup>. Op de interface van de voedingsunit kunnen een groot aantal parameters ingesteld worden, die invloed hebben op het lasproces. Voorbeelden zijn: plasmabooglengte, grootte en frequentie van de (wissel)stroom, lassnelheid, gebruikt beschermgas, te lassen materiaal en warmtecondities. Deze interface stuurt de componenten in de voedingsunit en de laskop aan. In het onderstaande diagram (afbeelding 1.2.2.a) staat een schematisch overzicht van hoe de functies van een orbitale lasmachine verdeeld zijn.

Met behulp van één multifunctionele slang wordt de laskop voorzien van stroom, gas en koelwater en kan data tussen de laskop en de voedingsunit uitgewisseld worden. Zodoende heeft de laskop bewegingsvrijheid. In kleinere orbitale lasmachines kan deze slang enkele meters lang zijn en is de operator zeer flexibel in het bereiken van de plek waar de las gemaakt moet worden.



1.2.2.b, c Voorbeelden van orbitale lasmachines, bestaand uit een stroombron met daarop de interface en een laskop<sup>5</sup>

<sup>3</sup> Zie verklarende woordenlijst

<sup>4</sup> Zie verklarende woordenlijst

<sup>5</sup> Afbeeldingen: [http://www.polysoude.com/?spg=products/orbitalwelding/closedheads\\_mw.asp&lang=en](http://www.polysoude.com/?spg=products/orbitalwelding/closedheads_mw.asp&lang=en)

Als de laskop geplaatst is, wordt deze ingeschakeld en roteert de elektrode al lassend rondom de buizen. Als de buizen geheel rond zijn gelast, kan na het koelen van de las de laskop verwijderd worden en is de las voltooid. Om grote warmteontwikkeling in het werkstuk en de laskop te voorkomen wordt bij het orbitaal lassen van buizen soms gebruik gemaakt van pulserend lassen. Bij deze techniek wordt er snel afgewisseld tussen een grote stroom en een kleinere achtergrondstroom. Ook waterkoeling wordt gebruikt om de laskop af te koelen. Bij sommige laskoppen wordt er toevoegmateriaal<sup>6</sup> aan het smeltbad toegevoegd, om zo genoeg materiaal te hebben om een volledig sluitende las te maken tussen de twee buizen.

### 1.2.3 VOORDELEN TEN OPZICHTE VAN HANDLASSEN

De voordelen van een orbitale lasmachine ten opzichte van een lasser die de buizen met de hand aan elkaar last, liggen vooral op het gebied van kwaliteit, reproduceerbaarheid en kosten. Professionele lassers zijn schaars en daarom duurbetaald. Doordat de operator van een orbitale lasmachine geen professionele lasser hoeft te zijn maar wel nagenoeg dezelfde kwaliteit las kan produceren, is dit een economisch gunstiger alternatief.

Het behouden van een constante booglengte, een constante lassnelheid en het lassen in kleine ruimtes is met een orbitale lasmachine veel gemakkelijker dan bij handlassen. Ook hierdoor treedt tijdsbesparing en zodoende geldbesparing op. De reproduceerbaarheid is ook een voordeel. Als er veel lassen onder nagenoeg dezelfde omstandigheden gemaakt moeten worden kan er aan de hand van een aantal proeflassen een standaardinstelling van parameters gekozen worden en kunnen alle lassen hiermee gemaakt worden. Deze parameters kunnen vaak opgeslagen worden in het geheugen van de lasmachine en later weer gebruikt worden in een soortgelijke situatie. De lassen zullen kwalitatief minder van elkaar verschillen dan handgemaakte lassen. Zodoende kan het percentage van de lassen dat gecontroleerd moet worden om de hele serie goed te keuren verlaagd worden, omdat er meer zekerheid is dat de lassen kwalitatief vergelijkbaar zijn. Het controleren is een arbeidsintensief proces, dus bij minder controles zullen er ook kosten bespaard kunnen worden.

### 1.2.4 TOEPASSINGSGEBIEDEN ORBITAAL LASSEN

Aangezien orbitaal lassen een zeer hoge kwaliteit verbinding bewerkstelligt, is de techniek met name geschikt voor veeleisende toepassingsgebieden. De techniek werd uitgevonden voor het verbinden van buizen in de ruimtevaarttechniek, maar ook in de voedselindustrie kan het orbitaal lassen goed gebruikt worden. De gladde las die bereikt kan worden met een orbitale lasmachine zorgt voor een goede doorstroom van media. Er vindt geen ophoping achter de lassen plaats, wat een potentiële bron voor bacteriën zou kunnen zijn.

---

<sup>6</sup> Zie verklarende woordenlijst

Met de gebruikte lastechniek (TIG-lassen) kunnen zowel zeer kleine buisdiameters als zeer grote diameters gelast worden. Zodoende vindt de techniek toepassing in zowel on- en off-shore installaties als in de halfgeleider-industrie. Ook in de farmaceutische industrie en in nucleaire installaties is vraag naar kwalitatief hoogstaande lasverbindingen, zeker gezien de risico's en kosten die er verbonden zijn aan reparaties van een lasverbinding.



1.2.4.a Toepassing van een orbitale lasmachine in het lassen van buizen op een boorplatform

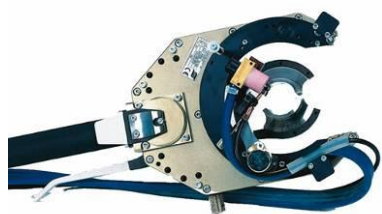
Door de hoge druk en temperaturen van bepaalde gassen en vloeistoffen in energiecentrales zijn orbitale lasverbindingen hier ook zeer geschikt, omdat door de uniforme las zeer grote krachten opgevangen kunnen worden.

Hoe meer de orbitale lasmachine industrie zich ontwikkelt, hoe meer toepassingsgebieden het vindt. Zo worden bijvoorbeeld ook buizen in boilers orbitaal gelast en investeren steeds meer kleinere machinebouwbedrijven of installatiebedrijven in een orbitale lasmachine.

Aangezien orbitaal lassen in essentie een vorm van TIG-lassen is, kunnen met deze techniek veel verschillende materialen gelast worden. Voorbeelden zijn (roestvrij) staal, titanium, koper, aluminium en diverse legeringen.

### 1.2.5 SOORTEN ORBITALE LASMACHINES

Laskoppen van een orbitale lasmachine worden doorgaans rondom de te lassen buizen geplaatst. Bij kleine buisdiameters wordt er gebruik gemaakt van een gesloten laskop; de laskop sluit zich om de buizen en klemt zich vast met behulp van collets<sup>7</sup>. De gesloten kamer die de collets vormen wordt gevuld met een inert beschermgas zodat de gehele lasprocedure plaatsvindt in een zuurstofloze omgeving. Voor grotere buisdiameters bestaan er open laskoppen. Hierbij wordt de lasmachine met een in diameter verstelbare automatische klem op één van de buisdelen geklemd. Deze laskoppen hebben een gasuitvoer rondom de elektrode en zorgen zodoende voor de eliminatie van zuurstof rondom de elektrode. Bij beide laskoppen wordt er ook aan de binnenzijde van de buis backinggas<sup>8</sup> ingebracht om ook daar de zuurstof te elimineren.



1.2.5.a De twee soorten orbitale lasmachine zoals hierboven beschreven: een open laskop met automatisch verstelbare klemming (links) en een gesloten laskop (rechts)<sup>9</sup>



<sup>7</sup> Zie verklarende woordenlijst

<sup>8</sup> Zie verklarende woordenlijst

<sup>9</sup> Afbeeldingen: [http://products.esabna.com/EN/home/welding\\_automation](http://products.esabna.com/EN/home/welding_automation)

## 1.3 RESULTATEN PLAN VAN AANPAK

Als voorbereiding op het uitvoeren van de Bachelor Opdracht is er een Plan van Aanpak geschreven. Hierin is duidelijk gemaakt waar de opdracht over gaat, wie erbij betrokken zijn, wat het doel van de opdracht is en wat de opdracht omvat. Ook is in het Plan van Aanpak beschreven hoe de doelstelling van de opdracht bereikt kan worden en met welke middelen in welk tijdsbestek. Het Plan van Aanpak is gebaseerd op de opdrachtschrijving vanuit PenWeld en het kennismakingsgesprek met PenWeld. Het complete Plan van Aanpak kan op zichzelfstaand gelezen worden en is terug te vinden in bijlage Deze paragraaf geeft de belangrijkste resultaten weer.

### 1.3.1 ACTORANALYSE EN PROJECTKADER

Penweld is een bedrijf in oprichting dat zich wil gaan richten op het ontwikkelen van een nieuwe generatie orbitale lasmachines. Op dit moment beschikt PenWeld nog niet over bedrijfsruimte of producten die ze reeds ontwikkeld en/of verkocht hebben. Penweld beschikt wel over patenten die het mogelijk maken technisch unieke orbitale lasmachines te gaan ontwikkelen. Als eerste zal PenWeld zich richten op de ontwikkeling van een middelgroot model lasmachine, de PW-8. Tijdens deze Bachelor Opdracht zal worden gezocht naar mogelijke concepten voor de PW-8.

### 1.3.2 DOELSTELLING

*“Het doel van deze Bacheloropdracht is het ontwerpen van een concept voor een orbitale lasmachine om metalen buizen aan elkaar te lassen, voor de opdrachtgever PenWeld. De nadruk in de opdracht ligt op gebruiksaspecten, ergonomische aspecten, interface en hanteerbaarheid en vormgeving die past bij de gewenste stijl van de opdrachtgever en aansluit bij de toekomstige gebruiker. Het technische gedeelte van het concept bestaat al en valt zodoende buiten de opdracht. Er zal bij het ontwerpen van het concept echter wel rekening moeten worden gehouden met het inpassen van de technische componenten. Het resultaat van de opdracht is geen volledig productplan, maar er moet bij het conceptontwerp al wel enigszins rekening worden gehouden met produceerbaarheid en kostprijs. Het concept kan door de opdrachtgever worden gebruikt als basis voor de verdere productontwikkeling en het op de markt zetten van een nieuwe orbitale lasmachine.”*

### 1.3.3 CENTRALE VRAGEN

- Wat zijn de eisen en wensen van PenWeld ten aanzien van het te ontwerpen concept voor een orbitale lasmachine?
- Wat zijn de eisen en wensen van de toekomstige gebruikers aan het te ontwerpen concept voor een orbitale lasmachine?
- Wat zijn de eigenschappen wat betreft vormgeving, ergonomie, interface, transport en inpassing van het technische ontwerp van vergelijkbare orbitale lasmachines die al op de markt zijn?
- Wat zijn mogelijke concepten t.a.v. gebruiksaspecten en vormgeving van de orbitale lasmachine?

Deze centrale vragen zijn opgedeeld in deelvragen, die antwoord geven op de centrale vragen. Deze deelvragen zijn terug te vinden in het Plan van Aanpak in bijlage I.

## 1.4 EISEN EN WENSEN VANUIT DE OPDRACHTGEVER

In hoofdstuk 1.3.2 is de doelstelling van de Bachelor Opdracht beschreven, zoals deze is vastgelegd in het plan van Aanpak. Naast de genoemde doelstelling is er door PenWeld een aantal andere belangrijke zaken aangegeven, die het te ontwerpen apparaat verder definiëren. Hierdoor wordt het ontwerpkader aangepast, verfijnd en geconvergeerd.

### 1.4.1 VERSCHUIVING PROJECTKADER

Het grootste verschil met het Plan van Aanpak is het projectkader van de opdracht: in het Plan van Aanpak werd er vanuit gegaan dat de technische componenten (proof of concept) al ontwikkeld waren en dat deze slechts nog in een product verwerkt moesten worden (zie pagina 69). In de doelstelling valt daarom ook te lezen dat “*het technische gedeelte van het concept al bestaat en zodoende buiten de opdracht valt*”. Het bleek echter dat er nog **geen** eigenschappen van de technische componenten bekend waren bij aanvang van de opdracht, waardoor er maar weinig houvast was om met de “*gebruiksaspecten, ergonomische aspecten, interface en hanteerbaarheid en vormgeving die past bij de gewenste stijl*” aan de slag te gaan. De technische componenten waren nog in een ideefase, waarbij de functies van de componenten wel duidelijk waren, maar er nog geen idee was wat de technische uitvoering, afmetingen, eigenschappen en vorm van de componenten waren.

De opdracht heeft daarom een veel technischer karakter gekregen, waarbij het projectkader zich deels verplaatst heeft van vormgeving en ergonomie naar de technische eigenschappen van de componenten die in de lasmachine zouden moeten komen. De belangrijke aspecten zoals bepaald in de doelstelling (**gebruiksaspecten, ergonomische aspecten, interface, hanteerbaarheid en vormgeving**) zijn wel behandeld, maar in een afgeslankte vorm. Dit heeft ook invloed op de centrale



vragen en deelvragen; deze zullen door de verschuiving van het projectkader deels of niet meer beantwoord worden. Hieronder zijn de centrale en deelvragen weergegeven die wel behandeld worden in de nieuwe opzet van de opdracht<sup>10</sup>.

**Wat zijn de eisen en wensen van PenWeld ten aanzien van het te ontwerpen concept voor een orbitale lasmachine?**

- Welke technische oplossingen moet de lasmachine bevatten om orbitaal lassen mogelijk te maken?
  - Welke technische componenten moet de lasmachine bevatten om de lasfunctionaliteit te faciliteren?
  - Welke interface-elementen moet de lasmachine bevatten om de lasfunctionaliteit te faciliteren?
  - Welke vormgevingseisen en -wensen ten aanzien van uiterlijk en stijl stelt PenWeld aan het te ontwerpen concept voor de lasmachine?
  - Wat is de door PenWeld beoogde toekomstige doelgroep van de lasmachine?
- 
- **Wat zijn de eigenschappen wat betreft vormgeving, ergonomie, interface, transport en inpassing van het technische ontwerp van vergelijkbare orbitale lasmachines die al op de markt zijn?**
    - Welke oplossingen uit vergelijkbare orbitale lasmachines die al op de markt zijn kunnen nuttig zijn bij het ontwerpen van het concept voor de orbitale lasmachine van PenWeld?
- 
- **Wat zijn mogelijke concepten t.a.v. gebruiksaspecten en vormgeving van de orbitale lasmachine?**
    - Wat zijn mogelijke deeloplossingen voor het inpassen van technische componenten in de lasmachine?
    - Wat zijn mogelijke deelconcepten t.a.v. het positioneren van de lasmachine om/aan de te lassen buizen?
    - Wat zijn mogelijke deelconcepten t.a.v. het bedienen van (de interface van) de lasmachine?
    - Wat zijn mogelijke deelconcepten t.a.v. de hanteerbaarheid van de lasmachine?
    - Wat zijn mogelijke deelconcepten die passen bij de gewenste stijl van de opdrachtgever?

---

<sup>10</sup> Deze lijst kan vergeleken worden met de originele centrale en deelvragen in het Plan van aanpak, zie bijlage I, pagina 70

## 1.4.2 RANDVOORWAARDEN

Naast deze grote aanpassing aan de opdracht zijn er naar aanleiding van gesprekken met PenWeld in de beginfase van de Bachelor Opdracht een aantal andere zaken naar voren gekomen, waarmee in het verdere ontwerp rekening moet worden gehouden:

- Het orbitale lasapparaat bestaat uit een voedingsunit (PW-8) en een laskop. In deze opdracht zal alleen worden ingegaan op de laskop
- De PW-8 betreft een middelgrote orbitale lasmachine, die buizen met een doorsnede van ongeveer 12mm – 50mm (1/2" – 2") moet kunnen lassen, d.m.v. stomplassen<sup>11</sup>. Aangezien er tussen deze diameters 1,5" verschil zit, zal het verschil in straal 0,75" zijn. Deze lengte kan niet overbrugt worden door het gebruik van langere elektrodes, dus zullen er twee laskoppen bij de PW-8 ontworpen worden.

In dit verslag wordt de laskop die het bovenste deel van de diameters kan lassen behandeld, 0,98" – 2,05". Deze laskop heet de PW-8-H2. De tweede laskop (PW-8-H1) zal diameters van 1/2" tot 1,05" kunnen lassen. Deze laskop wordt niet uitgebreid behandeld, want hij zal bijna identiek aan de PW-8-H1 zijn.

- De PW-8-H2 maakt geen gebruik van toevoegmateriaal, aangezien er stomp gelast wordt
- De PW-8-H2 heeft een gesloten laskop. De laskop zal daarom dus collets bevatten en geen automatische klemming die gebruikt wordt in open laskoppen (zie hoofdstuk 1.2.5)
- De PW-8-H2 bevat waterkoeling
- De PW-8-H2 moet qua vormgeving en gebruik toegankelijk zijn voor een doelgroep die naast professionele lassers ook operators zonder kennis van lassen omvat, zowel mannen als vrouwen en van verschillende culturele achtergronden.
- De PW-8-H2 mag een dure uitstraling hebben en gemaakt worden van duurzame en kwalitatief hoogstaande materialen.

---

<sup>11</sup> Zie verklarende woordenlijst

---

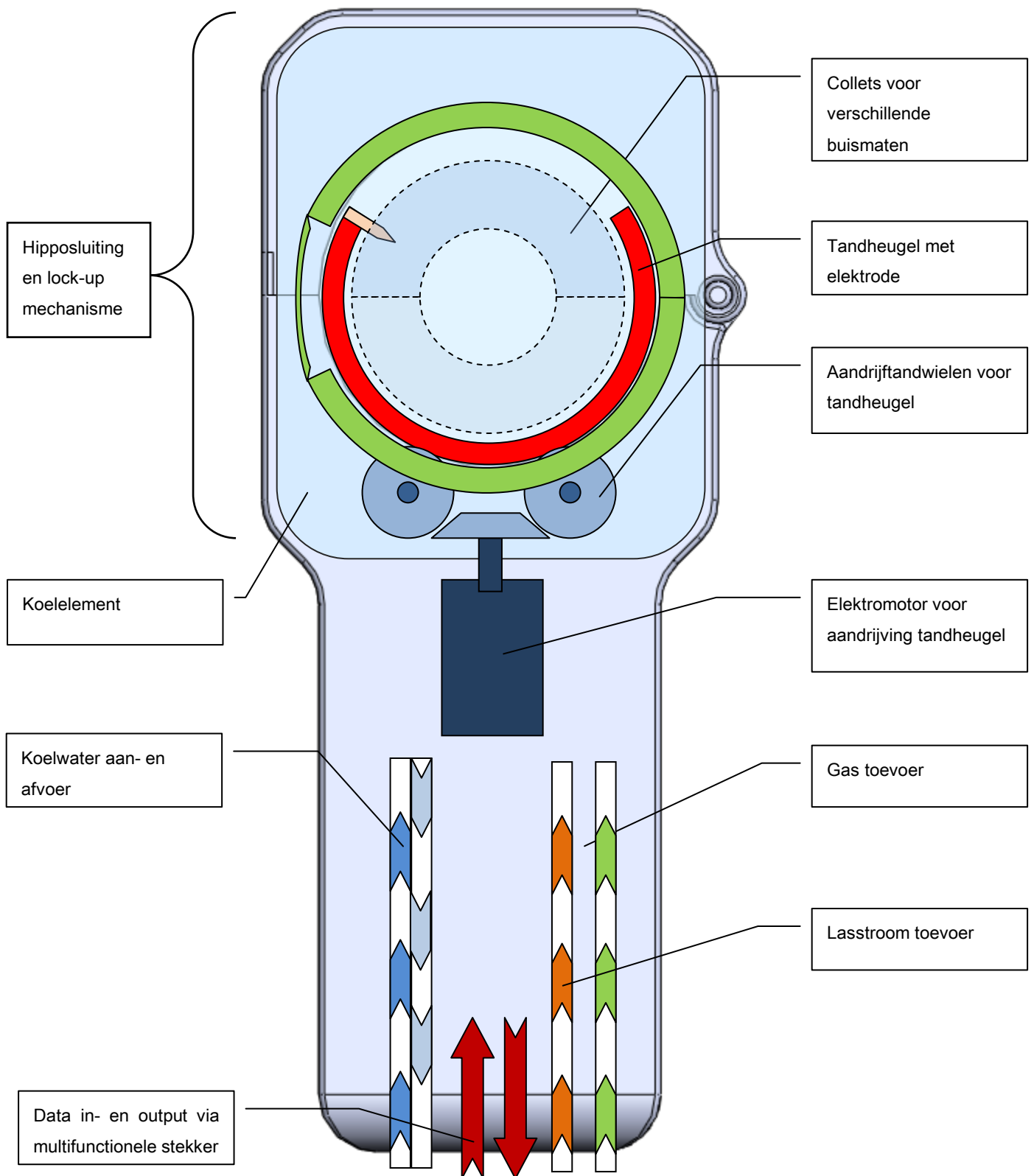
## HOOFDSTUK 2: OPDRACHTANALYSE

## 2.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk worden een aantal analyses van verschillende aspecten van de opdracht behandeld. Als eerste is er, om een goed overzicht te krijgen van het te ontwerpen concept, een schematisch overzicht gemaakt. Dit is terug te vinden in paragraaf 2.2. Vervolgens is er een doelgroepanalyse gedaan (paragraaf 2.3) om een beeld te krijgen van de doelgroep die PenWeld voor ogen heeft. Een marktonderzoek is te vinden in paragraaf 2.4. Hiermee kan een beeld gevormd worden van de marktpositie die PenWeld met de PW-8 het beste in kan nemen. In het vormgevingsonderzoek in paragraaf 2.5 worden wensen en eisen wat betreft vormgeving vanuit PenWeld behandeld. In paragraaf 2.6 worden vervolgens uit alle analyses conclusies getrokken op basis waarvan in hoofdstuk 3 een conceptontwerp is gemaakt. Er is voor de bovengenoemde analyses gekozen om een globale basis te vormen voor de uitvoering van de opdracht. Specifieke analyses zoals gebruikersonderzoek kunnen in een later stadium uitgevoerd worden om het product specifiek te onderzoeken.

## 2.2 SCHEMATISCH OVERZICHT

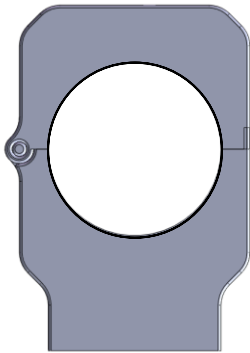
Vanuit de achtergrondinformatie in paragraaf 1.2 en de randvoorwaarden vanuit de opdrachtgever (paragraaf 1.4) is er een overzicht gemaakt van de technische componenten die een orbitale lasmachine vergelijkbaar met de PW-8 bevat (afbeelding 2.2.a). Dit schematisch overzicht geeft de essentiële onderdelen ten opzichte van elkaar weer en geeft zodoende een richtlijn voor het verdere ontwerpproces. Dit overzicht is gebaseerd op hoe de meeste orbitale lasmachines met gesloten laskop in de huidige markt samengesteld zijn en vormt dus een definitief kader waarin oplossingen voor de PW-8 en de PW-8-H2 bedacht moeten worden. De genoemde onderdelen worden verder uitgewerkt in de rest van deze paragraaf. Voor de volledigheid is in bijlage II een schematisch overzicht weergegeven van een complete lasmachine (laskop, kabel en voedingsunit).



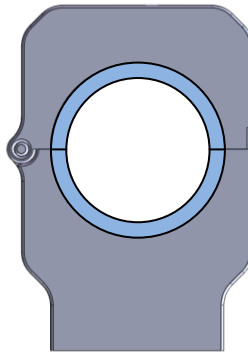
2.2.a Het schematisch overzicht van een gesloten laskop van een orbitale lasmachine. De vorm van het apparaat (weergegeven in de achtergrond) is slechts gebaseerd op hoe de meeste laskoppen eruit zien.

## COLLETS

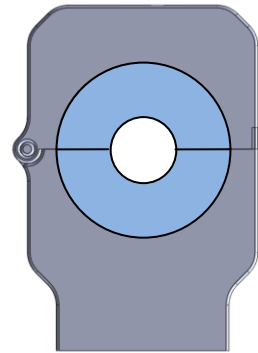
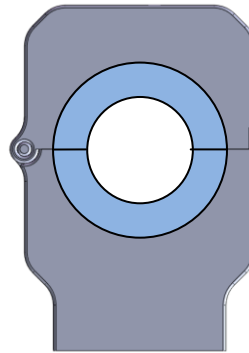
Collets zijn halfronde inzetstukken die in de laskop geplaatst kunnen worden om de diameter van het gat in de laskop om te vormen naar de buitendiameter van de buis. Collets worden gebruikt om de laskop een aantal verschillende buisdiameters te kunnen laten lassen, in plaats van slechts één diameter. De buitendiameters van de collets die in eenzelfde laskop passen zijn gelijk, de binnendiameters verschillen per collet (zie afbeelding 2.2.b en 2.2.c).. Twee collets vormen samen een colletset, De laskop bevat op zijn beurt weer twee colletsets, één per buisdeel dat vastgeklemd moet worden (zie afbeelding 2.2.d en 2.2.e).



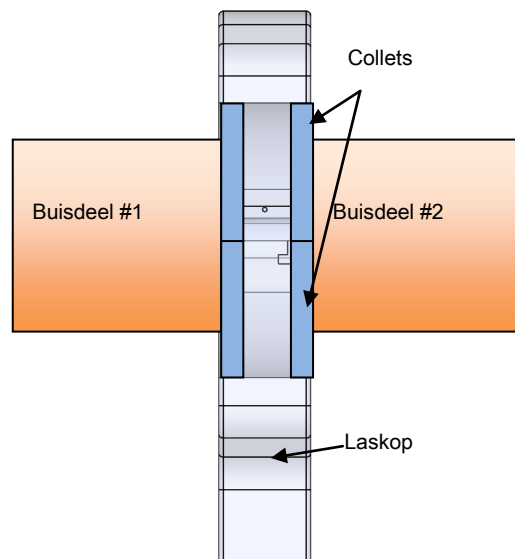
2.2.b Geen collets: slechts één buisdiameter mogelijk.



2.2.c Collets: diverse collets zorgen voor een groot bereik aan buisdiameters die gelast kunnen worden.



2.2.d Voorbeeld van collets van Swagelok<sup>12</sup> en Applied Cybernetics<sup>13</sup>

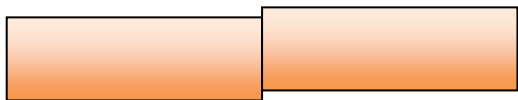


2.2.e Zijaanzicht van een laskop, waarbij de twee buisdelen en de twee colletsets die de beide buisdelen inklemmen zijn weergegeven.

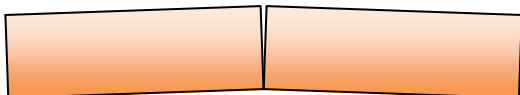
<sup>12</sup> [http://www.swagelok.com/search/find\\_products\\_home.aspx?SEARCH=/id-10000285/type-1](http://www.swagelok.com/search/find_products_home.aspx?SEARCH=/id-10000285/type-1)

<sup>13</sup> <http://www.appliedcybernetics.com/weldheads.htm>

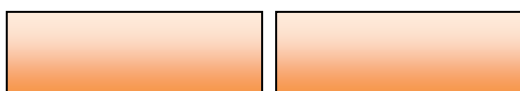
Collets dienen primair om de laskop op de twee te lassen buisdelen vast te klemmen, om er zodoende voor te zorgen dat de laskop ten opzichte van beide buisdelen haaks uitgelijnd is. De kopse kanten van de buizen dienen daarom recht op elkaar uitgelijnd te zijn en goed op elkaar aan te sluiten. Mogelijke foute configuraties zijn hieronder weergegeven (afbeelding 2.2.f, 2.2.g en 2.2.h).



2.2.f Buizen zijn high-low gesteld en sluiten niet goed op elkaar aan.



2.2.g Buizen sluiten op de kopse kant niet goed op elkaar aan, er is een hoek tussen de buizen. Dit kan komen doordat de buizen niet haaks gesteld zijn, of dat ze niet haaks afgekort zijn.



2.2.h Buizen sluiten niet goed op elkaar aan; er zit ruimte tussen de twee buizen.

Omdat de collets op de buizen worden geklemd kunnen ze kleine afwijkingen in de uitlijning van de buizen opvangen. Echter is het vooral de taak van de operator om vooraf de buizen op de juiste manier te positioneren. Als dat is gebeurd kan de laskop op de buizen geklemd worden (afbeelding 2.2.i).



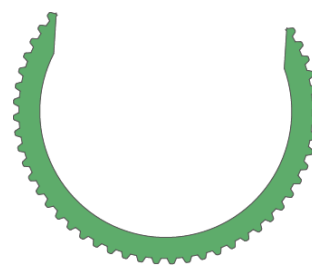
2.2.i Buizen zijn recht uitgelijnd en sluiten op de kopse kant goed op elkaar aan. De laskop kan op de buizen geklemd worden.

Als tweede functionaliteit zorgen de collets ook voor de vorming van een gesloten kamer rondom de lasnaad. Deze kamer wordt gevuld met een beschermgas en zorgt er zodoende voor dat de lasnaad niet gaat oxideren.

Door deze dubbele functie van de collets moeten deze zowel robuust als precies uitgevoerd zijn.

### TANDHEUGEL, TANDWIELEN, ELEKTROMOTOR EN ELEKTRODE

De tandheugel is een hoefijzervormig onderdeel dat rond de buizen gerooteerd kan worden. De tandheugel wordt aangedreven door een elektromotor. De overbrenging gaat via een (aantal) tandwiel(en). Aan de tandheugel zit de elektrode bevestigd.



2.2.j Een voorbeeld van een tandheugel

## HIPPOSLUITING EN LOCK-UP

Het bovenste gedeelte van de laskop kan zich openen en sluiten om rondom een buis heen geplaatst te kunnen worden. Dit gedeelte van de laskop heet een Hipposluiting. Het lock-up mechanisme sluit en vergrendeld na het plaatsen van de laskop dit bovenste gedeelte van de laskop op het onderste gedeelte. Dit kan zowel automatisch gebeuren, als door middel van een handmatige vergrendeling (zie afbeelding 2.2.k).



2.2.k Het handmatige sluitingsmechanisme bij een laskop van Orbimatic<sup>14</sup>.



2.2.l Het handmatige lock-up mechanisme bij een laskop van Orbimatic

<sup>14</sup> <http://www.orbimatic.com/products/enclosed-weld-heads/orbital-weld-head-orbiweld-38-s-and-76-s.html>



## GAS TOEVOER

Het TIG-lasproces zoals beschreven in hoofdstuk 1.2 heeft een toevoer van inert gas nodig. Een afvoer van het gas is niet nodig, aangezien het gas kan ontsnappen naar de buitenlucht door uitsparingen in de collets. Er is dus een beperkte doorstroming van beschermgas tijdens het lasproces.

## KOELELEMENT, KOELWATER AAN- EN AFVOER

Het lasproces zorgt voor een grote warmteontwikkeling in de laskop. Naast passieve koeling wordt de laskop ook gekoeld met behulp van waterkoeling<sup>15</sup>. Het koelwater wordt aangevoerd vanuit de voedingsunit en stroomt via een aantal kanalen in de laskop ook weer terug naar de voedingsunit. Er moet dus zowel een aan- als afvoer kanaal in de laskop verwerkt worden.

## DATA IN- EN OUTPUT VIA MULTIFUNCTIONELE STEKKER

De verschillende interface-elementen die op de laskop aanwezig zijn, alsmede de aansturing van de elektromotor en het meten van diverse waarden in de laskop, vereisen een datauitwisseling tussen de laskop en de computer in de voedingsunit. Dit zal plaatsvinden met behulp van een multifunctionele stekker die naast data ook diverse media tussen de laskop en de voedingsunit uitwisselt.

## LASSTROOM TOEVOER

Om te kunnen lassen is het nodig een plasmaboog tussen het werkstuk en de elektrode tot stand te brengen. De elektrode krijgt de stroomtoevoer via een stroomkabel die via de multifunctionele kabel naar de laskop loopt.

---

<sup>15</sup> Bepaald in paragraaf 1.4

## 2.3 DOELGROEPANALYSE

De PW-8 is een orbitale lasmachine die gebruikt gaat worden door zowel bestaande gebruikers van orbitale lasmachines als door nieuwe gebruikers<sup>16</sup>. De groep van bestaande gebruikers zal voornamelijk bestaan uit professionele lassers die de huidige orbitale lasmachines bedienen. Beide hebben ervaring met en kennis van (orbitaal) lassen. Deze groep bestaat voornamelijk uit mannen tussen de 18 en de 65 jaar oud. De groep van nieuwe gebruikers zal bestaan uit operators die een basiskennis hebben van het (orbitale) lasproces, maar mogelijk niet zelf kunnen handlassen en weinig of geen ervaring hebben met (orbitaal) lassen. Deze groep zal waarschijnlijk bestaan uit zowel mannen als vrouwen met een leeftijd tussen de 18 en 65 jaar. De PW-8 zal primair gebruikt worden in Nederland, maar secundair ook in Europa en andere werelddelen. Tijdens het conceptontwerp zal daarom rekening gehouden moeten worden met de volgende eigenschappen van de doelgroep:

- Geslacht: man en vrouw
- Leeftijdsklasse: 18 – 65 jaar
- Gebruiksgebied: Europa
- Opleiding / kunde: zowel laaggeschoolde operators als professioneel lassers

## 2.4 MARKTONDERZOEK

In het vorige hoofdstuk is aangegeven dat de techniek van het orbitaal lassen al zo'n 40 jaar toegepast wordt voor commerciële doeleinden. Doordat de techniek economisch gezien een gunstig alternatief is voor handmatig lassen, zijn er een groot aantal producenten van orbitale lasmachines actief op de markt. In totaal worden er wereldwijd door diverse bedrijven meer dan honderd verschillende orbitale lasmachines aangeboden. De meeste bedrijven bieden een spectrum van orbitale lasmachines van klein tot groot, met zowel gesloten als open laskoppen. Sommige bedrijven hebben zich echter gespecialiseerd en bieden bijvoorbeeld alleen laskoppen voor het lassen van zeer kleine buisdiameters, terwijl anderen zich richten op oliepijpleidingen. Het schema in afbeelding 2.4.b geeft een overzicht van een groot deel van de markt van orbitale lasmachines. In het schema zijn van de belangrijkste bedrijven in de markt de verschillende modellen lasmachines weergegeven, waarbij van elk model een aantal details zijn genoemd. Ook is aangegeven in welke groep (met gesloten laskop, met open laskop of anders<sup>17</sup>) de lasmachine valt. Hoewel PenWeld met de PW-8 een orbitale lasmachine met **gesloten laskop** op de markt wil brengen zijn ook apparaten uit andere groepen en van andere formaten aangegeven om een zo omvattend mogelijk overzicht te geven. Bij het trekken van conclusies uit het schema in paragraaf 2.6.3 moet gefocust worden op apparaten met een gesloten laskop en een buisdiameter gelijk aan de PW-8-H2. Ook de eigenschap van de PW-8 dat

---

<sup>16</sup> Zie paragraaf 1.4.2

<sup>17</sup> In dit verslag zijn alleen open en gesloten laskoppen genoemd. De twee andere categorieën in het overzicht worden buiten beschouwing gelaten.

deze geen draadtoevoer heeft, moet meegenomen worden als beperking van de markt bij het trekken van conclusies.

Bedrijven noemen in hun commerciële uitingen vaak dezelfde features “unique features”. Deze functies of eigenschappen zijn daarom eigenlijk niet meer zo uniek of kunnen in ieder geval niet als unieke functie in de markt gezet worden. Voorbeelden van deze geclaimde “unique features” door veel bedrijven zijn genoemd in tabel 2.4.a.

<b>Geclaimde unique feature:</b>	<b>Beschrijving:</b>
High duty cycle	Door gebruik te maken van koeling de duty-cycle <sup>18</sup> hoog liggen
Narrow weldheads	Een smalle laskop om lasbochten <sup>19</sup> te lassen of om in lastig bereikbare ruimtes te kunnen lassen
Return to home feature	De elektrode draait na het rondlassen weer terug naar de beginpositie
Collets	Om verschillende buisdiameters te kunnen lassen
Elbow-kit	De laskop kan aan één zijde geklemd worden en de elektrode kan off-centre geplaatst worden om lasbochten te lassen
Non symmetrical setup	De laskop kan aan de ene zijde meer inklemming hebben dan aan de andere zijde, bijvoorbeeld bij het lassen van lasbochten
High performance materials	Het apparaat gaat lang mee

2.4.a Een overzicht van de door concurrenten genoemde “unique features”

Omdat alle apparaten ongeveer dezelfde standaard onderdelen en geclaimde “unique features” hebben, is er in de laatste kolom van het schema ook genoemd wanneer een model een speciale feature bevat die de andere modellen niet bevatten (een echt unieke feature).

Naast de genoemde bedrijven in het schema zijn er nog meer bedrijven die lasmachines produceren. Aangezien de belangrijkste bedrijven onderzocht zijn en hiermee een steekproef is gedaan van het totale aanbod van alle bedrijven, kan aangenomen worden dat het beeld dat door dit onderzoek ontstaan is volledig genoeg is om er conclusies uit te trekken.

<sup>18</sup> Zie verklarende woordenlijst

<sup>19</sup> Zie verklarende woordenlijst

Beeld (if en model)	Beeld (uitlandse)	Type	Process	Laptop-afmetingen	Kenmerken
Apple MacBook Pro	13.3 inch	Mac OS	Intel Core i7	13.3 inch	Retina display, Touch Bar
Apple MacBook Air	13.3 inch	Mac OS	Intel Core i5	13.3 inch	Ultrabook, fanless
ASUS ZenBook	14 inch	Windows	Intel Core i7	14 inch	Ultrabook, slim
HP Spectre	13.3 inch	Windows	Intel Core i7	13.3 inch	Ultrabook, slim
Lenovo Yoga	13.9 inch	Windows	Intel Core i7	13.9 inch	2-in-1, convertible
Microsoft Surface	13.5 inch	Windows	Intel Core i7	13.5 inch	2-in-1, convertible
... (many more rows) ...	...	...	...	...	...

2.4.5 Een overzicht van een groot deel van de markt van orbitale lasmachines.

In de papieren versie van dit verslag is dit een uitvouwpagina op A3 formaat. Het originele bestand is te vinden op de CD

## 2.5 VORMGEVINGSONDERZOEK

Om een beeld te krijgen van de wensen die PenWeld heeft wat betreft de vormgeving van de PW-8-H2 is er een kort vormgevingsonderzoek gedaan aan de hand van een gesprek en een presentatie<sup>20</sup>. In de presentatie zijn een aantal producten met uiteenlopende vormgevingskenmerken getoond, alsmede een aantal verwante apparaten en orbitale lasmachines van concurrenten. In een discussie over de presentatie zijn er vervolgens een groot aantal punten naar voren gekomen, die een basis bieden voor de vormgeving van het concept. Deze punten zijn bondig en puntsgewijs hieronder samengevat. Er zijn natuurlijk veel meer mogelijke grondslagen voor de vormgeving die uitgebreider en diepgaander onderzoek vereisen. Dit onderzoekje geeft een eerste basis voor de eisen en wensen van PenWeld ten aanzien van de ergonomie en vormgeving.

### VORMGEVING ALGEMEEN

- Schroefjes moeten weggewerkt zijn, of moeten niet opvallen in de behuizing omdat PenWeld het ontwerp er niet te technisch uit wil laten zien.
- De behuizing moet niet rechthoekig zijn, maar vloeiend en ergonomisch gevormd.
- De behuizing moet egaal van kleur en structuur zijn, het liefst met zo min mogelijk randjes.
- De behuizing moet refereren aan het proces (rondlassen) dat binnenin het apparaat gebeurt
- Randjes voor de stevigheid o.i.d zijn noodzakelijk, maar moeten waar mogelijk vermeden worden, een egale buitenkant is wat PenWeld betreft het mooist.
- Anti-slip-elementen moet alleen nuttig gebruikt worden, dus niet puur voor de vormgeving. Het toepassen van bijvoorbeeld anti-slip-rubber is wel gewenst in verband vette vingers en ruig gebruik.
- Overdreven vormgevingselementen die verder niet perse nuttig zijn kunnen best, als het maar niet overheerst. (bijvoorbeeld: de spaakwielen in een stofzuiger (sheet 16) zijn wat PenWeld betreft mooi).
- Het is belangrijk dat het apparaat meteen goed vastgepakt wordt (niet achterstevoren).
- Het apparaat moet zowel mannen als vrouwen aanspreken

### HANDVAT

- Het handvat van de lasmachine moet uitnodigend zijn om vast te pakken, d.m.v. duidelijke vormelementen die benadrukken dat het een handvat is (anti-slip met inkepingen/gleufjes, zoals sheet 13 uit de presentatie).

---

<sup>20</sup> Zie bijlage III

## KNOPPEN

- Er moet een duidelijke, tweevoudige aan/uit toets zijn.
- Er moet liever geen gebruik worden gemaakt van een tiptoets, tenzij er goede feedback is en de knop verzonken is in het apparaat.
- Feedback moet aanwezig zijn in de vorm van (gekleurd) licht en eventueel geluid.
- Knopjes moeten niet te klein maar ook niet te overheersend zijn, er moet niet te erg gefocused worden op ergonomie bij de keuze van knoppen.

## LOGO, OPDRUK

- Een meegegoten logo en opgedrukte letters zijn niet gewenst; het logo en een eventuele tekstopdruk moet stijlvol aangebracht worden.
- Als het logo niet stijlvol aangebracht kan worden, dan liever geen logo.
- Het logo van Philips is vaak een voorbeeld van hoe een logo stijlvol op een product geplaatst kan worden (zie sheet 22)

## KLEUR

- Mat zwart of antraciet in combinatie met felle primaire kleuren
- Mat zwart of antraciet in combinatie met donkergroen (de kleur van PenWeld)
- Mat zwart of antraciet in combinatie met blanke metalen (mits hier geen vlekken op komen)
- Mat zwart verdient de voorkeur in verband met ruig gebruik en vieze vingers
- Kleuren die direct referen aan andere apparaten (zoals het oranje van Black en Decker) moeten niet gebruikt worden om eventueel verkeerde associaties te voorkomen.

## MATERIAAL

- Het materiaal mag hoogwaardig en duur zijn, in combinatie met functiebepalend (rubber) materiaal

## DIRECTE REFERENTIE

- De lasmachine op sheets 7 en 11 hebben een té technische uitstraling en dienen daarom als voorbeeld van hoe het ontwerp er niet uit moet zien. Deze apparaten hebben veel tegenovergestelde eigenschappen aan alle bovengenoemde punten.

## 2.6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN CONCEPTONTWERP

Op basis van de onderzoeken in dit hoofdstuk kunnen conclusies getrokken worden en aanbevelingen worden gedaan voor het ontwerpen van het concept. Al deze conclusies, aanbevelingen en richtlijnen zijn in deze paragraaf gebundeld en worden hieronder per onderzoek genoemd.

### 2.6.1 CONCLUSIES SCHEMATISCH OVERZICHT

Uit het schematisch overzicht kan naast een algemeen overzicht ook een lijst met componenten en features worden gehaald die in de PW-8-H2 geplaatst moeten worden. Deze features zijn:

1. Een hipposluiting met lock-up
2. Koelelement, koelwater aan- en afvoer
3. Data in- en output via een multifunctionele stekker
4. Colletsysteem, waarbij verschillende collets in de kop gezet kunnen worden
5. Tandheugel met elektrode, aandrijving en elektromotor
6. Gastoevoer
7. Stroomtoevoer
8. Interface (aantal knoppen, feedbackcomponenten)
9. Handvat

In het concept zullen deze features in ieder geval aanwezig moeten zijn, om de laskop te kunnen laten functioneren.

### 2.6.2 CONCLUSIES DOELGROEPPONDERZOEK

In de doelgroepomschrijving is te lezen dat zowel volwassen mannen als vrouwen afkomstig uit Europa de laskop moeten kunnen bedienen. Met dit gegeven kunnen bepaalde ergonomische eisen ingeperkt worden in het conceptontwerp. Het handvat moet bijvoorbeeld door zowel mannen als vrouwen vast te pakken zijn en er moet uitgegaan worden van Europese handmaten. De beschreven intellectuele eigenschappen van de operators kunnen gebruikt worden bij het ontwerpen van de interface, deze moet ook voor niet geschoolde lassers te begrijpen zijn.

### 2.6.3 CONCLUSIES MARKTONDERZOEK

Als er in het schema in afbeelding 2.4.b gekeken wordt naar de onderlinge verschillen tussen diverse lasmachines van verschillende bedrijven die zich in eenzelfde groep bevinden (bijvoorbeeld “*met gesloten laskop*” bij bedrijf X,Y en Z) dan blijkt dat de onderlinge verschillen erg klein zijn. Zo zijn de standaard onderdelen (zoals beschreven in het schematisch overzicht, paragraaf 2.2) bijna overal hetzelfde. Er moet daarom naar opvallende verschillen of features gekeken worden om PenWeld te laten opvallen in de markt. Uit het marktonderzoek kan gehaald worden dat het slim is de geclaimde “unique features” van de andere bedrijven zoveel mogelijk ook in het ontwerp van de PW-8-H2 te verwerken, zodat er bij concurrenten hier in ieder geval geen voordelen zijn t.o.v. PenWeld. Een aantal van deze features zijn in ieder geval nodig om het lasapparaat te laten werken (zoals bijvoorbeeld de collets) en veel van deze features worden slechts uit commercieel oogpunt “unique genoemd”. Deze features of eigenschappen zijn genoemd in afbeelding 2.4.a en zullen allemaal in de PW-8-H2 verwerkt worden, of een andere feature laat de noodzaak voor toepassing van een ander genoemde feature vervallen. Samen met de eigenschappen genoemd in paragraaf 2.6.1 vormen deze eisen al een vrij goede richtlijn van hoe de PW-8-H2 eruit moet gaan zien. Als derde stap kan er gekeken worden naar de speciale features die *slechts* een paar bedrijven verwerkt hebben (zie de laatste kolom, “special features”) en kan er overwogen worden deze features ook in de PW-8 te verwerken. De belangrijkste special features zijn een **automatisch lock-up mechanisme** en een **kijkglas met een lampje**, waardoor de lasser het lasproces kan zien. In overleg met PenWeld is er gekozen deze features ook in het concept te verwerken, zodat er in de markt geen voordelen qua functionaliteit zijn bij concurrenten en PenWeld zodoende een sterke marktpositie kan innemen bij het op de markt brengen van de PW-8. Ook komt een automatisch lock-up mechanisme de gebruiksvriendelijkheid ten goede, wat voor PenWeld een extra reden is om deze feature te verwerken.

#### COLLETS EN AUTOMATIC CLAMPING

In het schema is onder de kolommen “Type” aangegeven welke modellen van andere bedrijven gebruik maken van collets en welke van automatische klemming (zie afbeelding 1.2.5.a). Te zien is dat bij gesloten laskoppen die in het diameterbereik van de PW-8-H2 zitten, altijd gebruik wordt gemaakt van collets. Dit is tevens een vereiste vanuit PenWeld, zie paragraaf 1.6. Het is dus een goede keuze van PenWeld om deze beperking te stellen in het verdere ontwerp.



## INTERFACE IN LASKOP

Uit het schema kan ook gehaald worden dat sommige modellen een interface in het handvat van de laskop verwerkt hebben en sommigen niet. Aangezien de PW-8-H2 vrijwel autonoom zal functioneren hoeven er maar weinig knoppen voor instellingen op de laskop aangebracht te worden. Juist ook omdat de PW-8 zo eenvoudig is in gebruik zal de operator mogelijk meerdere PW-8-H2's tegelijk gebruiken in combinatie met één PW-8. Om verwarring tussen de laskoppen bij het aanzetten van het lasproces te voorkomen, kan er het best gekozen worden voor een knop op de laskop, die het lasproces laat beginnen. Zo ligt de inschakeling bij de laskop en niet bij de voeding en is er een kleinere kans op fouten. Naast deze knop zal er ook een knop moeten zijn om het automatische lock-up mechanisme te laten werken. Verder zal er een aantal indicatieLEDs nodig zijn, die aangeven of het lasproces gestart kan worden, de laskop goed gesloten is, de collets juist zijn geplaatst e.d. Op de PW-8 zal ook een interface aanwezig zijn voor algemene instellingen, die samen met de interface op de laskop de totale interface vormt.

## EEN HIPPOSLUITING VS. TWEE HIPPOSLUITINGSHELFTEN

In het overzicht is te zien dat sommige modellen een enkele hipposluiting hebben en sommige een dubbele. Het is voor de operator niet gewenst dat beide buizen tegelijkertijd ingeklemd worden, aangezien in de praktijk één van de buizen op de andere buis moet worden uitgelijnd. Het zal dus gewenst zijn dat de operator de laskop eerst op de eerste buis kan inklemmen en vervolgens de tweede buis ertegenaan kan positioneren en **daarna** de laskop daarop kan inklemmen. Dit is echter ook mogelijk met behulp van een enkele hipposluiting die verschillende klemstanden heeft (klemmen en vergrendelen). In overleg met PenWeld is besloten beide opties open te houden en bij het uitwerken van deze feature te bepalen of de hipposluiting uit één of twee delen bestaat.<sup>21</sup>

---

<sup>21</sup> Zie ook hoofdstuk 3.3.3

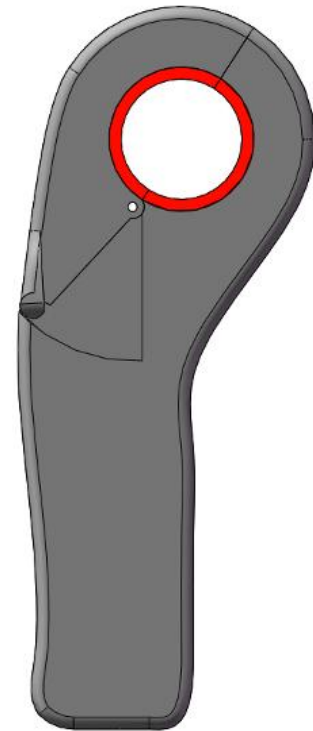
---

## HOOFDSTUK 3: CONCEPTONTWERP

### 3.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk wordt het conceptontwerp van de PW-8-H2 behandeld. Met behulp van de diverse analyses en onderzoeken uit hoofdstuk 2 is in paragraaf 2.6 de basis gelegd voor een concept.

In dit hoofdstuk wordt allereerst een overzicht gegeven van de componenten, die volgens paragraaf 2.6 in ieder geval in de laskop aanwezig moeten zijn. Een tweetal van deze componenten is in detail uitgewerkt in de paragrafen 3.3 en 3.4. In paragraaf 3.5 wordt kort gekeken naar de vormgeving en topologie van de features in een mogelijk eindconcept. De vormgeving is sterk gerelateerd aan de features en is dus **naast** het ontwerpen van de features tot stand gekomen. Hoewel in dit hoofdstuk de vormgeving aan het einde genoemd wordt, zijn er in de feature-uitwerking ook delen van terug te vinden. Hierbij wordt uitgegaan van het eindconcept waar betreft vormgeving, zoals hiernaast weergegeven.



3.1.a Het vormgevingsontwerp waar in dit hoofdstuk vanuit wordt gegaan.

### 3.2 TOTAALOVERZICHT COMPONENTEN EN FEATURES

De onderstaande componenten zijn overgenomen uit de opsommingen in paragraaf 2.6 en zullen in de laskop verwerkt worden. Er wordt in dit hoofdstuk ingegaan op de dikgedrukte onderdelen; het bewegende laskopdeel (de hipposluiting) met een automatisch lock-up mechanisme en het colletsysteem en alle functionaliteiten die daarbij nodig zijn, zoals een elbow-kit (het totaal heet “colletmanagement”).

1. **Een hipposluiting met lock-up mechanisme**
2. Koelelement, koelwater aan- en afvoer
3. Data in- en output via een multifunctionele stekker
4. **Colletsysteem, waarbij verschillende collets in de kop gezet kunnen worden**
5. Tandheugel met elektrode, aandrijving en elektromotor
6. Gastoevoer
7. Stroomtoevoer
8. Interface (aantal knoppen, feedbackcomponenten)
9. Kijkglas met lampje om het lasproces te kunnen bekijken
10. Handvat
11. High duty cycle

## 12. Narrow weldheads

13. Return to home feature

## 14. Elbow-kit

15. Non symmetrical setup

16. High performance materials

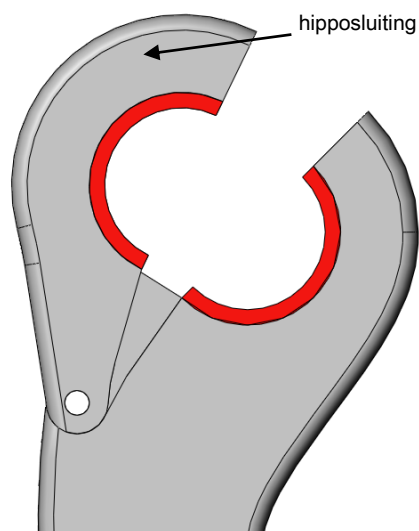
In overleg met PenWeld is er, gezien de beperkt beschikbare tijd gekozen voor het uitwerken van deze twee features in plaats van het oppervlakkig behandelen van alle features. De keuze voor het uitwerken van het lock-up mechanisme en de hipposluiting is voortgevloeid uit het feit dat er in paragraaf 2.6.3 geen duidelijke conclusie kon worden getrokken aangaande deze feature vanuit het marktonderzoek. Daarnaast is deze feature van grote mate van belang voor het totstandkomen van de totale vorm en topologie van de laskop. Het is dus goed om deze feature als een van de eerste zaken te behandelen en daarom is ervoor gekozen deze uit te werken. De keuze om het colletsysteem uit te werken hangt hiemee samen; ook het colletsysteem is een belangrijk onderdeel dat de uiteindelijke opbouw van het apparaat bepaalt en dient daarom ook vroegtijdig behandeld te worden.

## 3.3 HIPPSLUITING EN LOCK-UP MECHANISME

### 3.3.1 INLEIDING

In het schematisch overzicht in hoofdstuk 2.2 is te zien dat de laskop geopend en gesloten moet kunnen worden om de laskop rond de buizen te plaatsen en om de laskop daarna weer van de gelaste buizen af te halen. Er is in hoofdstuk 2.6.3 voor gekozen om in de PW-8-H2 een lock-up mechanisme te plaatsen, waarmee de hipposluiting van de laskop (semi-)automatisch sluit. In deze paragraaf zijn de mogelijkheden aangaande een dergelijke hipposluiting onderzocht.

3.3.1.a Het bewegend deel van de laskop wordt de hipposluiting of hipposluiting of hipposluiting genoemd.

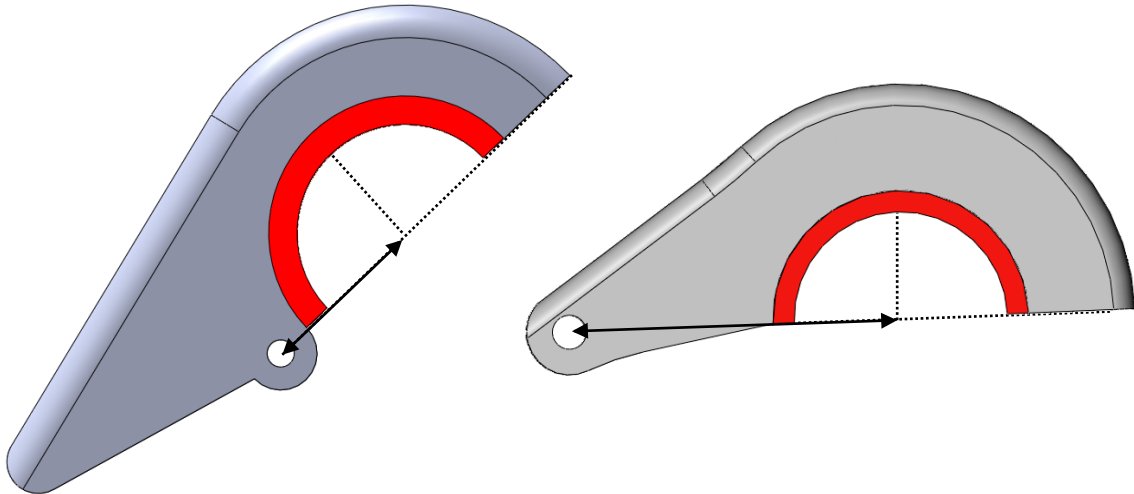


### 3.3.2 WERKINGSPRINCIPE

Het lock-up mechanisme zorgt voor een sluiting van het de hipposluiting rondom de buizen. Er is voor gekozen de hipposluiting te laten roteren om zijn eigen draaipunt om zodoende te openen en te sluiten. Het transleren van de sluiting zou ook een mogelijkheid kunnen zijn, maar bij een translatie is

het moeilijk het openings- en sluitkarakter van de hipposluiting te behouden. Een rotatie genoot uiteindelijk de voorkeur.

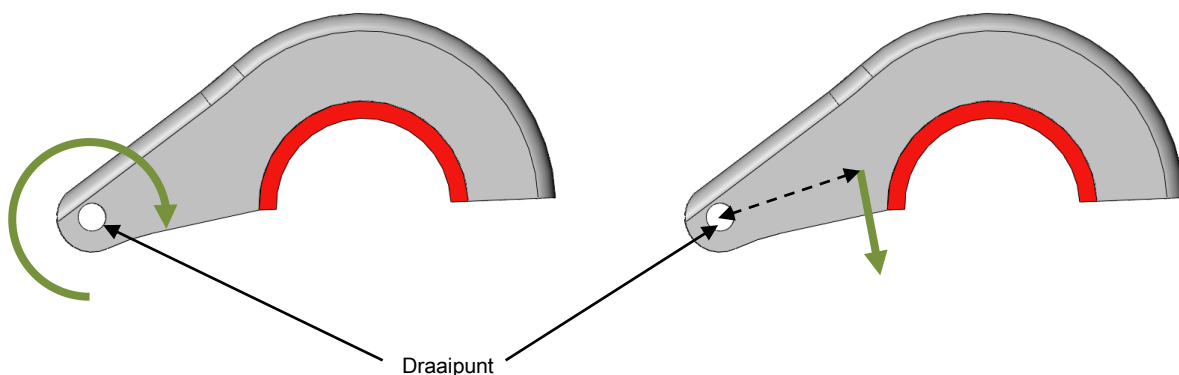
Het draaipunt kan op een aantal plekken geplaatst worden, waarbij de arm tussen het draaipunt en het centrum van de te lassen buizen varieert (zie afbeelding 3.3.2.a).



3.3.2.a De kleine witte cirkels zijn de draaipunten van de hipposluitingen. De arm tussen de draaipunten en het centrum van de buis hangt af van de plaatsing van het draaipunt.

De kracht die benodigd is om de rotatie tot stand te brengen hangt af van de bovengenoemde arm. Hoe langer de arm is, hoe groter het moment is dat geleverd moet worden om de sluitkracht te leveren.

Dit tegengestelde moment kan geleverd worden door een (andere) arm en een kracht of door direct een moment te leveren op de draaias:



3.3.2.b Manieren om de hipposluiting te sluiten. Directe rotatie op de as (links) en indirecte rotatie d.m.v. een arm (rechts)

Hierbij geldt ook dat een grotere arm met eenzelfde kracht een groter moment oplevert. Deze kracht kan bijvoorbeeld geleverd worden door een mechanische of elektrische actuator. Een direct moment op de draaias kan bijvoorbeeld door een elektromotor of een veer geleverd worden.

Het proces van automatische sluiting van de hipposluiting kan opgedeeld worden in vier delen. Vanuit een geopende stand volgen deze processen elkaar als volgt op:

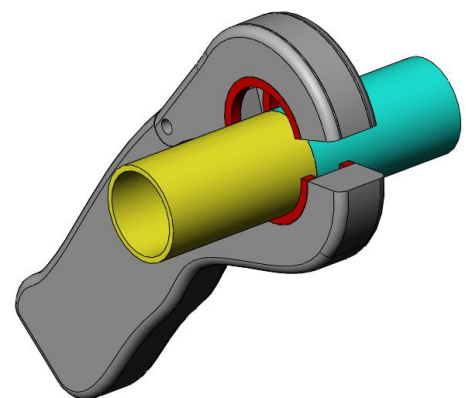
1. De operator **plaatst** de laskop in geopende positie aan de buis. De multifunctionele kabel is nog niet aangesloten, er is dus geen elektriciteit of gasdruk voorhanden.
2. De hipposluiting **sluit** zich, door te roteren rond het draaipunt. Hierbij is een kleine kracht benodigd, omdat alleen het gewicht van de hipposluiting bewogen moet worden.
3. De hipposluiting **klemt** rondom de buizen. Als de hipposluiting gesloten is moet deze op de buizen geklemd blijven zitten, waarbij de klemkracht het gehele gewicht van de laskop draagt. Dit proces moet zonder elektriciteit of gasdruk uitgevoerd worden, aangezien de multifunctionele kabel pas in de laatste stap wordt aangesloten.
4. De hipposluiting **vergrendeld** rondom de buizen. Als de laskop op de buizen geklemd is, zal de multifunctionele kabel aangesloten worden om alle media die nodig zijn voor het lasproces aan- en af te voeren. Bij het vergrendelen moet dus ook het gewicht van de slangen gedragen worden door de gecombineerde klem- en vergrendelkracht. Deze kracht kan eventueel geleverd worden met behulp van elektrische of pneumatische actuatoren aangezien de multifunctionele kabel nu aangesloten is. De operator zal moeten zorgen dat de buizen al nagenoeg goed gepositioneerd zijn, want zoals in paragraaf 2.2 is beschreven kun **zeer kleine** uitlijningsfouten van de buizen door deze klemkracht opgelost worden, maar zorgt deze kracht zeker niet voor het totaal goed uitlijnen van de buizen.

In het meest gunstige geval kunnen deze drie processen door één component worden uitgevoerd, zodat het complete systeem van sluiten, klemmen en vergrendelen zo weinig mogelijk onderdelen vereist en ruimte inneemt in de laskop. Op de volgende pagina wordt een oplossingspad beschouwd, waarbij gezocht is naar de meest simpele en compacte oplossing.

De bovenstaande stappen zijn in de basis onderdeel van de instructies die een operator zou moeten krijgen om de PW-8-H2 correct te bedienen.

### 3.3.3 MOGELIJKE OPLOSSINGEN AUTOMATISCH LOCK-UP MECHANISME

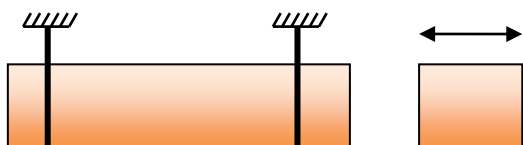
Als de hipposluiting uit één onderdeel bestaat, sluit, klemt en vergrendeld een actuator beide buizen in één keer. Het is voor de operator niet gewenst dat de hipposluiting direct beide buizen tegelijkertijd klemt en vergrendeld, aangezien in de praktijk één van de buizen op de andere buis moet worden uitgelijnd. Het zal dus gewenst zijn dat de operator de eerste buis kan inklemmen en daarna de tweede buis ertegenaan kan positioneren en die **daarna** kan inklemmen. De hipposluiting zal dus minimaal uit twee delen moeten bestaan om zodoende de buizen één voor één in te kunnen klemmen.



3.3.3.a De hipposluiting bestaat uit één onderdeel. Met behulp van één pneumatische/elektrische actuator wordt deze gesloten.

### OPLOSSING 1. DE HIPPSLUITING BESTAAT UIT TWEE HELFTEN EN WORDT HELFT VOOR HELFT GESLOTEN, GEKLEMD EN VERGRENDELD

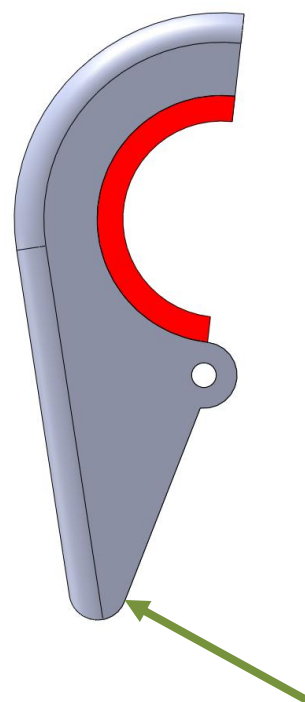
Als de hippsluiting uit twee helften bestaat en met behulp van twee actuatoren sluit, klemt en vergrendelt (eerst rond de vaste buis en daarna rond de tweede buis die aan de vaste vastgelast moet worden, zie afbeelding 3.3.3.b), kan de operator de buizen wel goed op elkaar uitlijnen. Nadeel is dat er twee actuatoren nodig zijn. Beide actuatoren voeren de laatste drie genoemde processen bij deze oplossing tegelijk uit. De actuatoren zullen daarom zowel een groot bereik moeten hebben (om de hippsluiting te kunnen sluiten) als een grote kracht (om te klemmen en vergrendelen). Ook zal de actuator zonder elektriciteit of pneumatische druk moeten kunnen sluiten en klemmen. Een voorbeeld van een geschikte actuator zou in dit geval een torsieveer kunnen zijn. Door deze rond het draaipunt van de hippsluiting te plaatsen kan deze voor zowel het sluiten als het klemmen en vergrendelen zorgen. Het moment dat de veer moet kunnen leveren is berekend in bijlage IV. Dit moment is zó groot dat er een zeer grote spiraalveer in de laskop verwerkt zou moeten worden. Deze oplossing voldoet daarom ook niet.



3.3.3.b De configuratie van een vaste buis, waaraan een tweede buis vast moet worden gelast.

### OPLOSSING 2. DE HIPPSLUITING BESTAAT UIT TWEE HELFTEN, DIE EERST DOOR TWEE ACTUATOREN GESLOTEN EN GEKLEMD WORDEN EN DAARNA DOOR ÉÉN ACTUATOR VERGRENDELD WORDEN.

Voortbouwend op de vorige oplossing kunnen de drie deelprocessen, genoemd aan het begin van deze paragraaf ook apart worden uitgevoerd. Het automatische sluitmechanisme zal dan als volgt werken: één van de hippsluitingshelften wordt met behulp van een torsieveer gesloten en rondom de eerste buis **geklemd**. Vervolgens wordt de tweede hippsluitingshelft op dezelfde manier gesloten en rondom de tweede buis **geklemd**. Daarna wordt de multifunctionele kabel aangekoppeld en worden met behulp van één actuator beide hippsluitingshelften **vergrendeld**. In bijlage V is berekend welk moment bij deze oplossing nodig is om het klemmen te bewerkstelligen. De torsieveren die hiervoor benodigd zijn, zijn qua afmetingen goed in de laskop te passen.



3.3.3.c Het punt waar de vergrendelkracht moet worden aangebracht om een zo groot mogelijk moment te bewerkstelligen

De vergrendeling van de hipposluiting zal echter met behulp van een andere actuator tot stand moeten worden gebracht. Dit hoeft maar één actuator te zijn, aangezien de hipposluitingshelften al gesloten zijn en de actuator dus beide helften tegelijk kan aandrukken. Deze actuator hoeft geen groot bereik te hebben, maar zal wel een aanzienlijk moment moeten kunnen leveren. Dit moment kon niet geleverd worden door een torsieveer, dus zal de oplossing daarom kunnen worden gezocht in een lineaire actuator, zoals een schroefdraadspindel of een pneumatische cilinder (die met behulp van de gasdruk van het afschermgas zou kunnen werken). Om het benodigde moment zo klein mogelijk te maken, is het van belang dat de arm die de krachtvector van deze actuator met het draaipunt maakt, zo groot mogelijk is. Dit kan bewerkstelligd worden door de hipposluiting vorm te geven zoals in afbeelding 3.3.3.c. De afstand van de arm van de kracht tot het draaipunt moet zo groot mogelijk zijn.

Een realistische waarde voor de vergrendelkracht is berekend in het tweede gedeelte van bijlage V en komt neer op ongeveer 830N. Het leveren van een kracht van 830 N met behulp van een pneumatische cilinder, vereist een cilinder met een diameter van minimaal 60 mm en een lengte van 143mm. Dit is erg groot en zorgt voor een ongewenst dikke laskop. Deze actuator valt daarom af. De kracht kan ook geleverd worden door een kleine elektromotor met een grote vertraging erop aangesloten. Als aan de uitgaande as een schroefdraad wordt bevestigd kan de rotatie van de as omgezet worden in een lineaire krachtlevering (vergelijkbaar met het omzetten van een rotatie van een steeksleutel naar een translatie van een bout).

Met standaard schroefdraad geldt dat het benodigde moment om een axiale kracht te leveren 0,00125 maal de kracht is<sup>22</sup>. Het toepassen van deze vuistregel levert een benodigd moment van  $0,00125 * 830 = 1,03\text{Nm}$ .

Een standaardelektromotor met ingebouwde vertragingsgearbox van 6 cm lang en 32 mm in doorsnede kan dit moment prima leveren<sup>23</sup>.

De combinatie van een sluiting en klemming met behulp van twee torsieveren en een vergrendeling met behulp van één elektromotor met schroefdraadspindel is dus een goede oplossing voor het automatische lock-up mechanisme van de hippo. Daarom is er gekozen deze optie toe te passen in de PW-8.

---

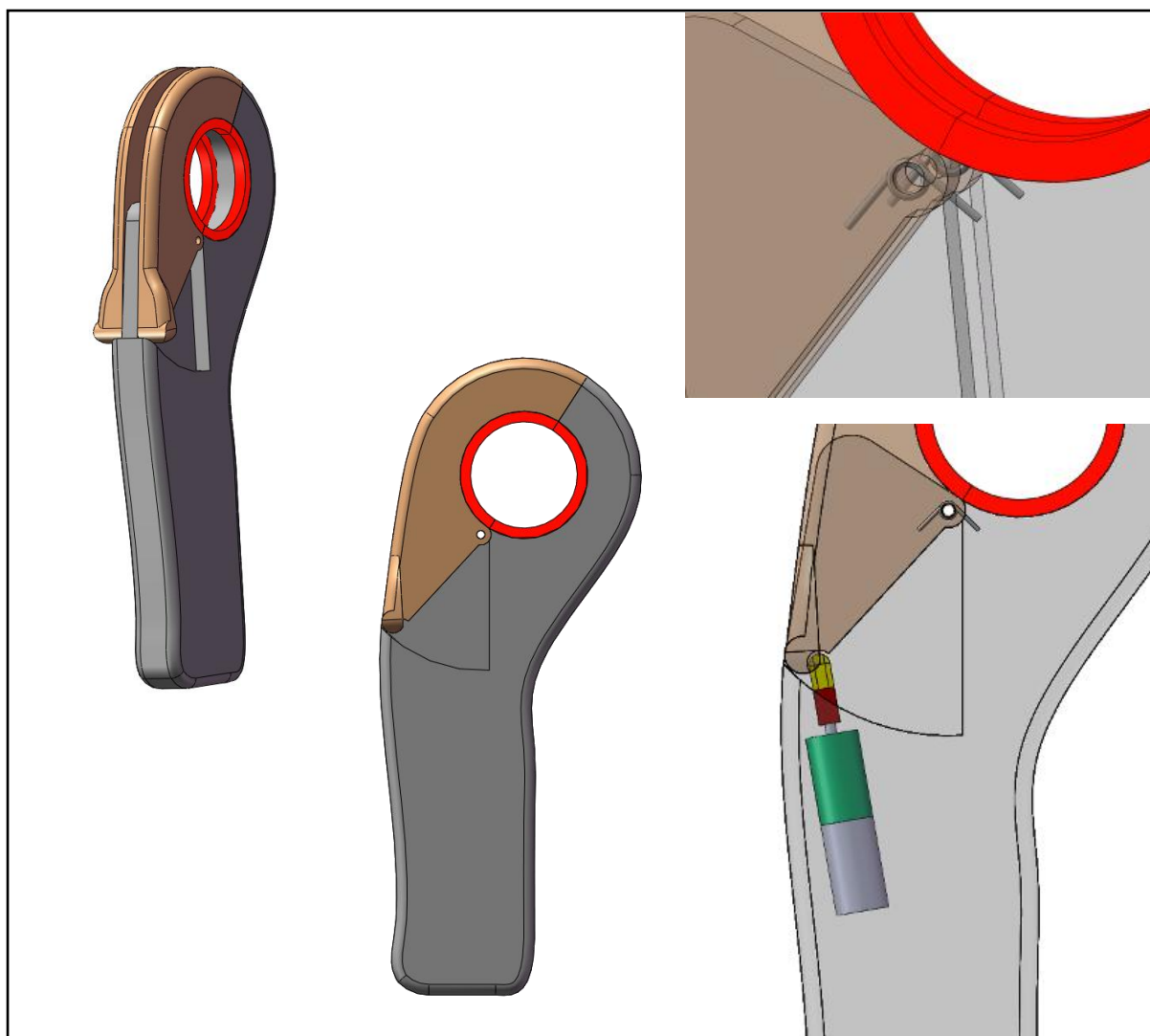
<sup>22</sup> Bron: [http://www.engineersedge.com/calculators/torque\\_calc.htm?a=48&b=.25&c=19](http://www.engineersedge.com/calculators/torque_calc.htm?a=48&b=.25&c=19)

<sup>23</sup> Voorbeeld van een geschikte elektromotor: <http://shop.conrad.nl/modelbouw/modelbouw-motoren/modelbouw-transmissiemotoren/233130.html>



### 3.3.4 UITWERKING GEKOZEN WERKINGSPRINCIPE

Het totale automatische lock-up mechanisme zal er globaal uitzien zoals weergegeven in afbeelding 3.3.4.a. De hipposluit en klemt door gebruikt te maken van torsieveren en zal in ongebruikte toestand gesloten zijn. Als de operator de laskop wil gaan bevestigen aan de buizen, kan hij met behulp van duimgrepen de hipposluitingshelften open duwen en de laskop om de buizen heen klemmen. Nadat de laskop naar wens gepositioneerd is, kan de operator de multifunctionele kabel aansluiten en via de interface<sup>24</sup> in de laskop de vergrendeling in gang zetten.



3.3.4.a Overzichtstekening van de hipposluiting met automatische klemming d.m.v. een torsieveer en een elektromotor met schroefdraad als actuator.

Eventueel is het mogelijk met behulp van een contactsensor aan de bovenzijde van de laskop, te bepalen of de laskop echt gesloten is, alvorens de vergrendeling in gang wordt gezet. Is de laskop namelijk open, dan zal de vergrendeling niet aangrijpen op de hipposluitingshelften.<sup>25</sup>

<sup>24</sup> Niet in de afbeelding, zie aanbevelingen in hoofdstuk 4

<sup>25</sup> Niet behandeld in dit verslag, zie aanbevelingen in hoofdstuk 4

## 3.4 COLLETMANAGEMENT

### 3.4.1 INLEIDING

In hoofdstuk 1.2.5 is aangegeven dat er twee principes gebruikt kunnen worden om de twee buisdelen die aan elkaar gelast dienen te worden, vast te klemmen. Bij kleine buisdiameters wordt er vaak gebruik gemaakt van een gesloten laskop met diverse collets, die variëren in binnendiameter. In hoofdstuk 2.2.3 is uitgelegd dat collets inzetstukken zijn om de diameter van het gat in de laskop om te vormen naar de diameter van de te lassen buis. Bij grotere buisdiameters wordt er voor de inklemming gebruik gemaakt van een open laskop met een in diameter verstelbare automatische klemming. In hoofdstuk 1.4 is aangegeven dat de PW-8-H2 vanwege zijn buisdiameterbereik een colletsysteem zal bevatten. Dit gegeven wordt bevestigd door de conclusies uit het marktonderzoek in hoofdstuk 2.6.3. In deze paragraaf wordt het colletsysteem behandeld.



3.4.1.a Voorbeeld van een colletsset

### 3.4.2 MAATVOERINGEN

Afhankelijk van het bereik van de elektrode kunnen er veel verschillende colletssets in één laskop geplaatst worden. De PW-8-H2 zal buisdiameters van 0,98" tot 2,05" moeten kunnen lassen<sup>26</sup>. Dit komt overeen met een buisdiameter van 25 mm tot 52 mm. In dit bereik van buisdiameters zijn er een groot aantal buisdiameters verkrijgbaar bij buizenleveranciers. Deze zijn weergegeven in tabel 3.4.2.a. In de tabel zijn voor het overzicht ook de leverbare buisdiameters weergegeven die de PW-8-H1 zou moeten kunnen lassen. Hierop wordt in dit verslag verder niet ingegaan.

3.4.2.a buisdiameters in het bereik van ½" tot 2" verkrijgbaar bij de grootste buizen-leveranciers (MCB, van Leeuwen en Dockweiler)<sup>23</sup>

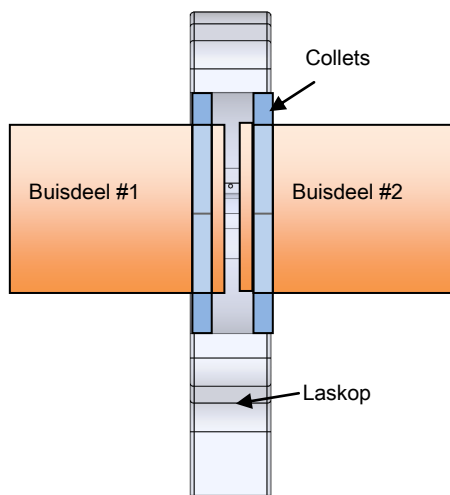
PW-8-H1			PW-8-H2	
mm	inch		mm	inch
12,00	0,47		25,00	0,98
12,70	0,50		25,40	1,00
13,00	0,51		26,67	1,05
13,72	0,54		26,90	1,06
14,00	0,55		28,00	1,10
15,00	0,59		30,00	1,18
15,88	0,63		31,80	1,25
16,00	0,63		32,00	1,26
17,15	0,68		33,00	1,30
17,20	0,68		33,40	1,31
18,00	0,71		33,70	1,33
19,00	0,75		34,00	1,34
19,05	0,75		35,00	1,38
20,00	0,79		38,00	1,50
21,30	0,84		38,10	1,50
22,00	0,87		40,00	1,57
23,00	0,91		42,00	1,65
25,00	0,98		42,16	1,66
25,40	1,00		42,40	1,67
26,67	1,05		43,00	1,69
			44,50	1,75
			48,26	1,90
			48,30	1,90
			50,00	1,97
			50,80	2,00
			52,00	2,05

<sup>26</sup> Bepaald in hoofdstuk 1.4.2

<sup>27</sup> <http://www.mcb.nl/smallcms/index.php?id=200>

<http://www.vanleeuwenbuizen.nl/nl/producten.aspx?groupid=37>

<http://www.dockweiler.com/www/1/3/Products/Tube-systems-for-fluids>

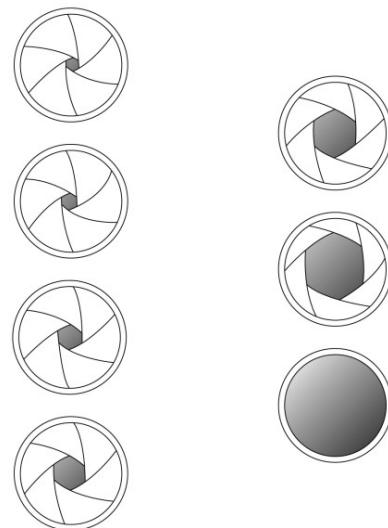


3.4.2.b Dwarsdoorsnede van een laskop met twee rechte buizen ingeklemd

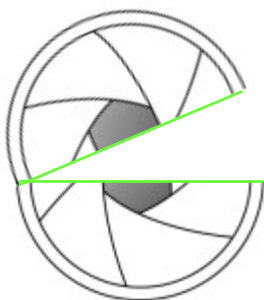
In de tabel is te zien dat er meer dan 25 diameters in het bereik van de PW-8-H2 liggen. Voor elke las tussen twee buizen zijn twee colletsets nodig. Om al deze buisdiameters te kunnen lassen zijn dus al meer dan 100 collets benodigd. Deze zullen allemaal gemaakt moeten worden, maar het is onpraktisch om deze allemaal mee te leveren bij de PW-8, omdat zoveel collets een aanzienlijk gewicht hebben en veel ruimte innemen. De meeste operators zullen slechts een kleine selectie van de collets nodig hebben. Afhankelijk van de toepassing van de PW-8-H2 zal de operator waarschijnlijk vaak dezelfde soort buisdiameters lassen. Er zullen in de praktijk dus maar een klein aantal colletsets bij de lasmachine voorhanden moeten zijn, om de operator het grootste deel van zijn/haar werk te kunnen laten doen. In het bestelproces kan de operator aangeven welke colletsets geleverd moeten worden. Als er een buisdiameter gelast moet worden waarvan de colletset niet aanwezig is, kan de operator de bijbehorende colletsets bestellen. Ook kunnen speciale diameters op deze manier on-demand geproduceerd en besteld worden.

## DIAFRAGMA

Door gebruik te maken van een diafragma in plaats van collets, kan een groot bereik aan binnendiameters behaald worden. Het diafragma zorgt in dit geval voor de klemming en de afsluiting van de gesloten kamer rondom de lasnaad. Een diafragma werkt echter alleen goed als je uitgaat van een volledige cirkel. Aangezien de buis na het lassen uit de laskop gehaald moet worden zal het diafragma dus uit twee (of meer) delen moeten bestaan. Dit is zeer moeilijk te realiseren. Verder is vervorming van het materiaal van een diafragma ook een vereiste om een diafragma te laten werken. Dit is echter niet gewenst, omdat de collets de buizen juist stevig in moeten klemmen. Dit alternatief is daarom niet gunstig om te gebruiken en er zal in deze paragraaf verder gegaan worden met de "normale" collets.



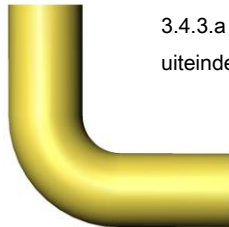
3.4.2.c De werking van een diafragma



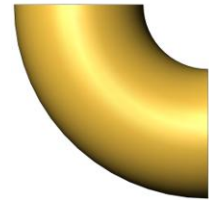
3.4.2.d Het is zeer moeilijk een diafragma uit twee helften te laten bestaan.

### 3.4.3 ELBOWCOLLETS

Naast lasverbindingen tussen twee rechte buisdelen, moet de laskop ook gebogen buisdelen kunnen lassen, zogenaamde lasbochten. Deze lasbochten bestaan soms uit een bocht met aan de uiteinden een stuk rechte buis (bijvoorbeeld bij sommige lasbochten van Dockweiler). In dit geval is het proces gelijk aan het aan elkaar lassen van twee rechte buizen, mits het rechte stuk lang genoeg is om normale collets op te klemmen.

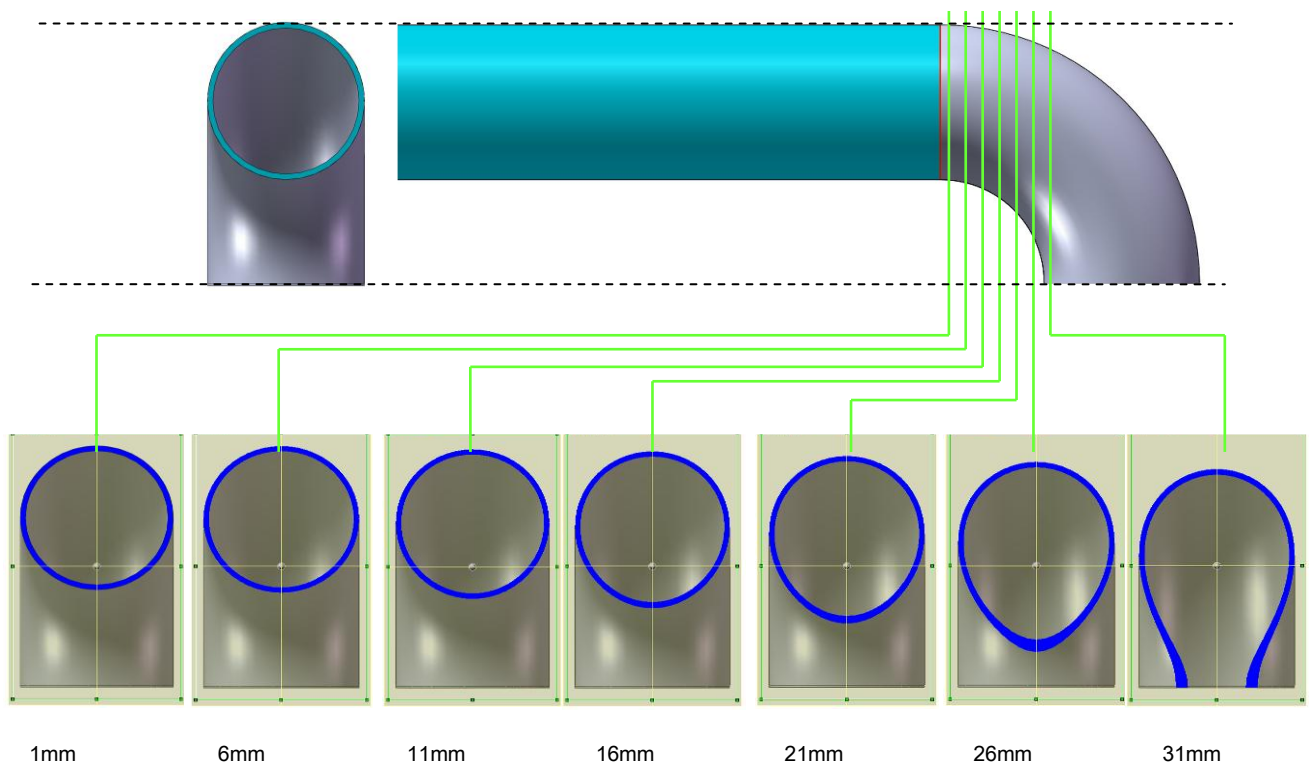


3.4.3.a Voorbeeld van een lasbocht met rechte stukken buis aan de uiteinden.



3.4.3.b Voorbeeld van een lasbocht zonder rechte stukken.

Lasbochten worden echter ook vaak geleverd zonder rechte stukken aan de uiteinden. Bij het aan elkaar lassen van een rechte buis aan zo'n lasbocht treedt een probleem op. De colletset die de lasbocht moet inklemmen kan de lasbocht niet correct inklemmen als deze een ronde binnenvorm heeft. Er is een ovale binnenvorm nodig om een goede afsluiting en klemming tot stand te brengen. Hoe verder de collets van de lasnaad geplaatst zijn, hoe ovaler de binnenvorm van de colletset wordt (zie afbeelding 3.4.3.c)



3.4.3.c De vorm van de ovaal die de binnenvorm van de collet zou moeten hebben veranderd naar mate je verder van de lasnaad komt.

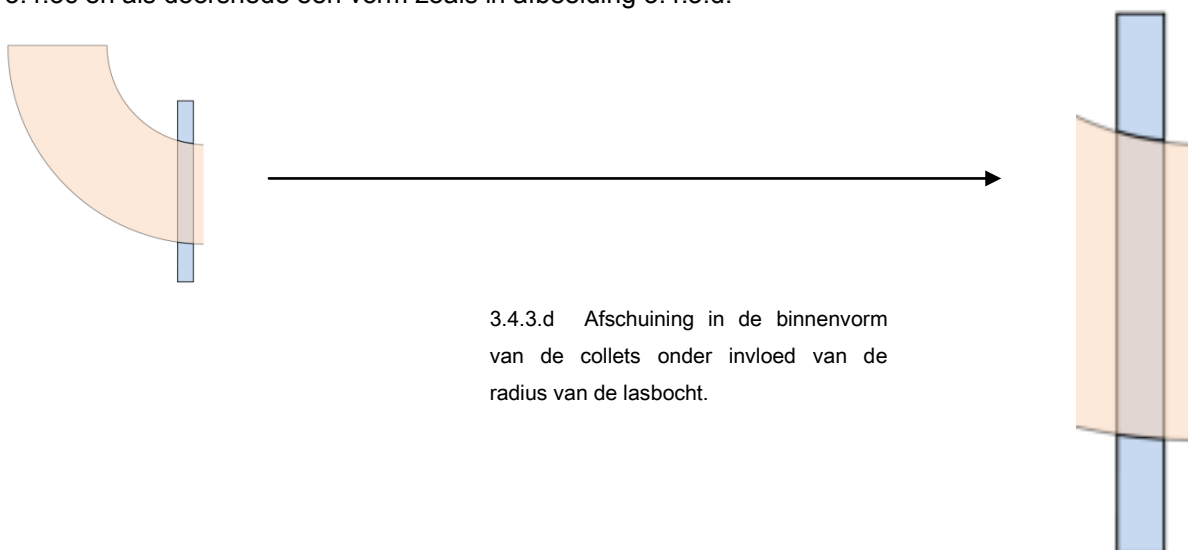
Om deze binnenvorm van de colletset te realiseren zijn er een tweetal oplossingen bedacht. Deze zijn op de volgende pagina genoemd.

## FLEXIBELE ELBOWCOLLETS

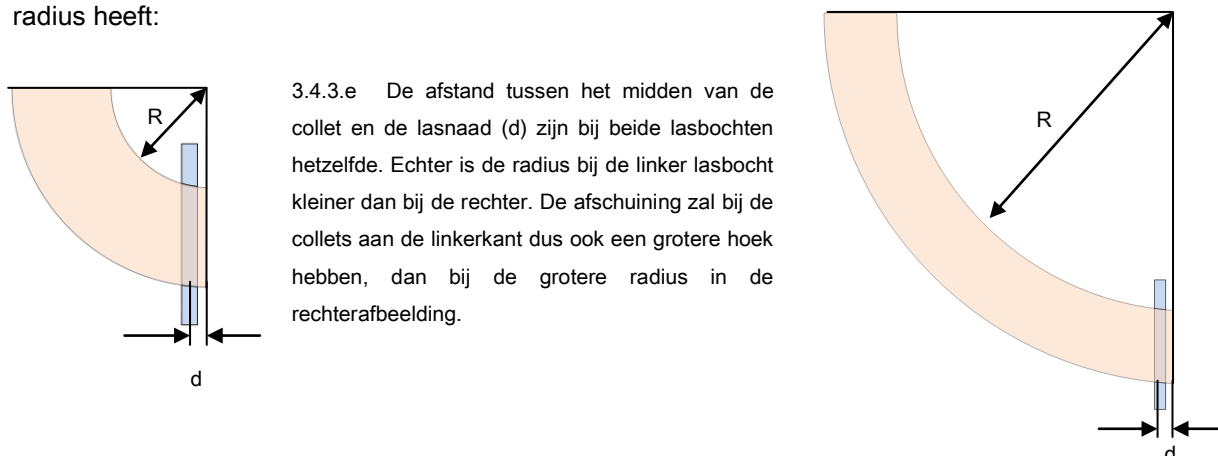
Het probleem dat op de vorige pagina geschetst wordt kan met behulp van een colletset die uit flexibel materiaal bestaat opgelost worden. Het flexibele gedeelte van de colletset moet zich om de ovaalvorm heen vormen en zo voor een gesloten kamer zorgen. Tevens moet het flexibele gedeelte in gesloten toestand stijf genoeg zijn om de laskop op de buizen te klemmen. Het materiaal moet dus zowel flexibel als stijf zijn, wat een zeer moeilijke eis is. Daarnaast moet het materiaal goed tegen hitte bestand zijn, aangezien er bij het lasproces veel warmteontwikkeling is. Het meest warmtebestendige flexibele materiaal is siliconenrubber. Dit is echter niet geschikt genoeg gebleken (zie bijlage VI) tegen de warmteontwikkeling die mogelijk zou kunnen optreden in de laskop. Deze oplossing is daarom verder niet behandeld.

## VOORGEVORMDE ELBOWCOLLETSETS

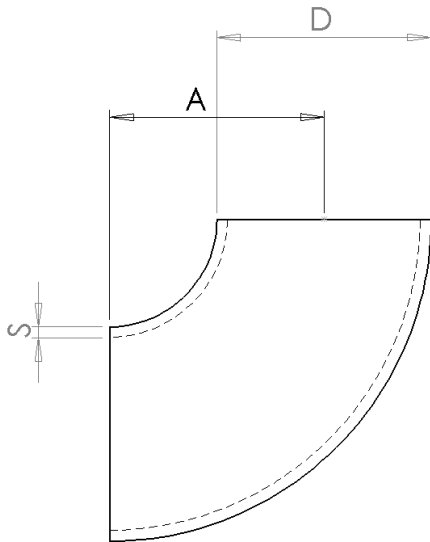
Een andere oplossing voor de benodigde ovale binnenvorm van de colletsets, zijn speciaal gevormde colletsets. De colletsets hebben een binnenvorm zoals één van de figuren in afbeelding 3.4.3c en als doorsnede een vorm zoals in afbeelding 3.4.3.d.



Er zal dus een afschuiving moeten zitten in de binnenvorm van de colletsets, zowel in de bovenste collet, als in de onderste. Om de afschuiving en de ovale vorm in de binnenvorm van de colletset te maken, moet naast de buitendiameter van de lasbocht ook de radius van de lasbocht bekend zijn. De afschuiving zal namelijk groter moeten zijn (een grotere hoek hebben) als de lasbocht een kleinere radius heeft:



Voor alle verschillende radii van de lasbochten moeten verschillende colletsets gemaakt worden. Hierbij zijn er een groot aantal mogelijkheden. De radius kan variëren van 0 mm tot oneindig groot. Echter is de afschuining die onder invloed van een zeer grote radius nodig is in de collet zo klein, dat deze verwaarloosbaar is. Zulke lasbochten zullen ook nagenoeg nooit gebruikt worden. De lasbochten die wel vaak gebruikt worden zijn echter wel talrijk. Voor elke buisdiameter genoemd in tabel 3.4.2.a is sowieso één lasbocht beschikbaar. Daarnaast zijn er bij sommige buisdiameters meerdere lasbocht-radii beschikbaar. Verder zijn er bij sommige buisdiameters lasbochten beschikbaar met een hoek van 90° en met een hoek van 45°. Alle mogelijke combinaties staan in tabel 3.4.3.f weergegeven.



3.4.3.f Overzicht van leverbare lasbochten bij drie grote buizenleveranciers, (van Leeuwen Buizen, MCB, Dockweiler). De waarden in de kolom A/D geven de verhouding tussen de radius en de diameter van de lasbochten aan. Hoewel de meeste A/D waarden tussen de 1 en de 2 liggen is er geen standaard verhouding tussen de twee waarden.

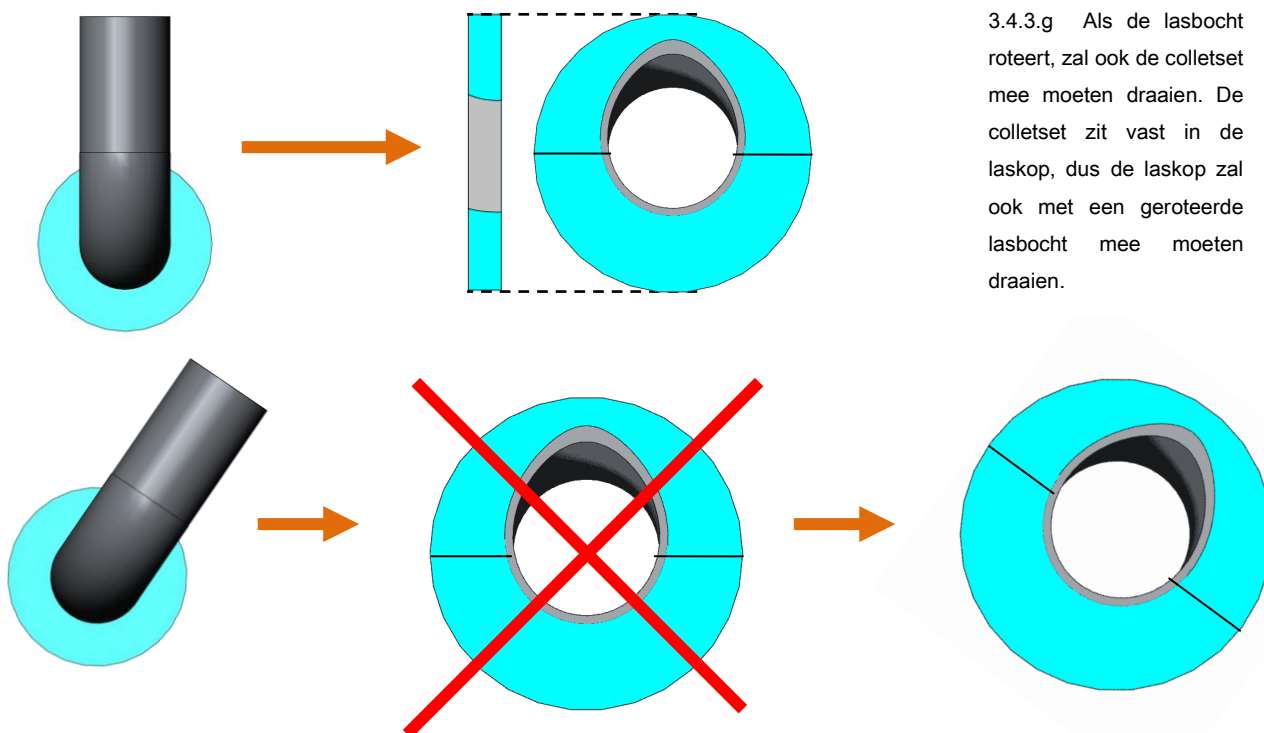
elbow diameter D (mm)	elbow diameter D (inch)	bijbehorende A (mm)	A/D	lasbochthoek
25,00	0,98	27,50	1,10	90
25,40	1,00	38,00	1,50	90
26,67	1,05	28,50	1,07	90
26,67	1,05	28,50	1,07	45
26,90	1,06	28,60	1,06	90
26,90	1,06	29,00	1,08	90
28,00	1,10	32,50	1,16	90
30,00	1,18	33,50	1,12	90
32,00	1,26	35,00	1,09	90
33,40	1,31	38,10	1,14	90
33,40	1,31	38,10	1,14	45
33,40	1,31	25,00	0,75	90
33,40	1,31	25,00	0,75	90
33,70	1,33	38,10	1,13	90
33,70	1,33	72,50	2,15	90
35,00	1,38	45,00	1,29	90
38,00	1,50	45,00	1,18	90
38,10	1,50	56,00	1,47	90
40,00	1,57	54,00	1,35	90
40,00	1,57	45,00	1,13	90
42,16	1,66	47,60	1,13	90
42,16	1,66	47,60	1,13	45
42,16	1,66	47,60	1,13	90
42,40	1,67	47,60	1,12	90
42,40	1,67	92,50	2,18	90
44,50	1,75	51,00	1,15	90
48,26	1,90	57,20	1,19	90
48,26	1,90	57,20	1,19	45
48,26	1,90	38,00	0,79	90
48,26	1,90	57,20	1,19	45
48,26	1,90	38,00	0,79	90
48,30	1,90	57,20	1,18	90
48,30	1,90	110,00	2,28	90
50,80	2,00	72,00	1,42	90
51,00	2,01	67,50	1,32	90

Ook bij lasbochtcollets zal gelden dat slechts een klein aantal radii van een klein aantal diameters gebruikt zal worden door de operator. Daarom is bij het leveren van de speciaal gevormde elbowcollets ook het on-demand principe omschreven in paragraaf 3.4.2 van toepassing. De operator zal de meest gebruikte collets bij zich hebben en voor lasbochten met een afwijkende radius of diameter zullen extra colletsets besteld kunnen worden. Naast het groot aantal benodigde collets heeft deze oplossing verder weinig nadelen. Er is daarom besloten deze verder uit te werken. De problemen die nog wel optreden zijn op de volgende pagina behandeld.

Voorbeelden van afbeeldingen van de hierboven beschreven colletsets voor lasbochten zijn weergegeven in Bijlage VII.

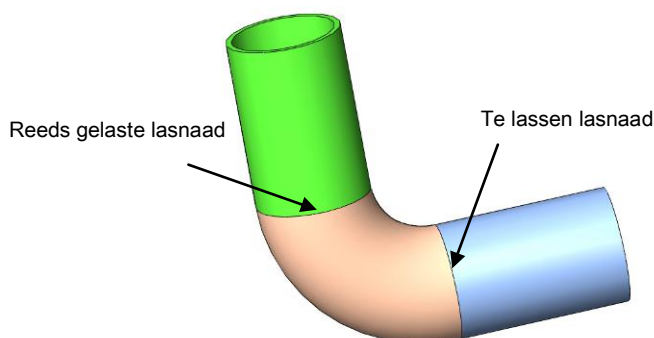
## UITLIJNING VAN DE LASKOP BIJ ELBOWCOLLETS

Elbowcollets zijn uniek in vorm en kunnen slechts voor één combinatie van buisdiameter en lasbochtradius gebruikt worden. Ze kunnen echter wel voor zowel 90° lasbochten als 45° lasbochthoeken gebruikt worden, zolang de radius maar gelijk is (zie bijlage VII). Deze elbowcolletsets zijn zowel van voren als van de zijkant gezien niet symmetrisch en daarom ook **niet roteerbaar** rond de te lassen lasbocht. Er is maar één manier waarop de colletset juist geplaatst kan worden en precies om de lasbocht heen past. Aangezien de colletset in de laskop vergrendeld is, is het dus noodzakelijk ook de laskop altijd juist ten opzicht van de lasbocht te positioneren. In afbeelding 3.4.3.g is het probleem stap voor stap weergegeven.



3.4.3.g Als de lasbocht roteert, zal ook de colletset mee moeten draaien. De colletset zit vast in de laskop, dus de laskop zal ook met een geroteerde lasbocht mee moeten draaien.

De onderstaande afbeeldingen geeft een voorbeeld van een lassistuatie weer:



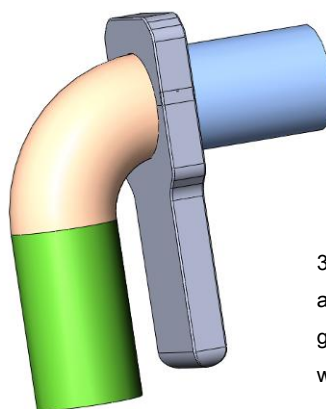
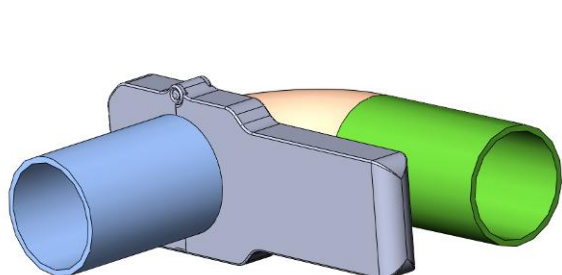
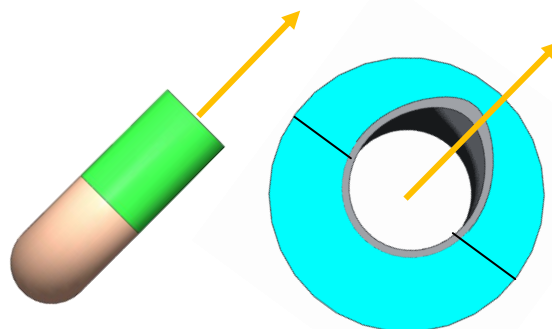
3.4.3.h lassistuatie waarbij een lasbocht aan twee rechte buizen gelast moet worden. In dit voorbeeld is de groene buis reeds vastgelast; de blauwe buis moet nog vastgelast worden aan de lasbocht.

De lasnaad tussen de lasbocht en de blauwe buis is de lasnaad die gemaakt moet worden; de lasnaad tussen de groene buis en de lasbocht laten we buiten beschouwing. Het is nu dus zaak dat de operator de laskop zo plaatst dat de punt van de ovale binnenvorm van de colletset **evenwijdig aan**



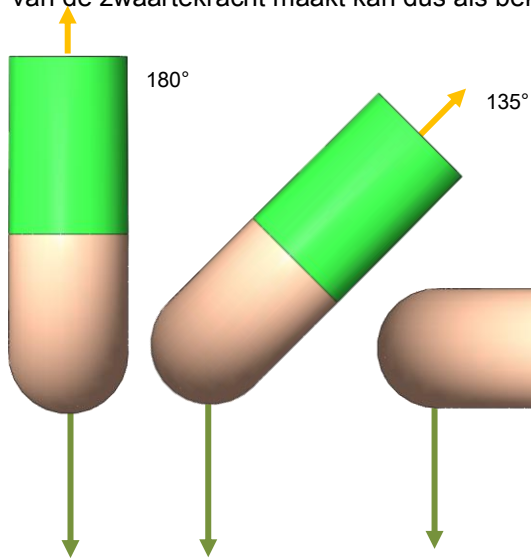
en langs<sup>28</sup> de groene buis geplaatst wordt. Zodoende zal de ovale binnenvorm altijd op de juiste manier om de lasbocht heen klemmen. Dit principe is in afbeelding 3.4.3.i weergegeven en in afbeelding 3.4.3.j zijn twee voorbeelden hiervan te zien.

3.4.3.i de laskop moet altijd evenwijdig aan en langs de groene, reeds gelaste buis geplaatst worden. Zodoende zit de colletset altijd juist op de lasbocht uitgelijnd.

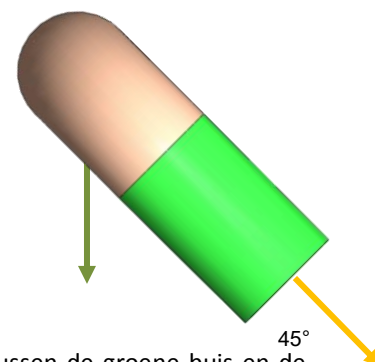


3.4.3j De laskop moet altijd evenwijdig aan de groene buis gehouden worden

Als we dit principe doortrekken kan er gesteld worden dat de hoek die de groene buis maakt met de zwaartekracht dus altijd hetzelfde moet zijn als de hoek die de top van de ovale binnenvorm van de collet maakt met de zwaartekracht. Omdat de hoeken waaronder lasbochten in bijna alle industriële toepassingen standaard hoeken zijn (zie afbeelding 3.4.3.k), zal de operator weten welke hoek de lasbocht die hij/zij gaat lassen met de zwaartekracht gaat maken. Bij gevallen waarin dit niet bekend is, zal de operator dit op kunnen zoeken of op kunnen meten. De hoek die de lasbocht ten opzichte van de zwaartekracht maakt kan dus als bekend verondersteld worden.



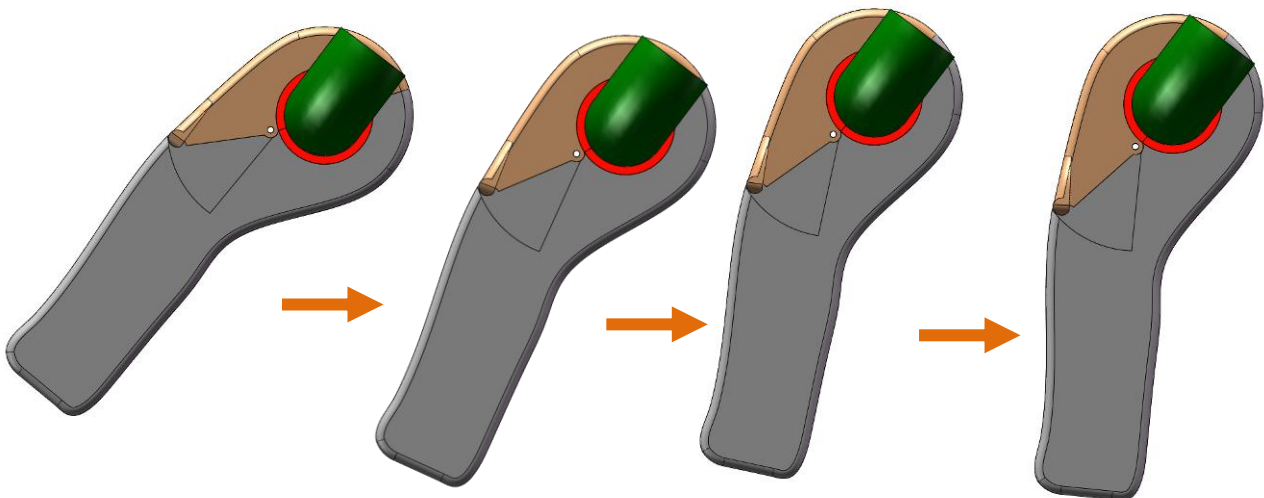
3.4.3.k standaard hoeken bij de meestgebruikte toepassingen.



<sup>28</sup> Als het ontwerptechnisch beter uitkomt, kan ook een andere standaardhoek tussen de groene buis en de punt van de ovale binnenvorm gekozen worden. De hoek moet dan echter wel in elke situatie gelijk zijn.



Als de hoek die de colletset (en dus de laskop) met de zwaartekracht maakt ook bekend is, kunnen deze twee waarden op elkaar afgestemd worden, zodat de operator de laskop altijd exact goed op de lasbocht plaatst. De operator zal deze uitlijning voor een groot deel op het oog kunnen doen, maar om een goede las te maken is een goede inklemming en afsluiting nodig en is er een preciezere methode nodig om de laskop en de lasbocht op elkaar uit te lijnen. De richting van de zwaartekracht kan gemeten worden met behulp van een inclinatiesensor<sup>29</sup>. Deze sensor meet de hoek tussen een vast punt in de laskop en de zwaartekracht. Door de operator de hoek die de lasbocht met de zwaartekracht maakt te laten invoeren in de interface van de PW-8-H2, kan er, met behulp van de zwaartekrachtrichting die de sensor meet, een feedback worden gegeven aan de operator over de positionering van de laskop. Met behulp van deze feedback kan de operator de laskop precies goed positioneren. De feedback vindt real-time plaats en zal met behulp van licht en geluidssignalen overgebracht worden naar de operator. Er kan bijvoorbeeld gedacht worden aan een knipperende LED en een piep-signaal, die met een steeds hogere frequentie piepen en knipperen als de operator met de laskop meer in de buurt van de gewenste uitlijning komt.



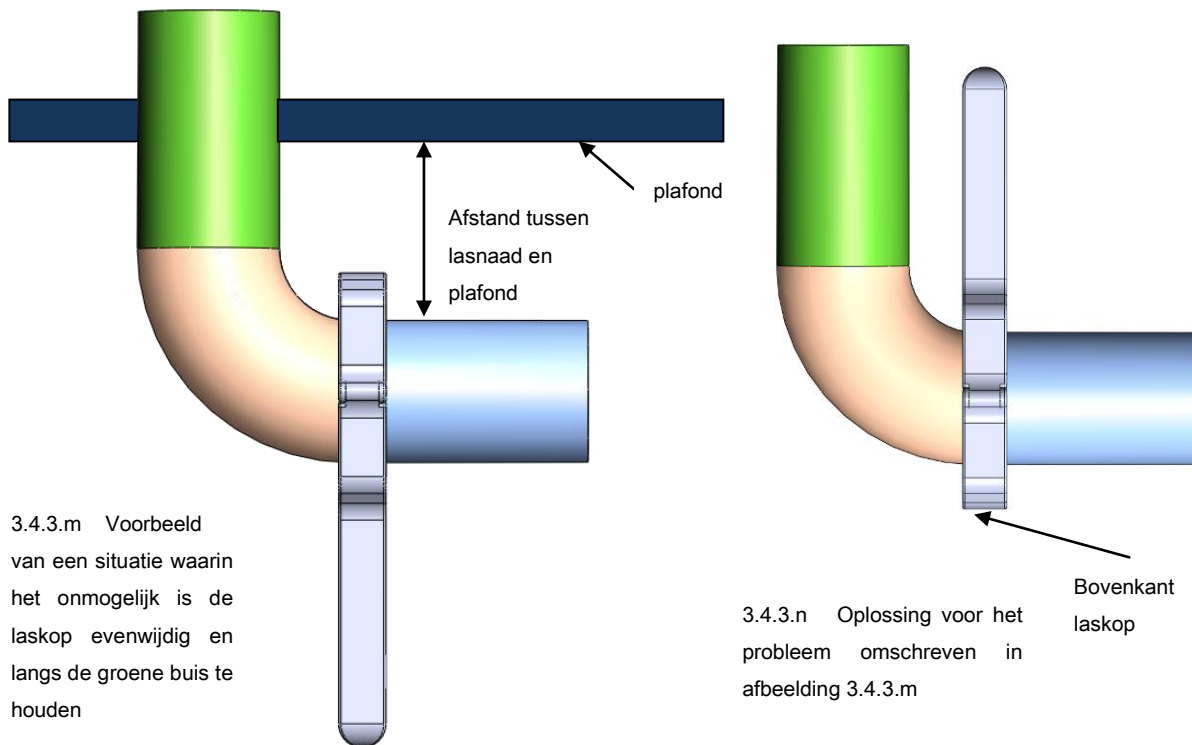
Piep.....piep.....piep.....piep.....piep.....piep.....piep.....piep.....piep.....piep..piep..piep.

3.4.3.I hoe dichter de operator bij de gewenste uitlijning komt, hoe sneller een een piepje klikt of een ledje knippert

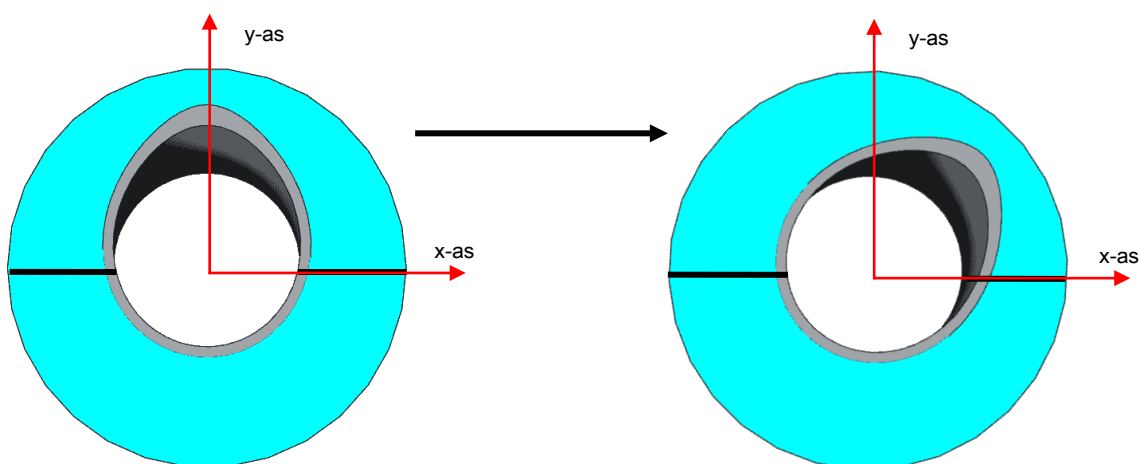
Bij het verwerken van dit systeem in de laskop, moet er wel rekening worden gehouden met de afwezigheid van een externe stroombron voor de sensor, de interface (om de hoek tussen de zwaartekracht en de lasbocht in te voeren) en de feedbacksignalen. Dit is echter gemakkelijk te ondervangen door gebruik te maken van een batterijtje in de laskop.

<sup>29</sup> Voor andere toepassingen die buiten deze Bachelor Opdracht vallen heeft PenWeld aangegeven een dergelijke sensor in de laskop te willen plaatsen. Er is daarom bij het zoeken naar een oplossing gebruik gemaakt van dit systeem. Voorbeeld van een geschikte inclinatiesensor: <http://www.dis-sensors.nl/producten/downloads.asp?path=../../downloads/Nederlands/Sensors/-QG%20-%20Acceleration%20and%20Inclination/QG65%20series/&object=QG65%20Analog%20out>.

Afhankelijk van de plek waar de operator de las tussen een lasbocht en een ander stuk buis zal maken, kan er een beperking in bewegingsruimte zijn wat het onmogelijk maakt om de laskop **evenwijdig en langs** de groene buis te houden. Als bijvoorbeeld de groene buis een plafond in gaat, zal de laskop mogelijk niet tussen het plafond en de blauwe buis passen.



In dit geval zouden de boven en onderkant van de lasbochtcolletset omgewisseld kunnen worden, zodat de laskop 180° gedraaid kan worden en wel op de juiste manier bevestigd kan worden. Het omwisselen van de bovenste en de onderste collet biedt deels een oplossing, maar er zijn nog steeds configuraties waarin de laskop niet evenwijdig aan de lasbocht uitgelijnd kan worden. In zo'n situatie kan er een aangepast on-demand colletset gemaakt worden, waar de deellijn van de twee collets onder een hoek loopt met de top van de ovale binnenvorm.

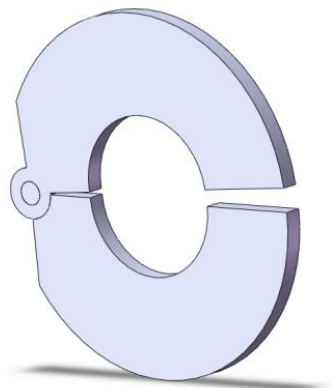


### 3.4.4 VERBINDEN VAN COLLETS

Bij het aan elkaar lassen van twee buizen is er voor beide buizen een colletset nodig om de buis in te klemmen. De twee collets van een rechte colletset zullen identiek zijn, bij een elbowcolletset zullen de collets niet identiek zijn. Bij het opbergen en in gebruik nemen van de collets zullen altijd collets gebruikt moeten worden die bij elkaar horen. De operator kan per ongeluk een collet pakken die 1 mm in binnendiameter verschilt van de andere collet, waardoor de buis niet goed ingeklemd wordt. De collets moeten daarom bij voorkeur aan elkaar verbonden zijn of eenvoudig te identificeren en aan elkaar te refereren zijn.

#### SCHARNIERVERBINDING

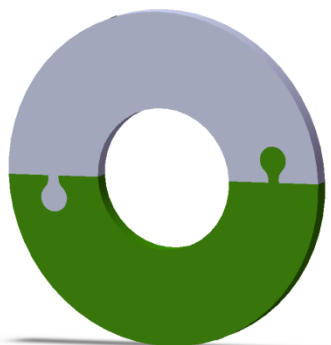
De meest voor de hand liggende optie is om de collets met behulp van een scharnier aan elkaar te verbinden. Dit is echter alleen mogelijk, wanneer de colletsets gesloten worden rondom de buizen voordat de laskop rondom de buizen sluit. Het geheel kan namelijk maar om één scharnierpunt draaien. Het toepassen van deze optie betekent dus dat het sluiten van de laskop uit een extra handeling bestaat. Dit is niet gewenst en deze optie valt daarom af.



3.4.4.a collets verbonden door een scharnier

#### SLUITPROFIEL

Een andere optie is om de twee collets in elkaar te vergrendelen met een T-profiel of een puzzelstukjes-profiel. Dit profiel zou dan voor elke combinatie van collets een andere vorm kunnen hebben, zodat er geen fouten gemaakt kunnen worden. Een nadeel aan deze optie is dat de collets eerst zijwaarts om de buis moeten worden geplaatst, wat door het klemkarakter van een colletset problemen kan opleveren. Daarna moet de laskop om de colletset heen geklemd worden, wat een extra handeling aan het proces toevoegt. Na het lasproces moeten de collets zijwaarts uit elkaar geschoven worden, wat vrijwel onmogelijk is. Deze nadelen bij elkaar maken dat deze optie ook afvalt.



3.4.4.b collets verbonden door een sluitprofiel

#### KETTING

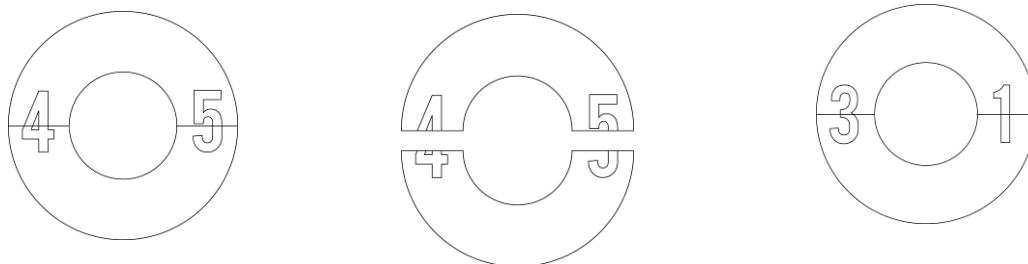
Een minder elegante oplossing is om de twee collets met behulp van een ketting of een kabel aan elkaar te verbinden. Deze optie verdient vanuit het oogpunt van vormgeving niet de voorkeur en valt daarom af.



3.4.4.c collets verbonden door een ketting

## COMPLEMENTAIRE AFBEELDING

Een andere optie is om op beide collets een afbeelding te zetten die samen een volledige afbeelding vormen. Zodoende ziet de operator meteen een mogelijke foute combinatie van twee niet complementaire collets, als de afbeelding geen geheel vormt.



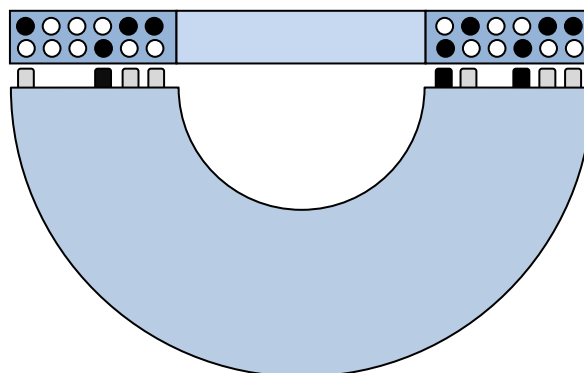
3.4.4.d Voorbeeld van een complementaire afbeelding

Elke colletset moet een eigen afbeelding of code hebben en de bovenste helften van verschillende codes mogen nooit gelijk zijn of passen op andere onderste helften. De afbeeldingen zullen op een slijtvaste manier op de collets aangebracht moeten worden, want deze moeten ook na een aantal jaren gebruik nog zeer goed zichtbaar zijn. De afbeeldingen zouden bijvoorbeeld in de collets gegraveerd kunnen worden.

## COMPLEMENTAIRE CODE

De collets zouden ook geïdentificeerd kunnen worden aan een patroon dat aangebracht is aan de onderkant van de collets (waar de collets op elkaar aansluiten). Dit patroon kan bestaan uit pinnetjes en gaatjes, die alleen bij complementaire collets in elkaar passen. Dit principe is te vergelijken met hoe een binaire code werkt. Door de geringe dikte van de collets (ongeveer 3 mm) zullen deze pinnetjes en gaatjes slechts een diameter van 1 mm kunnen hebben. Aangezien de collets in een ruige en vuile omgeving gebruikt zullen worden, is er een grote kans dat een dergelijk systeem gauw tot verstopte gaatjes of vervormde pinnetjes zal leiden. Daarom valt ook deze optie af.

3.4.4.e de optie waarbij pinnetjes op een van de collets in gaatjes in de andere collet passen.



## CONCLUSIE VERBINDEN COLLETS

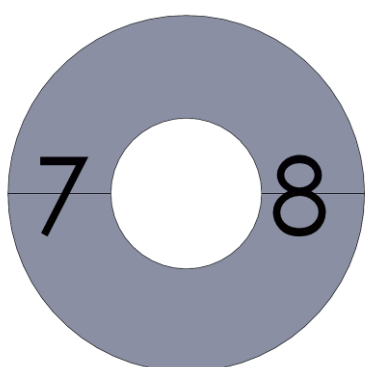
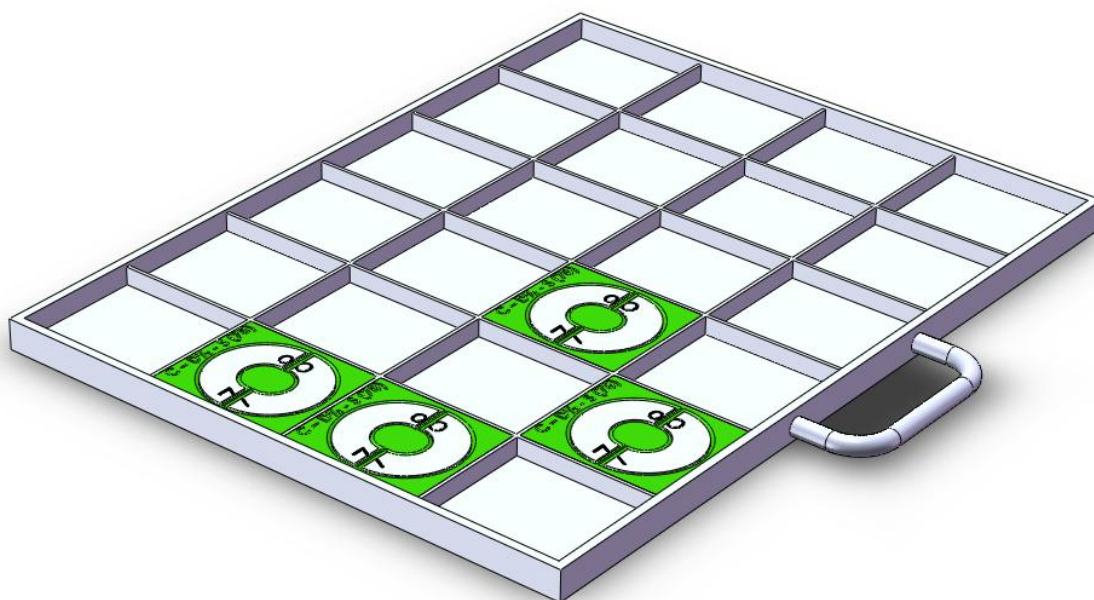
In onderstaande tabel zijn de voor- en nadelen van de verschillende opties nogmaals genoemd. Het aantal sterren geeft aan in welke mate de oplossing voldoet aan het criterium (1 is slecht, 5 is het best).

Oplossing:	Produceerbaarheid	Gebruiksgemak	Foutbestendigheid	Werking
Scharnierverbinding	*	**	*****	*
Sluitprofiel	***	*	*****	*
Ketting	**	***	*****	****
Complementaire afbeelding	****	***	***	****
Complementaire code	*	**	*****	***

Er is gekozen voor de oplossing van een complementaire afbeelding. Deze optie is de veiligste, meest robuuste en eenvoudigste optie. De code kan gecombineerd worden met de leveringscode van de colletset in het bestelsysteem. Ook kan deze afbeeldingscode gebruikt worden bij het opslaan van de collets, behandeld in de volgende paragraaf.

### 3.4.5 OPBERGSYSTEEM VOOR COLLETS

Afhankelijk van de toepassing waarin de operator de PW-8 zal gebruiken, zal hij/zij een aantal colletsets in opslag moeten hebben. In de vorige paragraaf is aangegeven dat de collets voorzien zijn van een complementaire code of afbeelding, zodat de operator altijd de goede colletset uit de opslag pakt. Een mogelijkheid voor de opslag van de colletsets is een la in de PW-8. In de la zullen een aantal plekken zijn, waarin de colletsets opgeborgen kunnen worden. Meestal zullen dit de meest gebruikte colletsets zijn, of de colletsets die de operator die dag nodig heeft. De la is zo vormgegeven dat vakken verschillende colletsethouders kunnen bevatten. Deze colletsethouders worden bij het bestellen van de collets meegeleverd en dienen vervolgens in de la gezet te worden. Op de colletsethouders staat dezelfde code als op de colletset en tevens is de uitsparing in de houder zo gevormd, dat alleen de bijbehorende colletset erin past. Zodoende heeft de operator genoeg ordening in het systeem om de altijd de goede colletset te pakken.



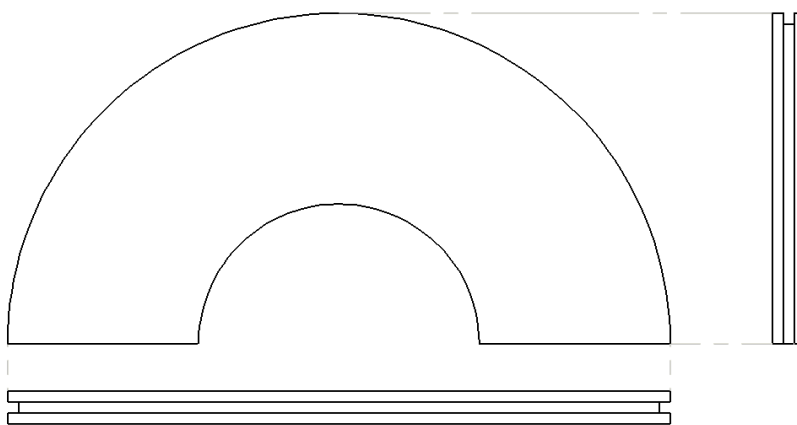
3.4.5.a Voorbeeld van een opberglade die in de PW-8 verwerkt zou kunnen worden. De groene collethouders zijn precies gevormd naar de maat van de colletset die erin moet. Tevens staat dezelfde code op de houder, die ook op de collets staat.

### 3.4.6 VERGREDELING COLLETS IN DE LASKOP

De collets moeten voordat het lasproces begint in de laskop geplaatst worden. Er mag hierbij minimale speling zijn ten opzichte van de laskop. De collets moeten verder op een gebruiksvriendelijke manier in de laskop bevestigd worden, het is van belang dat de operator zo min mogelijk handelingen hoeft te verrichten om de collets in de laskop te installeren. Er zijn diverse opties om de plaatsing en vergrendeling van de collets in de laskop te bewerkstelligen.

#### SPOOR

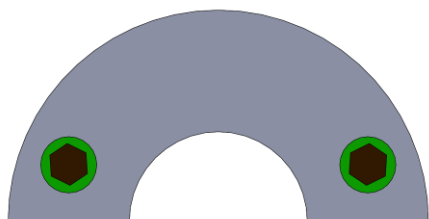
Met behulp van een uitlijnspoor in de zijkant van de collet kan een verplaatsing in de richting evenwijdig aan de buis tegengegaan worden. De collet moet van bovenaf in de laskop geplaatst worden en het spoor moet precies over een tegenovergesteld randje vallen dat in de laskop is aangebracht. Deze manier van fixeren in één as (evenwijdig met de buis) is een goede oplossing. Echter zal de collet ook in de andere richting (haaks op de buis) gefixeerd moeten worden om rotatie tegen te gaan en te voorkomen dat de collets uit de laskop kunnen vallen.



3.4.6.a Het uitlijnspoor wordt in de zijkant van de collet gefreesd.

#### BOUTJE

De collets kunnen met behulp van een boutje in de andere richting in de laskop worden vergrendeld. De operator zal bij deze oplossing echter telkens met een schroevendraaier of imbusleutel het boutje moeten losdraaien, alvorens hij de collets kan verwisselen. Dit duurt lang en is niet in overeenstemming met met de wens van PenWeld om een gemakkelijk te gebruiken apparaat te maken.



3.4.6.b De collets worden met behulp van één of meerdere boutjes in de laskop bevestigd. De laskop moet dan wel achter de schroefjes een schroefdraad bevatten.

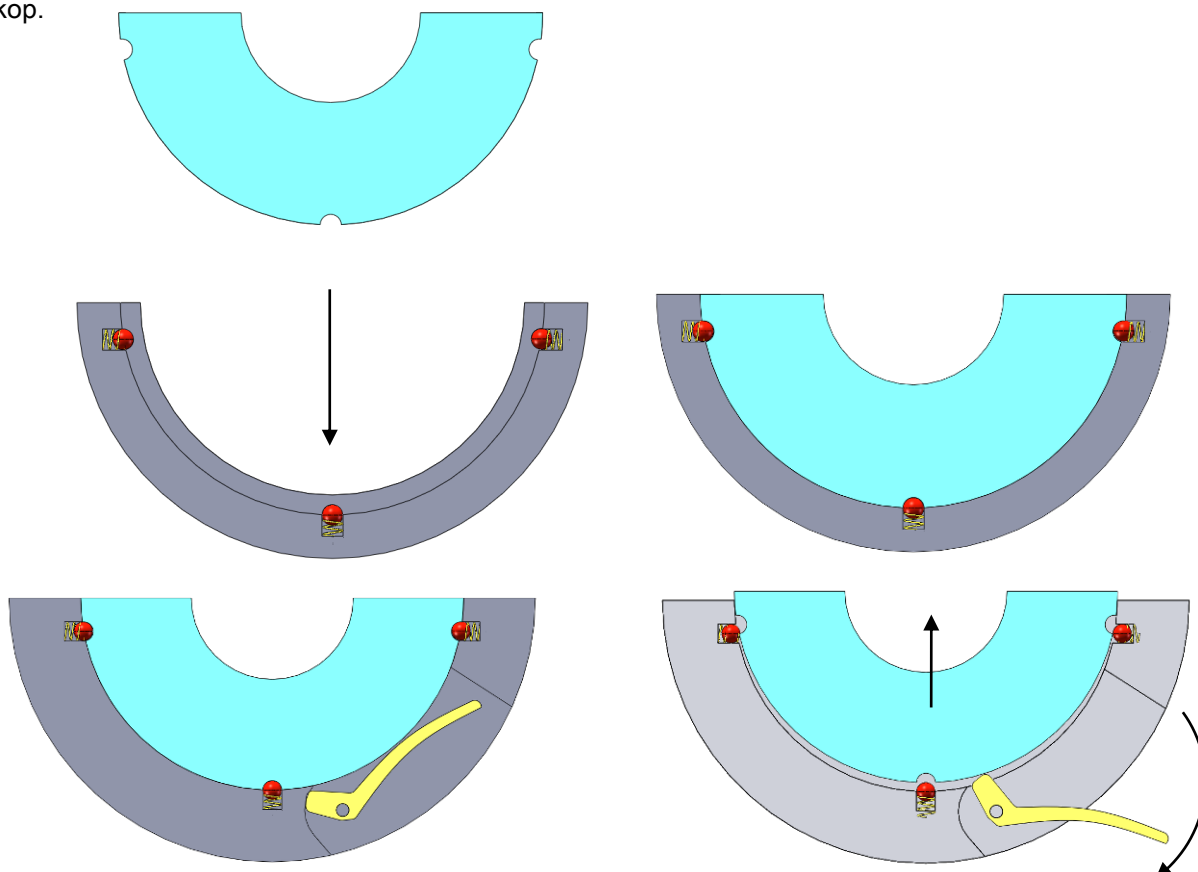


## MAGNEET

Met behulp van een magneet in de laskop zouden de collets ook op hun plek gepositioneerd kunnen worden. Ook als de magnetische kracht niet heel sterk is zou dit een oplossing zijn, aangezien de collets na het sluiten van de hipposluiting toch vastgedrukt worden door de hipposluiting zelf. Echter is het nadeel aan deze oplossing dat de magneet ijzervijsel en andere metalen aantrekt, waardoor de afdichting tussen de collets en de laskop in gevaar komt. Het grootste probleem echter is dat een magnetisch veld de meetsensoren<sup>30</sup> in de laskop kan verstoren.

## VEERTJES EN BALLETTJES IN DE LASKOP, INKEPING IN DE COLLETS

Met behulp van in de laskop aangebrachte balletjes met veertjes erachter, is het mogelijk de collets in te klemmen in het vlak loodrecht op de buis. De balletjes worden naar achteren gedrukt als de collets in de laskop geplaatst wordt. Daarna vallen ze precies in de inkeping in de collets. Vergelijkbare systemen worden in tentstokken en stofzuigerstangen gebruikt. Aan de onderzijde van de collets kan een palletje worden aangebracht, waardoor de collets eenvoudig verwijderd kunnen worden uit de laskop.



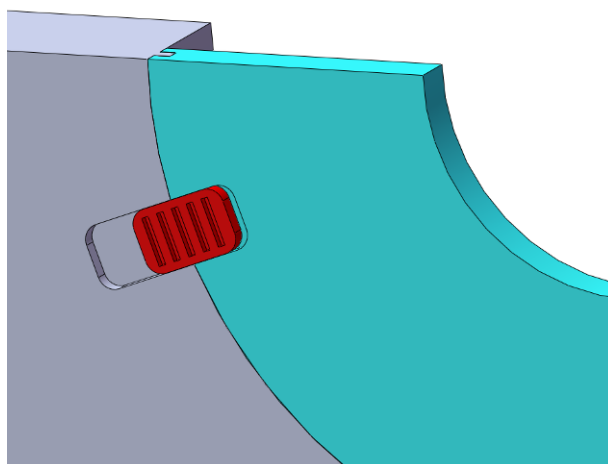
3.4.6.c De collet wordt van bovenaf in de laskop geplaatst. Daarbij schuift de collet vast in het spoor dat in de zijkant van de collet zit. Vervolgens drukt de operator de balletjes opzij door de collet in de laskop te drukken. Daarna klikken de balletjes terug in de inkepingen van de laskop. De collet kan verwijderd worden door met een palletje de collet weer uit de kop te drukken.

<sup>30</sup> Diverse lasparameters worden met sensoren gemeten. De elektronica wordt in dit verslag niet behandeld



## KLEM OP DEELVLAK

Een andere mogelijkheid voor het klemmen van de collethelften in de laskop, is het aanbrengen van een schuifklem op de bovenzijde van de helften, die eventueel ook met een veertje automatisch dichtschuift. Het nadeel van deze oplossing is de tweevoudige inklembeweging. De operator moet de collet in de laskop drukken en tegelijkertijd de schuifklemmen op de collet schuiven. Ook is het glijdende karakter van deze oplossing erg gevoelig voor vuil en aantasting.



3.4.6.d Met een klemmetje op de collets kunnen deze ook in de laskop vergrendeld worden.

## CONCLUSIE COLLETVERGREDELING

In onderstaande tabel zijn de voor- en nadelen van de verschillende opties nogmaals genoemd. Het aantal sterren geeft aan in welke mate de oplossing voldoet aan het criterium (1 is slecht, 5 is het best).

Oplossing:	Produceerbaarheid	Gebruiksgemak	Duurzaamheid	Werking
Spoor	****	****	****	****
Boutje	****	*	*****	****
Magneet	****	****	*	**
Veertje en balletjes	**	****	****	****
Klem op deelvlak	**	**	****	***

Aan de hand van bovenstaande opties is de meeste gemakkelijke en gebruiksvriendelijke optie een combinatie van de veertjes en balletjes in de laskop en een inkeping in de collets in combinatie met het spoor in de zijkant van de collet.

### 3.4.7 MATERIAALGEBRUIK

Collets krijgen veel warmteverschillen te verduren en zullen daarom van een duurzaam en hittetolerant materiaal gemaakt moeten worden. Bij het lasproces van bijvoorbeeld een buis van RVS zullen vaak spetters van het smeltbad afkomen. Om ervoor te zorgen dat deze spetters zo slecht mogelijk hechten aan de collets, kunnen de collets het beste van een ander materiaal dan RVS gemaakt worden, of een coating hebben waarop de spetters niet hechten. Het materiaal moet erg sterk en stijf zijn, aangezien de collets een klemmende functie hebben. Verder moet het corrosiebestendig zijn. Het beste materiaal dat om deze redenen gekozen kan worden is titanium. Dit metaal is bestand tegen grote temperatuurschommelingen, is erg corrosiebestendig en even sterk als staal. Een coating van keramiek kan gebruikt worden als bescherming tegen lasspetters.

### 3.4.8 CONCLUSIES COLLETMANAGEMENT

In paragrafen 3.3.1 tot 3.3.6 zijn een aantal aspecten van het colletmanagement besproken. De conclusies die getrokken kunnen worden wat betreft colletmanagement zijn hieronder nogmaals kort opgesomd:

Ondanks de grote hoeveelheid buisdiameters zal er gebruik worden gemaakt van losse collets, voor elke buisdiameter een eigen colletset. De collets worden on-demand geleverd om zo kosten, ruimte en gewicht te besparen. Dit geldt ook voor de elbow-collets. Hierbij is naast de diameter ook de radius belangrijk, aangezien elbowcollets een afschuining krijgen in de binnendiameter. Bij de elbowcollets moet de laskop altijd juist uitgelijnd worden ten opzichte van de lasbocht. Hierbij is de hoek tussen de zwaartekracht en de top van de ovale binnenvorm belangrijk. De colletsets zullen onderling op elkaar afgestemd worden door gebruik te maken van een complementaire afbeelding, waardoor de operator altijd de juiste combinatie van collets zal pakken. De collets worden in de laskop gefixeerd met behulp van een spoor in de zijkant van de collet en inkepingen in de collet waarin een balletje valt, dat door een veertje de collet inklemt.

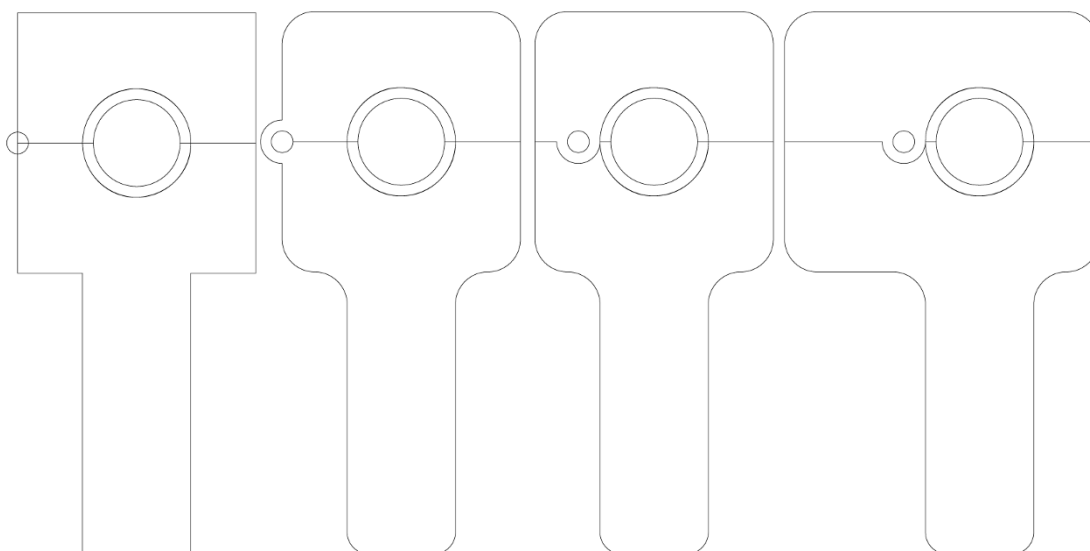
## 3.5 VORMGEVING EN TOPOLOGISCH CONCEPT

### 3.5.1 INLEIDING

De vormgeving van de gehele laskop is voor een groot deel vastgelegd door de componenten die in de laskop moeten zitten. Daarnaast spelen de wensen van PenWeld ten aanzien van de vormgeving van het ontwerp mee (paragraaf 2.5). Verder zijn er nog meer factoren die meespelen in het tot stand komen van de vormgeving, zoals eisen en wensen van gebruikers qua transport, onderhoud, ergonomie en interface. Gezien de verschuiving in het projectkader, zoals beschreven in paragraaf 1.4, zijn deze laatste punten niet verwerkt in de vormgeving behandeld in deze paragraaf. Er is wel kort onderzoek gedaan naar de ergonomie, zie bijlage VIII. Deze paragraaf biedt een globaal beeld van de vormgeving en geen uitgebreide vormstudie, schetsen, kleurstudies en dergelijke. Hier is bewust voor gekozen, omdat gezien het korte tijdsbestek van de opdracht alleen een globale vormgeving ontwikkeld is, die meer topologische onderbouwing heeft dan vormgevingstechnische achtergrond. Verdere uitwerking van de vormgeving is dus noodzakelijk en daarom ook genoemd in de aanbevelingen in paragraaf 4.2.

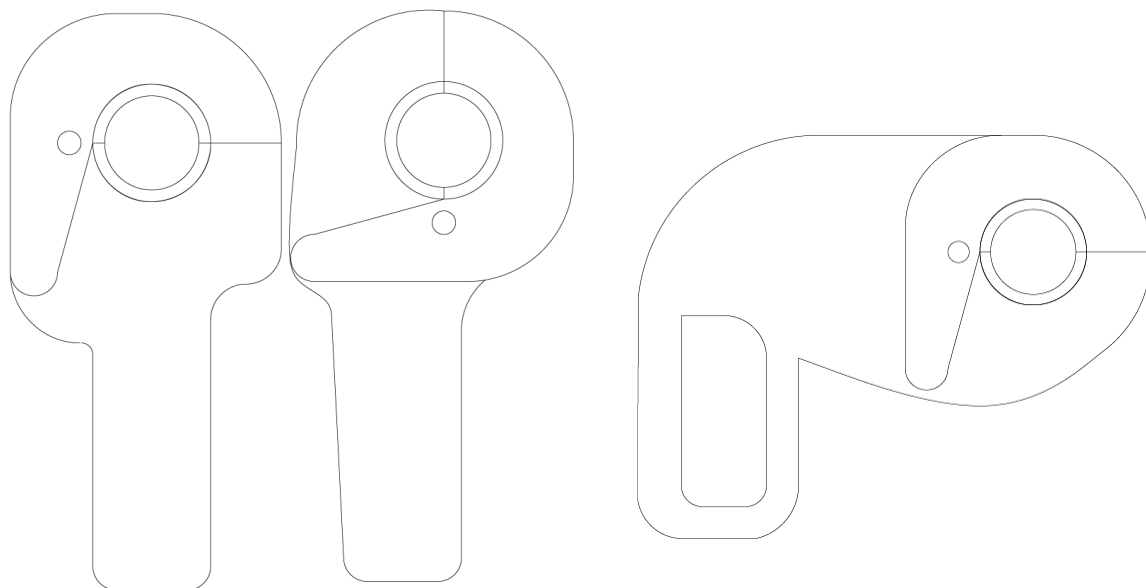
### 3.5.2 VORMEVOLUTIE

Uitgaande van de meest voorkomende vorm van laskoppen in de markt kan er een basisvorm voor de laskop gedefinieerd worden. Logischerwijs wordt deze basisvorm primair gedictieerd door de functionaliteit van de laskop. De tandheugel moet om de buis heen kunnen draaien, dus er moet een kamer rondom de laskop zijn. Ook moet het apparaat vastgehouden kunnen worden, dus is er sprake van een handvat. Deze basisvorm is bij de meeste apparaten van concurrenten (hierbij is gekeken naar de apparaten genoemd in het marktonderzoek in paragraaf 2.4) vormgegeven zoals de eerste figuren in afbeelding 3.5.2.a. Om de hipposluiting een arm te geven waarmee een groot genoeg moment geleverd kan worden om de laskop op de buis te klemmen, is de eerste stap een verlenging van de hipposluiting:



3.5.2.a basisvorm van de meeste concurrerende laskoppen en vormwijzigingen naar aanleiding van de benodigde arm van de hipposluiting

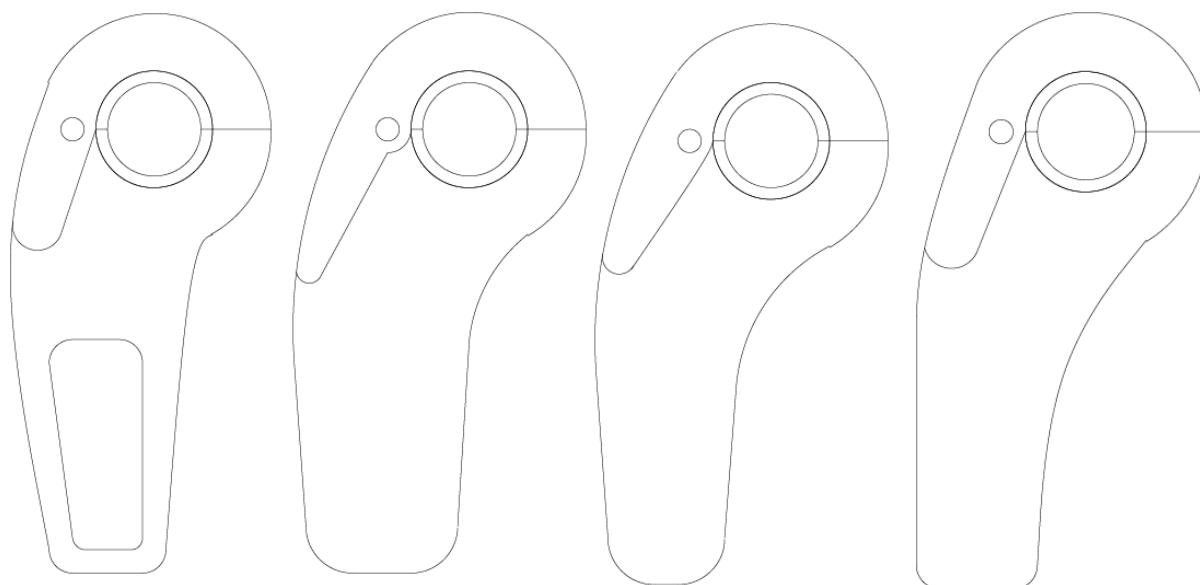
Vervolgens is er gekeken hoe deze arm op een manier verwerkt kan worden, waarbij het apparaat een minder lompe, rechthoekige vorm heeft en vloeiender en ronder vormgegeven is. Dit leverde de volgende ontwerpen op.



3.5.2.b Ontwerpvarianten met een slanker design door het anders plaatsen van de arm van de hippsluiting

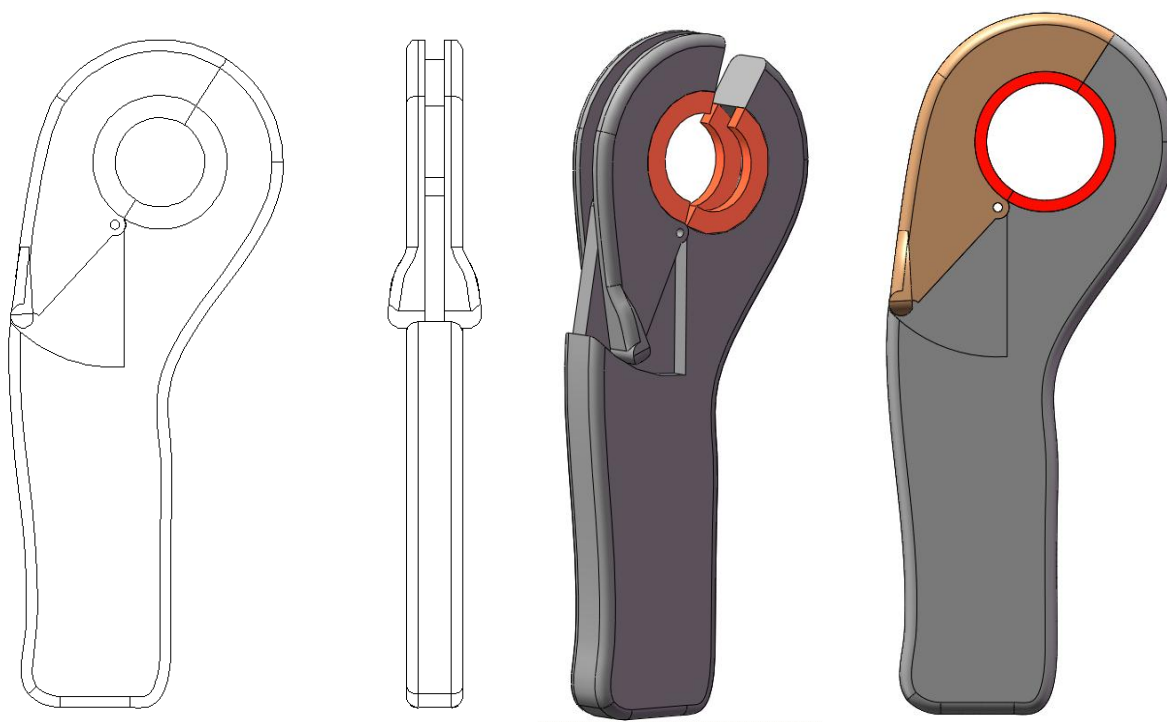
Het rechterontwerp is niet gunstig, aangezien het plaatsen van de laskop in moeilijke locaties met deze vorm vrij moeilijk is. Omdat de hippsluiting bij het plaatsen van de laskop eerst met de hand gesloten wordt (paragraaf 3.3.4) biedt de linkerafbeelding de meest gebruiksvriendelijke oplossing. Hierbij kan de sluiting met een vooruit-drukkende beweging van de duim gesloten worden.

Aan de hand van deze variant is gekeken naar de resultaten uit het vormgevingsonderzoek (zie paragraaf 2.5). Hierin staat dat de laskop niet rechthoekig moet zijn, maar vloeiend en ergonomisch gevormd. Ook is het gewenst dat de vorm refereert aan het proces dat binnenin de kop gebeurt. Een ronde bovenkant van de laskop kan in dit geval een mooie oplossing zijn, terwijl de functionaliteit die in dit stuk van de laskop moet komen niet onmogelijk wordt (de tandheugel, elektrode enz. passen ook in een ronde hippsluiting). Om ervoor te zorgen dat de laskop meteen goed vast wordt gepakt (er een duidelijke voor en achterkant is), is er in de verdere ontwikkeling van de laskop gekeken naar een niet-symmetrische laskop. De volgende ontwerpen zijn hier resultaat van.



3.5.2.c Ontwerpvarianten met rondere en vloeiendere vormen, waarbij rekening is gehouden met het vormgevingsonderzoek

Bij de linker variant bestaat de handgreep uit een gat voor de vingers van de operator. Na een korte afschatting van de maten die dit handvat zou krijgen, viel deze variant af, omdat de handgreep nu te klein werd voor een hand. De rechter drie varianten bieden wel een breed genoeg handvat. Uit deze drie varianten is een nieuw ontwerp gemaakt. Om de hippsluiting met de duim te kunnen sluiten moet in het ontwerp de arm van de hippsluiting een breder stuk bevatten. Samen met de laatstgenoemde ontwerpen is er een nieuw ontwerp gemaakt waarbij de brede hippsluitingsarm toegevoegd is:

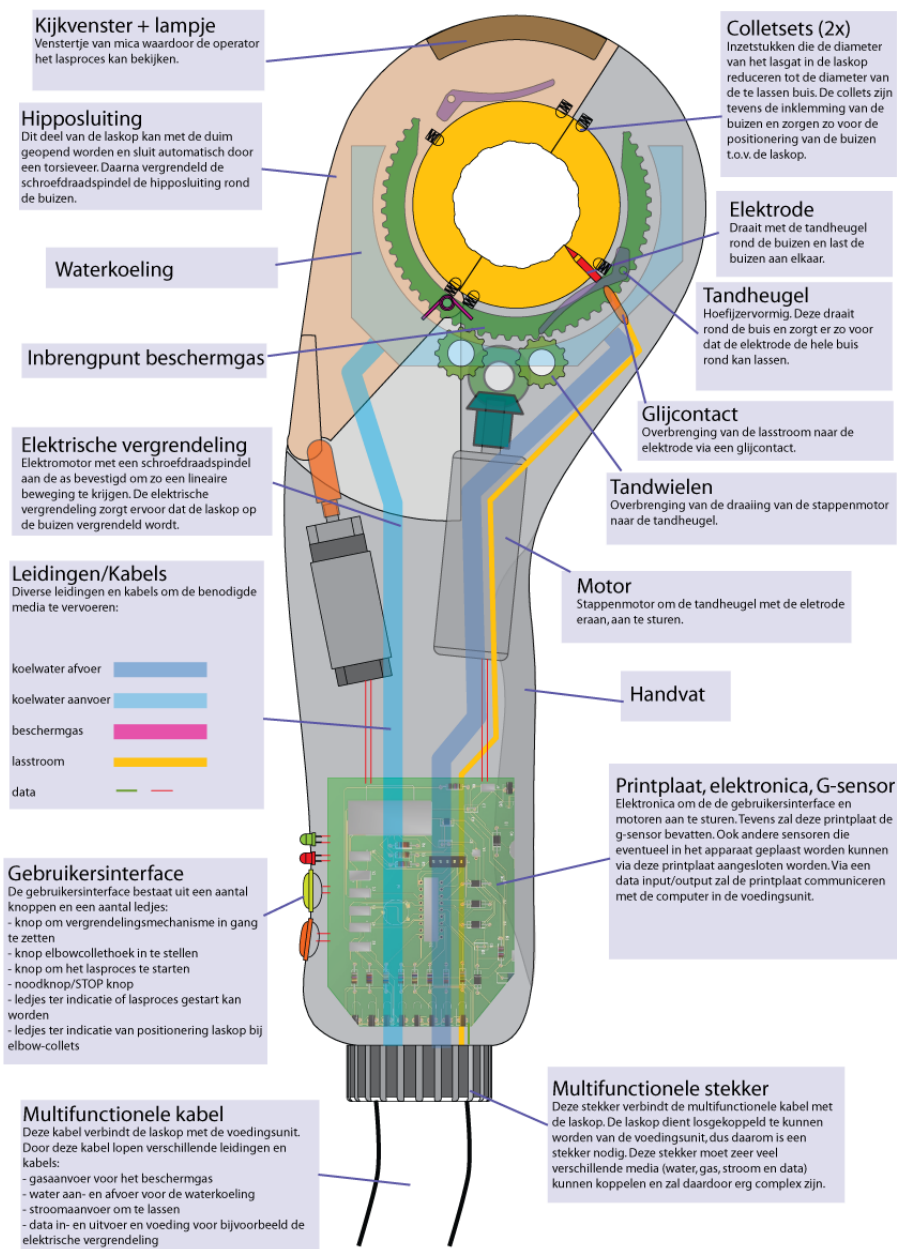


3.5.2.d hoofdvorm die in dit stadium van het ontwerpproces gekozen is om te gebruiken

Er is besloten met deze hoofdvorm verder te gaan. De maten van de vorm zullen bepaald moeten worden aan de hand van de afmetingen van de onderdelen die in de laskop komen. Dit is globaal gedaan in de volgende paragraaf.

### 3.5.3 TOTAALCONCEPT

Aan de hand van de bepaalde features en componenten in paragraaf 3.2 en de gedefinieerde vorm uit paragraaf 3.5.2 is er een totaalconcept neergezet. In deze overzichtstekening zijn alle onderdelen en features weergegeven op ware schaalgrootte of waar dit onbekend was zijn de afmetingen afgeschat. Dit model kan in het vervolgonwerpproces als basis gebruikt worden.



In de papieren versie van dit verslag is dit een uitvouwpagina op A3 formaat. Het originele bestand is te vinden op de CD

---

## HOOFDSTUK 4: CONCLUSIES



## 4.1 INLEIDING

Na het uitvoeren van de bacheloropdracht zoals omschreven in dit verslag kunnen er een aantal conclusies getrokken worden ten aanzien van het proces, de inhoud en het uiteindelijk ontwikkelde conceptontwerp. In dit hoofdstuk worden eerst de inhoudelijke conclusies getrokken (paragraaf 4.2) en daarna de procesmatige conclusies (paragraaf 4.3). Daarna worden in paragraaf 4.3 de aanbevelingen behandeld.

## 4.2 CONCLUSIES

In paragraaf 1.4.1 zijn de centrale en deelvragen gedefinieerd die nog wel binnen dit project vallen. Deze vragen kunnen beantwoord worden met wat er in dit verslag beschreven staat. Zo zijn de deelvragen van de centrale vraag “Wat zijn de eisen en wensen van PenWeld ten aanzien van het te ontwerpen concept voor een orbitale lasmachine?” te beantwoorden met de onderzoeken uit hoofdstuk 2. Op de centrale vraag “Wat zijn de eigenschappen wat betreft vormgeving, ergonomie, interface, transport en inpassing van het technische ontwerp van vergelijkbare orbitale lasmachines die al op de markt zijn?” geeft het marktonderzoek antwoord. De centrale vraag “Wat zijn mogelijke concepten t.a.v. gebruiksaspecten en vormgeving van de orbitale lasmachine?” wordt voor een aantal features beantwoord in hoofdstuk 3.

Het concept dat uiteindelijk uit dit verslag voortvloeit biedt samen met alle andere oplossingen die in dit verslag zijn onderzocht een goede basis voor een product dat de concurrentie kan aangaan met andere producten op de markt. Aangezien ervoor gekozen is de PW-8 te voorzien van alle features die andere orbitale lasmachines ook hebben en daarnaast een aantal nieuwe, gebruiksvriendelijke functies toe te voegen is de PW-8 een interessant apparaat voor bedrijven die een orbitale lasmachine zullen gaan aanschaffen.

## 4.3 REFLECTIE

Terugkijkend op het plan van aanpak en het originele idee dat er bij de opdracht bestond, heeft de opdracht een veel technischer karakter gekregen dan oorspronkelijk bedoeld. Het speerpunt van de opdracht omschreven in het Plan van Aanpak was de vormgeving, terwijl dat in de uiteindelijk uitgevoerde opdracht slechts kort terugkomt. Daarentegen is er wel veel dieper ingegaan op een aantal technische aspecten. Samenvattend kan er gesteld worden dat er redelijk goed antwoord is gegeven op de vooraf gestelde centrale en deelvragen. Echter zijn er ook een zeer groot aantal onafgemaakte zaken in het verslag aan de orde gekomen die eigenlijk verder onderzoek vereisen. Het is echter wel logisch dat niet het complete apparaat in de tijdsspanne van een bacheloropdracht behandeld kan worden. Een groot deel van de onafgemaakte zaken staan in de volgende paragraaf beschreven als aanbevelingen voor vervolgonderzoek

## 4.3 AANBEVELINGEN

Hieronder staan een aantal aanbevelingen opgesomd die in het vervolgonderzoek van deze opdracht behandeld kunnen worden.

1. In paragraaf 2.6.3 is het marktonderzoek behandeld. Hierbij is intensief gekeken naar de producten van concurrenten. Ook zijn er features overgenomen om zo de marktpositie van PenWeld te versterken bij het inbrengen van de PW-8 in de markt. Er zou echter nog onderzoek gedaan moeten worden naar patenten, waarbij gekeken wordt in hoeverre het mogelijk is deze features zomaar over te nemen
2. In paragraaf 3.5 wordt de vormgeving van het concept slechts zeer kort en bondig behandeld. Dit omdat er nog niet veel bekend was over de afmetingen van de componenten die in de laskop moesten komen. Aangezien na het uitvoeren van deze bacheloropdracht meer bekend is over de afmetingen van de componenten die in de PW-8-H2 moeten komen is het nu mogelijk een uitgebreider onderzoek te doen naar vormgeving. Hierbij dient dieper ingegaan te worden op het vormgevingsonderzoek van paragraaf 2.5, materiaalgebruik en kleur. Er kan ook gebruikersonderzoek worden gedaan aan de hand van een prototype. Er kan eventueel gebruik worden gemaakt van het ergonomisch onderzoek uit bijlage VIII.
3. Naast de features die genoemd worden in het totaalconcept in paragraaf 3.5.3 zijn er in de loop van het proces nog een aantal features tegengekomen die ook de moeite waard zijn om te onderzoeken. Dit zijn:
  - a. Een lampje in de bovenkant van de laskop om de operator beter zicht te geven in een donkere omgeving
  - b. Een elektrisch contactje tussen de hipposluiting en de rest van de laskop, zodat zeker is dat de laskop gesloten is alvorens het vergrendelingsmechanisme in werking treedt.
4. Er zal in het verdere ontwerpproces ook kritisch gekeken moeten worden naar de noodzaak van bepaalde features. Concepten met minder features zouden mogelijk goedkoper op de markt gebracht kunnen worden, terwijl er niet direct veel afgedaan wordt aan de functionaliteit van de laskop. Dit zou ook in combinatie met de ontwikkeling van andere laskoppen uit de serie (zoals bijvoorbeeld de PW-8-H1 en de toekomstige PW-8-H3 en PW-8-H4) plaats kunnen vinden.
5. In een later stadium van het ontwerpproces is het zeer nuttig om een werkingsprototype te maken van de verschillende features. Zo kan getest worden of theoretisch berekende waarden (bijvoorbeeld de krachten benodigd voor het automatische lock-up mechanisme) in de praktijk ook kloppen.

6. De interface op de laskop is niet behandeld in dit verslag. Er zitten echter een groot aantal uitdagingen in het ontwerp van zo'n interface. De knoppen en feedbackelementen moeten zodanig vormgegeven en gepositioneerd worden dat de operator zo min mogelijk fouten kan maken. Ook bij het interfaceontwerp kan een veldonderzoek worden gedaan, waarbij na een aantal gebruikssituaties te analyseren de interface geoptimaliseerd kan worden.

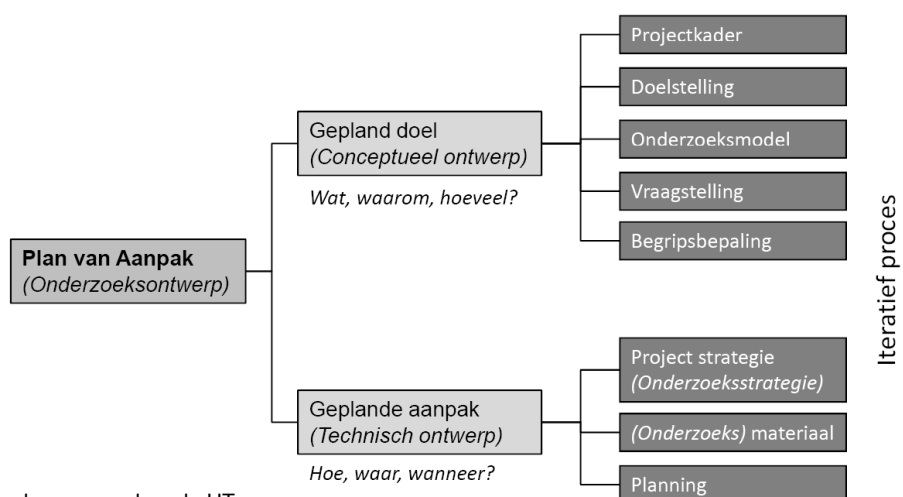
# BIJLAGEN

## BIJLAGE I PLAN VAN AANPAK

### INLEIDING

In dit plan van aanpak zal ik beschrijven hoe ik mijn Bachelor Opdracht wil gaan uitvoeren. Dit plan van aanpak is geschreven volgens de richtlijnen gegeven in het vak ITO, Inleiding Technologisch Onderzoek (280320), gegeven in het derde jaar van de opleiding Industrieel Ontwerpen aan de Universiteit Twente.

Het plan van aanpak bestaat globaal uit twee delen (zie figuur 1). Allereerst het conceptueel ontwerp, waarin duidelijk wordt gemaakt waar de opdracht over gaat, wie erbij betrokken zijn, wat het doel van de opdracht is en wat de opdracht omvat. Daarna volgt het technisch ontwerp, waarin uiteen wordt gezet hoe het doel bereikt kan worden en met welke middelen in welk tijdsbestek dit bereikt kan worden.



Figuur 1. Opzet Plan van Aanpak gegeven door de UT

### CONCEPTUEEL ONTWERP

#### ACTORANALYSE

De belangrijkste actor in deze opdracht is PenWeld, omdat de directe verantwoordelijkheid afgelegd moet worden aan PenWeld en de opdracht voor dit bedrijf zal worden uitgevoerd. Daarnaast zijn er nog een aantal andere actoren betrokken bij deze opdracht die de rol van klant of leverancier hebben of zorgen voor faciliteiten en technische oplossingen voor het uitvoeren van de opdracht. Deze worden daarom niet genoemd in de actoranalyse.

#### PenWeld

De actor PenWeld is een bedrijf in oprichting dat een nieuwe generatie orbitale lasmachines zal gaan ontwikkelen, produceren en verkopen. Het bedrijf heeft nog geen eigen bedrijfsruimtes en zal daarom in het beginstadium gebruik maken van faciliteiten van en samenwerkingsverbanden met andere bedrijven. PenWeld richt zich met de in ontwikkeling zijnde producten op de gehele markt voor het

lassen van metalen buizen, maar de nadruk ligt op het verbinden van buizen met een sterke las, een correcte doorlassing en een visueel mooie las. In een later stadium zullen naast het eerste model, de PW-8, andere uitvoeringen van orbitale lasmachines ontwikkeld worden die buizen van andere schaal kunnen lassen. Deze uitvoeringen zullen dus het zelfde werkingsprincipe hebben, maar een andere schaal.

## PROJECTKADER

Het doel van de opdrachtgever PenWeld, is het ontwikkelen, produceren en op de markt brengen van een nieuwe generatie orbitale lasmachines voor het lassen van metalen buizen, teneinde winst te maken. Om dit doel te bereiken is het nodig de technische componenten die de nieuwe generatie lasmachines kenmerken te implementeren in een productconcept en dit product vervolgens te produceren en te verkopen. Aan deze generatie lasmachines zal begonnen worden met een middelgroot model, de PW-8. De technische componenten ("proof of concept") die de PW-8 moet bevatten zijn al ontwikkeld. Deze moeten echter in een product worden verwerkt dat gemakkelijk te gebruiken is en waarbij aandacht is besteed aan ergonomie, interfacegebruik, transport, productie, materiaal, levensduur, kostprijs en vormgeving. De opdrachtgever ziet als voordeel dat het te ontwikkelen product ook door niet-professionele lassers gebruikt kan worden zoals gewone installateurs of monteurs. Zodoende kan lager geschoold personeel taken overnemen van duurdere arbeidskrachten. Het toekomstige gebruik van het product vereist verder dat het product mobiel is. De opdrachtgever wil dat een installateur het apparaat bijvoorbeeld mee kan nemen naar een locatie om daar buizen aan elkaar te lassen.

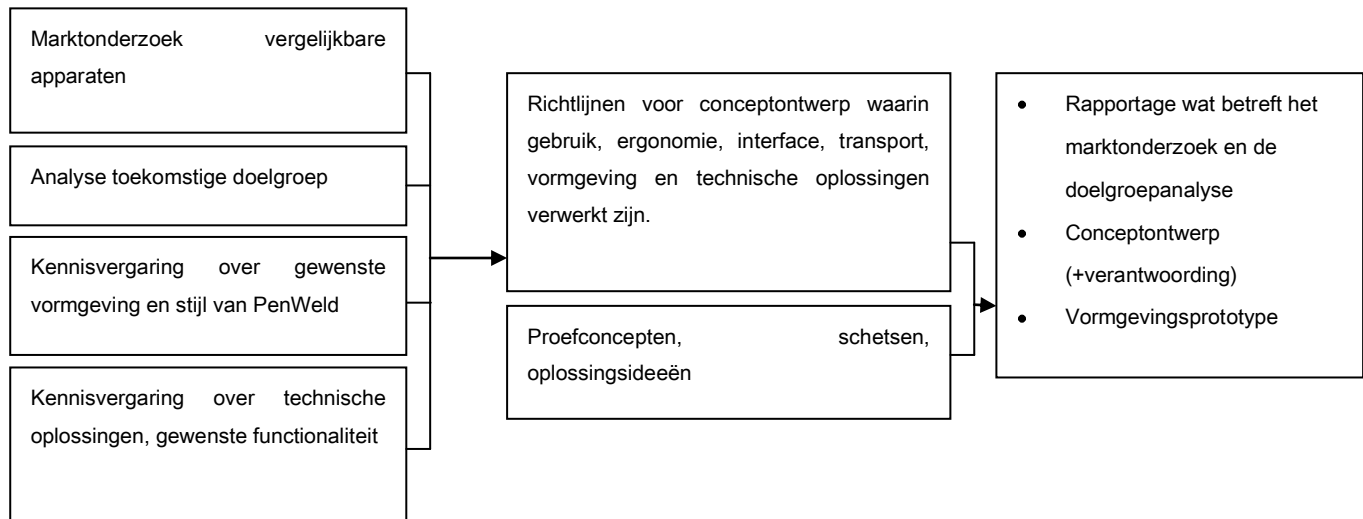
## DOELSTELLING

Het doel van deze Bacheloropdracht is het ontwerpen van een concept voor een orbitale lasmachine om metalen buizen aan elkaar te lassen, voor de opdrachtgever PenWeld. De nadruk in de opdracht ligt op gebruiksaspecten, ergonomische aspecten, interface en hanteerbaarheid en vormgeving die past bij de gewenste stijl van de opdrachtgever en aansluit bij de toekomstige gebruiker. Het technische gedeelte van het concept bestaat al en valt zodoende buiten de opdracht. Er zal bij het ontwerpen van het concept echter wel rekening moeten worden gehouden met het inpassen van de technische componenten. Het resultaat van de opdracht is geen volledig productplan, maar er moet bij het conceptontwerp al wel enigszins rekening worden gehouden met produceerbaarheid en kostprijs. Het concept kan door de opdrachtgever worden gebruikt als basis voor de verdere productontwikkeling en het op de markt zetten van een nieuwe orbitale lasmachine.

Het ontwerpen van het concept zal gerealiseerd worden door te beginnen met het vergaren van kennis over de bestaande technische oplossingen die ingepast moeten worden in het concept. Deze kennis kan verkregen worden via de opdrachtbegeleider en de constructeur van de technische componenten. Daarnaast zal met behulp van een gebruikersonderzoek, veldonderzoek en literatuuronderzoek worden vastgesteld wat de eisen en wensen van de toekomstige gebruikers en van de opdrachtgever zijn.

Met deze twee vergaarde kennisvelden is er voldoende informatie beschikbaar om een concept te genereren. Dit zal gedaan worden door uit een aantal proefconcepten één eindconcept te kiezen en deze uit te werken in werktekeningen, 3D-modellen en een vormgevingsprototype.

De optiek van deze opdracht is dus ontwerpgericht: er zal als resultaat een conceptontwerp van een orbitale lasmachine ontstaan. De opdracht zal binnen een tijdsbestek van drie maanden worden uitgevoerd.



Figuur 2. Overzicht van activiteiten die gedaan moeten worden om de doelstelling te behalen

## VRAAGSTELLING

De vraagstelling bestaat uit centrale vragen en deelvragen. De antwoorden op de deelvragen bieden een antwoord op de centrale vragen. De antwoorden op de centrale vragen zijn toereikend op de doelstelling te behalen (zie ook figuur 2).

- **Wat zijn de eisen en wensen van PenWeld ten aanzien van het te ontwerpen concept voor een orbitale lasmachine?**
  - Welke technische oplossingen moet de lasmachine bevatten om orbitaal lassen mogelijk te maken?
  - Welke technische componenten moet de lasmachine bevatten om de lasfunctionaliteit te faciliteren\*?
  - Welke interface-elementen moet de lasmachine bevatten om de lasfunctionaliteit te faciliteren?
  - Welke vormgevingseisen en -wensen ten aanzien van uiterlijk en stijl stelt PenWeld aan het te ontwerpen concept voor de lasmachine?
  - Wat is de door PenWeld beoogde toekomstige doelgroep van de lasmachine?

- **Wat zijn de eisen en wensen van de toekomstige gebruikers aan het te ontwerpen concept voor een orbitale lasmachine?**
  - In welke omgeving zal de lasmachine gebruikt gaan worden?
  - Op welke manier zal de lasmachine gebruikt gaan worden?
  - Wat zijn de ergonomische eisen en wensen die de toekomstige gebruikers stellen aan de lasmachine?
  - Wat zijn de eisen en wensen qua transport die de toekomstige gebruikers stellen aan de lasmachine?
  - Wat zijn de eisen en wensen qua onderhoud die de toekomstige gebruikers stellen aan de lasmachine?
  - Wat zijn de eisen qua interface die de toekomstige gebruikers stellen aan de lasmachine?
- **Wat zijn de eigenschappen wat betreft vormgeving, ergonomie, interface, transport en inpassing van het technische ontwerp van vergelijkbare orbitale lasmachines die al op de markt zijn?**
  - Welke oplossingen uit vergelijkbare orbitale lasmachines die al op de markt zijn kunnen nuttig zijn bij het ontwerpen van het concept voor de orbitale lasmachine van PenWeld?
  - Welke oplossingen gebruikt in vergelijkbare orbitale lasmachines mogen niet in het conceptontwerp verwerkt worden, omdat deze onder patent staan bij andere bedrijven?

Als op bovenstaande centrale vragen en deelvragen antwoord gegeven kan worden, kan begonnen worden aan zinvol conceptontwerp, alsmede het maken van een vormgevingsprototype. Bijbehorende vragen daarbij zijn:

- **Wat zijn mogelijke concepten t.a.v. gebruiksaspecten en vormgeving van de orbitale lasmachine?**
  - Wat zijn mogelijke deeloplossingen voor het inpassen van technische componenten in de lasmachine?
  - Wat zijn mogelijke deelconcepten t.a.v. het positioneren van de lasmachine om/aan de te lassen buizen?
  - Wat zijn mogelijke deelconcepten t.a.v. het bedienen van (de interface van) de lasmachine?
  - Wat zijn mogelijke deelconcepten t.a.v. de hanteerbaarheid van de lasmachine?
  - Wat zijn mogelijke deelconcepten t.a.v. het transport van de lasmachine?
  - Wat zijn mogelijke deelconcepten die passen bij de gewenste stijl van de opdrachtgever?
  - Wat zijn mogelijke samenstellingen van deelconcepten die zodoende een totaalconcept voor de orbitale lasmachine vormen?



## BEGRIPSBEPALING

Orbitale lasmachine/PW-8	Lasapparaat waarbij de elektrode tijdens het lassen rondom te aan elkaar te lassen buizen draait. De laskop moet tijdens het lassen gesloten zijn om de aanwezige lucht te elimineren. Dit begrip omvat zowel de laskop als de voedings/ bedieningsunit en de slangenset. De buizen die met de PW-8 aan elkaar gelast moeten worden hebben een doorsnede van ongeveer 12mm – 50mm.
Technische oplossingen/ technische componenten	De componenten die samen de technische functionele orbitale lasmachine vormen. Dit zijn bijvoorbeeld de laskop, draaimechanisme, elektronica, maar ook de voeding, water- en gasopslag e.d.
Proefconcept	Verzameling van schetsen, werktekeningen, oplossingen, 3D-modellen of technische prototypes die samen een concept voor het ontwerp kunnen vormen.
Vormgevingsprototype	prototype dat qua vormgeving en beperkte functionaliteit het daadwerkelijke ontwerp weergeeft. Het prototype zal dus niet kunnen lassen, maar knoppen, klepjes, stekkers enz. moeten wel aanwezig zijn.
Lasfunctionaliteit faciliteren	Het mogelijk maken van het functioneren van de technische oplossingen. Voorbeeld: Stroomtoevoer, warmteafvoer, data-input en -output en gas aan- en af -voer. Maar ook interfaceonderdelen zoals: knoppen, stekker, handvat.

## TECHNISCH ONTWERP

### STRATEGIE EN MATERIAAL

De strategie geeft de manier aan waarop de centrale en deelvragen beantwoord zullen worden. Het bijbehorende materiaal geeft aan welke bronnen, gegevens en mensen er nodig zijn om de strategiemethode uit te voeren.

Deelvraag:	Strategie:	Materiaal:
<b>Wat zijn de eisen en wensen van PenWeld ten aanzien van het te ontwerpen concept voor een orbitale lasmachine?</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>o Welke technische oplossingen moet de lasmachine bevatten om orbitaal lassen mogelijk te maken?</li> </ul>	Interview Literatuurstudie	-Begeleider PenWeld -Constructeur technische oplossingen -Werktekeningen, 3D modellen, literatuur, concepten van technische oplossingen
<ul style="list-style-type: none"> <li>o Welke technische componenten moet de</li> </ul>	Interview	-Begeleider PenWeld

lasmachine bevatten om de lasfunctionaliteit te faciliteren?	Bureauonderzoek Literatuurstudie	-Constructeur technische oplossingen -informatie over orbitaal lassen in het algemeen en de specifieke methode van PenWeld -branchestandaarden voor onderdelen, elektronica, enz.
o Welke interface-elementen moet de lasmachine bevatten om de lasfunctionaliteit te faciliteren?	Interview	-Begeleider PenWeld -Constructeur technische oplossingen
o Welke vormgevingseisen en -wensen ten aanzien van uiterlijk en stijl stelt PenWeld aan het te ontwerpen concept voor de lasmachine?	Interview Bureauonderzoek	-Begeleider PenWeld -Branding-documenten PenWeld, mits beschikbaar -Huisstijl PenWeld
o Wat is de door PenWeld beoogde toekomstige doelgroep van de lasmachine?	Interview	-Begeleider PenWeld
<b>Wat zijn de eisen en wensen van de toekomstige gebruikers aan het te ontwerpen concept voor een orbitale lasmachine?</b>		
o In welke omgeving zal de lasmachine gebruikt gaan worden?	Casestudy Observatie Interview	-toekomstige gebruiker(s) (lasser/installateur) -scenario's toekomstig gebruik
o Op welke manier zal de lasmachine gebruikt gaan worden?	Casestudy Observatie Interview	-toekomstige gebruiker(s) (lasser/installateur) -scenario's toekomstig gebruik
o Wat zijn de ergonomische eisen en wensen die de toekomstige gebruikers stellen aan de lasmachine?	Casestudy Observatie Interview	-toekomstige gebruiker(s) (lasser/installateur) -voorschriften machinegebruik -scenario's toekomstig gebruik
o Wat zijn de eisen en wensen qua transport die de toekomstige gebruikers stellen aan de lasmachine?	Casestudy Observatie Interview	-toekomstige gebruiker(s) (lasser/installateur) -transportmiddel toekomstige gebruiker -scenario's toekomstig gebruik
o Wat zijn de eisen en wensen qua onderhoud die de toekomstige gebruikers stellen aan de lasmachine?	Casestudy Observatie Interview	-toekomstige gebruiker(s) (lasser/installateur) -scenario's toekomstig gebruik
o Wat zijn de eisen qua interface die de toekomstige gebruikers stellen aan de lasmachine?	Casestudy Observatie Interview	-toekomstige gebruiker(s) (lasser/installateur) -scenario's toekomstig gebruik
<b>Wat zijn de eigenschappen wat betreft vormgeving, ergonomie, interface, transport en inpassing van het technische ontwerp van vergelijkbare orbitale lasmachines die al op de markt zijn?</b>		
o Welke oplossingen uit vergelijkbare orbitale lasmachines die al op de markt zijn kunnen nuttig zijn bij het ontwerpen van het concept voor de orbitale lasmachine van PenWeld?	Bureauonderzoek Interview	-Website, datasheets, werktekeningen waar mogelijk en gegevens andere orbitale lasmachines -Begeleider PenWeld

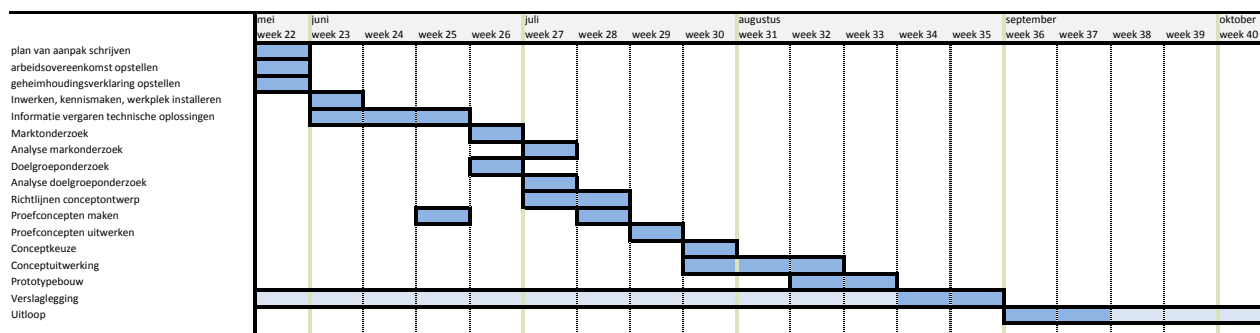
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Welke oplossingen gebruikt in vergelijkbare orbitale lasmachines mogen niet in het conceptontwerp verwerkt worden, omdat deze onder patent staan bij andere bedrijven?</li> </ul>	Bureauonderzoek Interview Patentonderzoek	-Website, datasheets, werktekeningen waar mogelijk en gegevens andere orbitale lasmachines -Begeleider PenWeld
Wat zijn mogelijke concepten t.a.v. gebruiksaspecten en vormgeving van de orbitale lasmachine?		
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wat zijn mogelijke deeloplossingen voor het inpassen van technische componenten in de lasmachine?</li> </ul>	Schetsen Tekenen Ontwerpen	-Antwoorden vorige centrale vragen -Computer, Solid Works
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wat zijn mogelijke deelconcepten t.a.v. het positioneren van de lasmachine om/aan de te lassen buizen?</li> </ul>	Schetsen Tekenen Ontwerpen	-Antwoorden vorige centrale vragen -Computer, Solid Works
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wat zijn mogelijke deelconcepten t.a.v. het bedienen van (de interface van) de lasmachine?</li> </ul>	Schetsen Tekenen Ontwerpen	-Antwoorden vorige centrale vragen -Computer, Solid Works
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wat zijn mogelijke deelconcepten t.a.v. de hanteerbaarheid van de lasmachine?</li> </ul>	Schetsen Tekenen Ontwerpen	-Antwoorden vorige centrale vragen -Computer, Solid Works
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wat zijn mogelijke deelconcepten t.a.v. het transport van de lasmachine?</li> </ul>	Schetsen Tekenen Ontwerpen	-Antwoorden vorige centrale vragen -Computer, Solid Works
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wat zijn mogelijke deelconcepten die passen bij de gewenste stijl van de opdrachtgever?</li> </ul>	Schetsen Tekenen Ontwerpen	-Antwoorden vorige centrale vragen -Computer, Solid Works
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wat zijn mogelijke samenstellingen van deelconcepten die zodoende een totaalconcept voor de orbitale lasmachine vormen?</li> </ul>	Samenstellen, schematisch ordenen	-Antwoorden vorige centrale vragen, voorgaande deelvragen van deze centrale vraag  -Computer, Solid Works

## PLANNING

De planning geeft globaal aan wanneer welke activiteiten zullen worden uitgevoerd.

Maand:	Week van (ma):	Weeknummer:	Relatief weeknr.:	Bezigheden:	Opmerkingen:
mei	25 / 05 / 2009	week 22	1	- Plan van Aanpak schrijven - Arbeidsovereenkomst opstellen - Geheimhoudingsverklaring opstellen	
juni	1 / 06 / 2009	week 23	2	- Inwerken, kennismaken, werkplek installeren, hardware en software installeren - Informatie vergaren technische oplossingen	
juni	8 / 06 / 2009	week 24	3	- Informatie vergaren technische oplossingen	
juni	15 / 06 / 2009	week 25	4	- Informatie vergaren technische oplossingen en vormgevingseisen - Proefconcepten maken	
juni	22 / 06 / 2009	week 26	5	-Marktonderzoek -Doelgroeponderzoek	ma 22 -6: tentamen statistiek Vakantie René
juli	29 / 06 / 2009	week 27	6	-Analyse doelgroeponderzoek -Analyse marktonderzoek -Richtlijnen conceptontwerp	Vakantie René
juli	6 / 07 / 2009	week 28	7	-Richtlijnen conceptontwerp -Proefconcepten (schetsen) maken	di 7-7: Feest O&O Vakantie René
juli	13 / 07 / 2009	week 29	8	-Proefconcepten maken -Proefconcepten uitwerken	Vakantie René
juli	20 / 07 / 2009	week 30	9	-Conceptkeuze -Conceptuitwerking	
augustus	27 / 07 / 2009	week 31	10	-Conceptuitwerking	
augustus	3 / 08 / 2009	week 32	11	-Conceptuitwerking -Prototypebouw	
augustus	10 / 08 / 2009	week 33	12	-Prototypebouw -Verslaglegging	
augustus	17 / 08 / 2009	week 34	13	-Verslaglegging	

augustus	24 / 08 / 2009	week 35	14	-Uitloop	
september	31 / 08 / 2009	week 36	15	-Uitloop	Begin sept.: VO presentatie
september	7 / 09 / 2009	week 37	16	-eventueel uitloop als vakantie in juli	
september	14 / 09 / 2009	week 38	17	-eventueel uitloop als vakantie in juli	
september	21 / 09 / 2009	week 39	18	-eventueel uitloop als vakantie in juli	
oktober	28 / 09 / 2009	week 40	19	-eventueel uitloop als vakantie in juli	

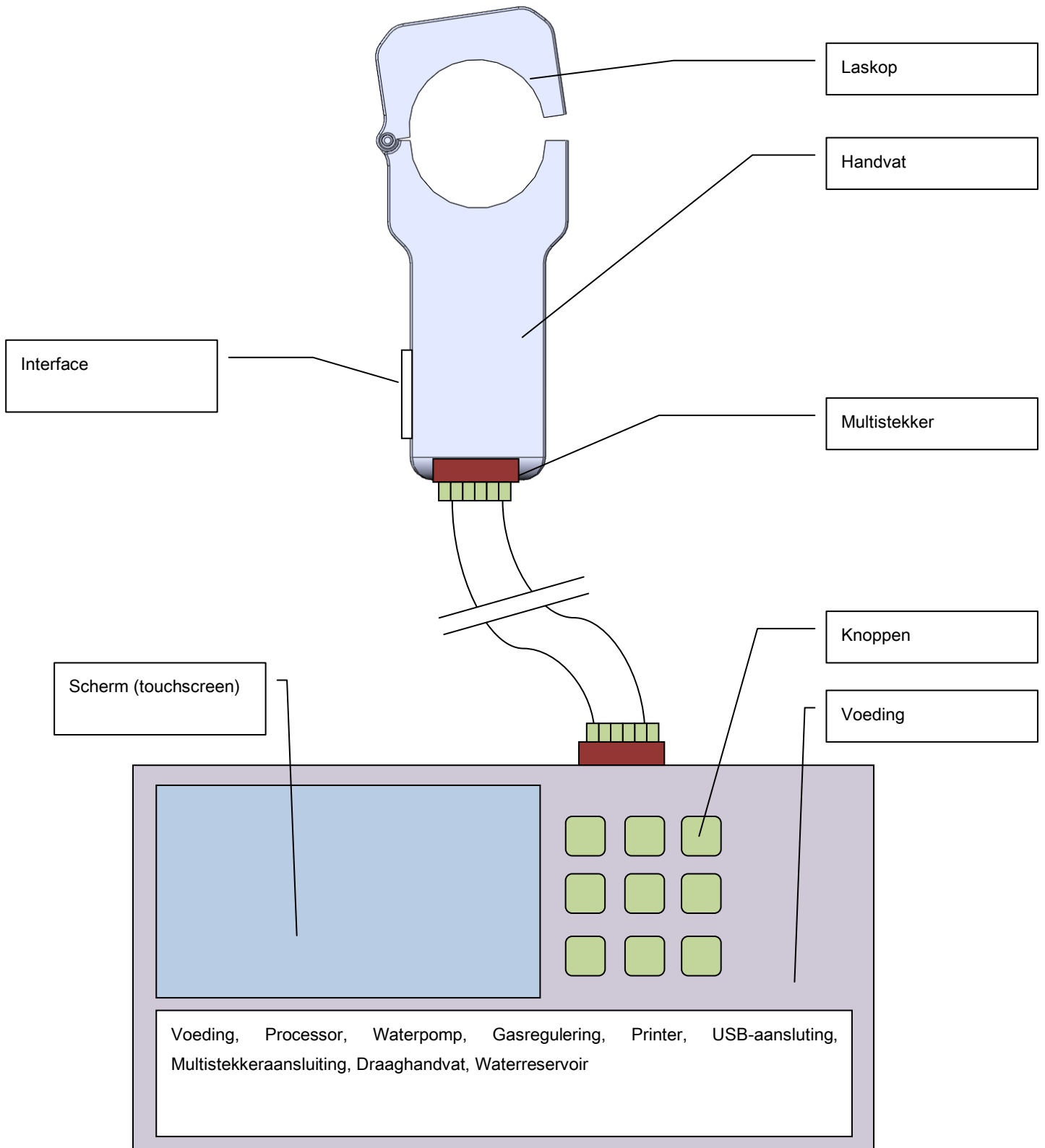


### KNELPUNTEN:

Eventuele knelpunten die op kunnen treden zijn:

- tijdsverlies door problemen met het vergaren van technische informatie. Dit kan bijvoorbeeld optreden als niet alle informatie direct voorhanden is, of dat de persoon die de informatie heeft niet altijd beschikbaar is. Oplossing hiervoor is het tijdig verkrijgen van deze informatie, zelfs als het nog niet per direct nodig is.
- tijdsverlies bij doelgroeponderzoek. I.v.m. beschikbaarheid van meeloop-personen kan het doelgroeponderzoek langer duren dan gepland. Ook hier is een tijdige afspraak een goede oplossing.
- Prototypebouw: het maken van het prototype kan i.v.m. drukte van werkplaatsmedewerkers langer duren dan gepland. Oplossing hiervoor is zelf voor materialen en gereedschap zorgen en dat de prototypebouw in principe in alleen kan gebeuren.

# BIJLAGE II SCHEMATISCH OVERZICHT COMPLETE ORBITALE LASMACHINE



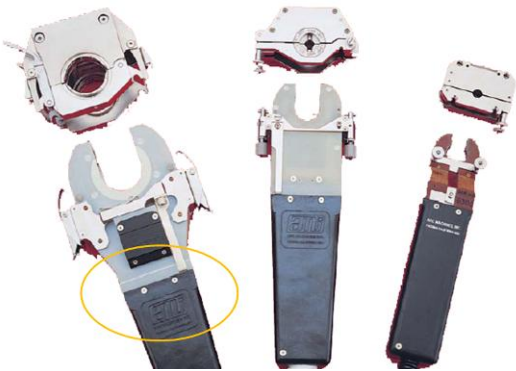
**BIJLAGE III PRESENTATIE VORMGEVINGSONDERZOEK<sup>31</sup>**



Sheet #1



Sheet #2



Sheet #3



Sheet #4



Sheet #5



Sheet #6



Sheet #7



Sheet #8

<sup>31</sup> De gele cirkels zijn aandachtspunten die in de discussie naar voren kwamen. Deze zijn in de tekst in paragraaf 2.5 opgesomd.





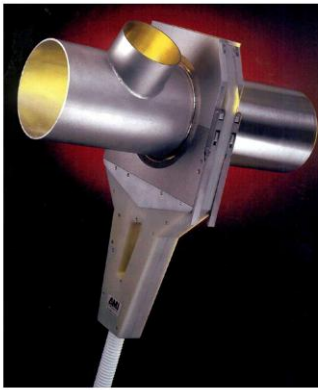
Sheet #9



Sheet #10



Sheet #11



19



Sheet #12



Sheet #13



Sheet #14



Sheet #15

14



Sheet #16

15





Sheet #17



Sheet #18

17



Sheet #19

18



25

Sheet #20



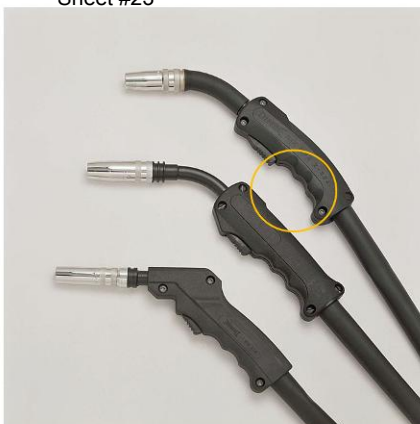
Sheet #21



Sheet #22

29

Sheet #23



22



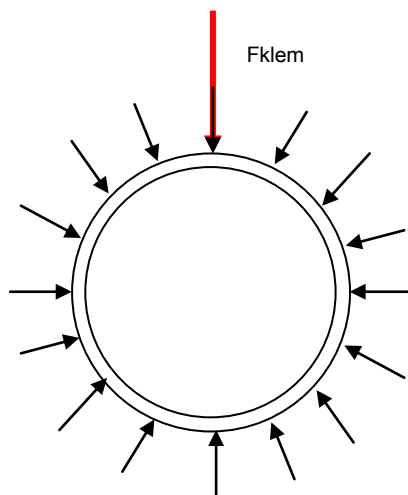
Sheet #24



26

## BIJLAGE IV AUTOMATISCHE SLUITING OPLOSSING 1

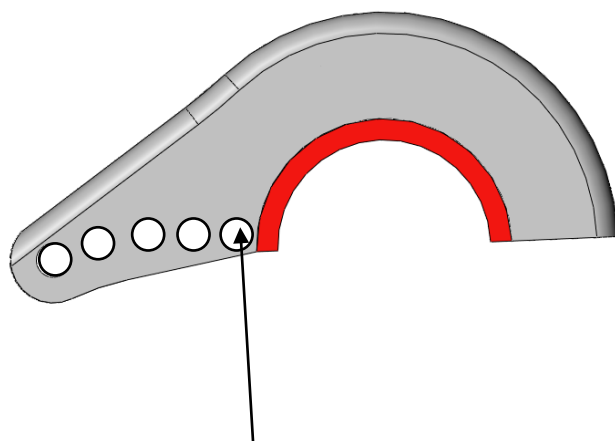
Het sluiten, klemmen en vergrendelen is bij deze optie te beschouwen als één proces. Dit proces wordt uitgevoerd door een veer. Om te bekijken of deze optie mogelijk is om toe te passen in de PW-8-H2, is een korte berekening gemaakt van de krachten die deze veer zou moeten leveren. Het vergrendelen van de buizen vereist een veel grotere kracht dan het sluiten en klemmen, dus er is hier gefocused op de benodigde vergrendelkracht.



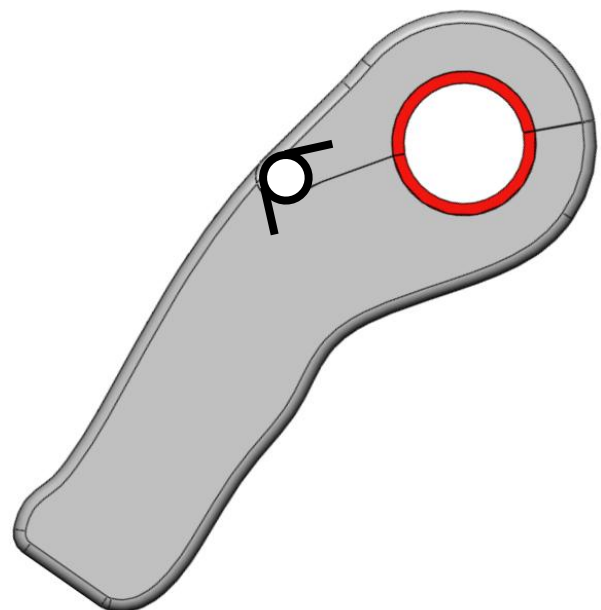
De verdeelde belasting van de klemkracht kan beschouwd worden als één resultante, de kracht die geleverd moet worden om de buis in te klemmen.

Beide buizen worden ingeklemd door een collet. De collet bestaat uit twee collehelften die de buis in zijn geheel rondom inklemmen. De verdeelde belasting die de klemming representeert kan beschouwd worden als één resultante. De kracht moet echter geleverd worden door de bovenste helft, dus is het geheel te beschouwen als één enkele kracht.

De veer zal in onderstaande afbeelding aan de linkerzijde van het gat in de laskop geplaatst moeten worden, omdat de rechterzijde geopend moet kunnen worden als de laskop rond de buizen wordt geplaatst. De arm tussen het draaipunt en het centrum van de buizen zal zo klein mogelijk moeten zijn, zodat het te leveren moment ook zo klein mogelijk is.



Dit draaipunt kan het beste gekozen worden, omdat dan het benodigde moment dat de veer levert zo klein mogelijk is.



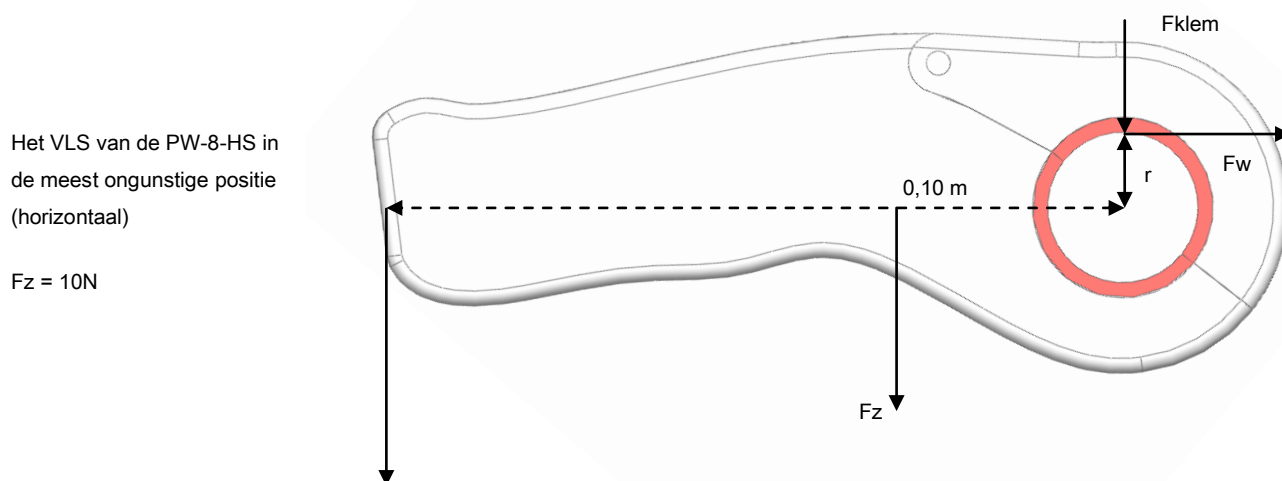
Bij deze berekening wordt uitgegaan van het eigen gewicht van de laskop van  $1 \text{ kg} = 10 \text{ N}$ . De laskop zal ongeveer 25-30 cm lang zijn, gezien de componenten die de laskop bevat. Het zwaartepunt zal niet boven het midden van de de laskop liggen, aangezien de meeste zware onderdelen bovenin de laskop zitten (zie hoofdstuk 2.2) De zwaartekrachtvector zal dus op ongeveer  $2/3$  van de lengte aangrijpen. Naast het klemmen (dragen van het eigen gewicht van de laskop) zal bij deze oplossing ook het gewicht van de slangen gedragen moeten worden door de kracht van de veer. Het gewicht van de slangen is ongeveer  $4 \text{ kg} = 40 \text{ N}$ .

In het meest ongunstige geval wordt de laskop horizontaal gehouden en dan zal de benodigde vergrendelkracht het grootst zijn. De arm tussen het centrum van de buizen en het aangrijppunt van de zwaartekrachtvector van het gewicht van de laskop kan dus gesteld worden op  $30/3 = 10 \text{ cm} = 0,10 \text{ m}$ . De zwaartekrachtvector van het gewicht van de buizen zal aan de onderkant van de laskop aangrijpen, de arm is hierbij dus 30cm lang.

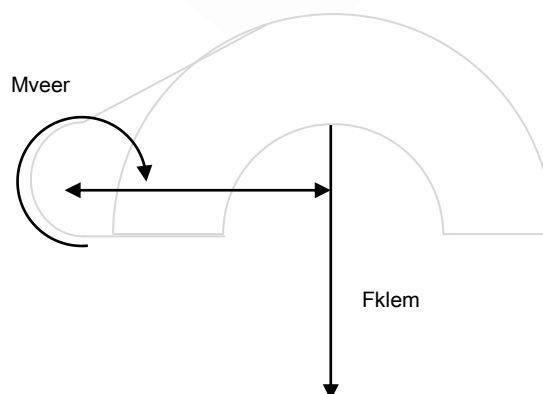
De grootste kracht zal bij de kleinste buisdiameter optreden, bij de PW-8-H2 is dit 25mm, dus bij een buisstraal ( $r$ ) van 0,0125m.

Kracht\*arm = kracht\*arm, dus:

$$10 * 0,10 + 40 * 0,30 = 0,0125 * F_w \rightarrow F_w = 1020 \text{ N.}$$



$$F_w = \mu_w * F_{klem}, \mu_w \text{ van aluminium op staal is } 0,6, \text{ dus } F_{klem} = 1020 / 0,6 = 1700 \text{ N}$$



De afstand tussen het draaipunt en het aangrijppunt van de krachtresultante ( $F_{klem}$ ) is geschat op ongeveer 2 cm groter dan de grootste colletstraal. De grootste colletstraal is 2.5 cm, dus deze arm is ongeveer 4,5 cm. De veer moet dus (ook volgens  $F \cdot s = F \cdot s$ ) een moment leveren van

$$1700 \cdot 0.045 = 76 \text{ Nm}$$

Bij deze optie is er echter sprake van een hipposluiting die uit twee hipposluitinghelften bestaat. Er zijn dus twee torsieveren nodig met beide een moment van  $76/2=38\text{Nm}$ .

Uit de berekeningen blijkt dat er een aanzienlijke moment nodig is om de laskop te klemmen en te vergrendelen op de buisdelen. De veren die zo'n groot moment kunnen leveren zijn in omvang zo enorm groot, dat deze nooit in de laskop zullen passen. Er moet hierbij gedacht worden aan veren met een draaddikte van 10mm en een diameter van 40mm.

## BIJLAGE V AUTOMATISCHE SLUITING OPLOSSING 2

Bij deze oplossing wordt voortgebouwd op de berekeningen in Bijlage IV. De benodigde sluitkracht die in bijlage IV is uitgerekend, zorgt zowel voor een klemming als een vergrendeling. Door deze processen los uit te voeren, zal de klemmingsactuator (de torsieveer) veel minder kracht hoeven leveren en mogelijk wel binnen redelijke afmetingen vallen.

De benodigde wrijvingskracht voor alleen klemmen is:

$$10 \cdot 0,10 = 0,0125 \cdot F_w \rightarrow F_w = 80 \text{ N}$$

$$F_w = \mu_w \cdot F_{\text{klem}}, \mu_w \text{ van aluminium op staal is } 0,6, \text{ dus } F_{\text{klem}} = 80/0,6 = 130 \text{ N}$$

De afstand tussen het draaipunt en het aangrijppunt van de krachtresultante ( $F_{\text{klem}}$ ) moet nog steeds zo klein mogelijk zijn. Dus ook hier is deze arm is ongeveer 4,5 cm.

$$130 \cdot 0,045 = 5,8 \text{ Nm}$$

Ook bij deze oplossing is er sprake van twee hipposluitinghelften die samen voor de klemming zorgen. De twee torsieveren moeten dus beide een moment van  $5,8/2 = 2,9 \text{ Nm}$  leveren. Dit moment kan gemakkelijk door een torsieveertje van redelijk formaat geleverd worden. Een voorbeeld van een torsieveer die voldoet is de volgende<sup>32</sup>:

Ext. Diameter (mm)	Draaddikte (mm)	Aantal windingen	Lengte onbelast (mm)	Veerconstante (Nmm/°)
24.8	2.9	5,25	18mm	35

Voor het vergrendelen van de hipposluiting is een moment nodig dat niet geleverd kan worden door een torsieveer en daarom door een lineaire actuator geleverd zal worden. Deze zal zo ver mogelijk van het draaipunt moeten aangrijpen, zodat de arm zo groot mogelijk is.

Hoe langer echter de arm is, hoe breder de laskop moet worden. Onderstaande afbeelding geeft dit probleem weer. Ook moet de hipposluiting zover geopend kunnen worden, dat de laskop om de dikst mogelijke buis heen geplaatst kan worden.

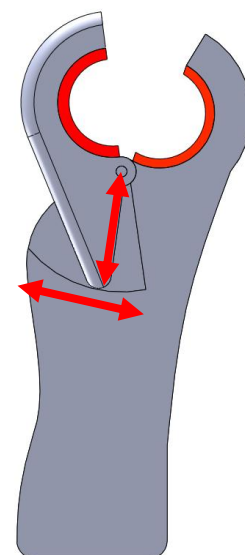
Met deze waardes is de lengte van de arm tussen het aangrijppunt van de kracht en het draaipunt van de hipposluiting maximaal 8,5 cm.

Van het moment berekend in Bijlage IV, dat benodigd is om zowel te klemmen als te vergrendelen kan het moment dat de torsieveren bij deze oplossing leveren afgetrokken worden:

$$76 \text{ Nm} - 5,8 \text{ Nm} \approx 70 \text{ Nm}$$

Met een arm van  $8,5 \text{ cm} = 0,085 \text{ m}$  is de benodigde vergrendelkracht:

$$70/0,065 = 830 \text{ N}$$



<sup>32</sup> Bron [http://www.vanel.com/torsion-simple-](http://www.vanel.com/torsion-simple-search.php?lang=dutch&sessionid=13089792204ab8a62c3f7b3687469325945223245196025#results)

[search.php?lang=dutch&sessionid=13089792204ab8a62c3f7b3687469325945223245196025#results](http://www.vanel.com/torsion-simple-search.php?lang=dutch&sessionid=13089792204ab8a62c3f7b3687469325945223245196025#results)

## BIJLAGE VI SILICONENRUBBER ONDERZOEK

### SILICONENRUBBER

Siliconenrubber is een synthetische rubber die goed bestand is tegen hoge temperaturen. De gebruikstemperatuur ligt globaal tussen de  $-55^{\circ}\text{C}$  en  $+300^{\circ}\text{C}$ . Treksterkte, uitrekking en breuksterkte zijn bij relatief hoge temperaturen superieur aan conventionele rubbers. Siliconenrubber is weer- en verouderingsbestendig en ozonbestendig.

### PROEFBEREKENING

Stel we lassen met een voltage van 30V en een ampèrage van 100A. Dan is het vermogen dat de laskop produceert  $P=U \cdot I=3000$  Watt. Aangezien er in de lasboog tussen de elektrode en het smeltbad heel wat warmte verloren gaat door straling en opwarming van de laskop, nemen we aan dat 2/3 van de warmte daadwerkelijk overgedragen wordt aan het materiaal. Dat is  $3000 \cdot (2/3) = 2000$  Watt.

De warmtestroom in het werkstuk is dus 2000 Watt = 2000 Joule/sec. Aangezien de warmte twee kanten op kan (er worden twee buizen aan elkaar gelast en beide kunnen warmte afvoeren) gaan we naar één kant uit van een warmtestroom van 1000 Joule/sec ( $Q_w$ ). De wet van Fourier luidt:

$$Q_w = \lambda \cdot A \cdot (dT/dx)$$

We gaan uit van een afstand tussen de collet en het buisuiteinde van  $1\text{cm} = 0,01\text{m} = dx$

$$\lambda \text{ van RVS} = 50 \text{ W/mK}$$

Omdat dit een proefberekening is gaan we uit van een buis met een diameter van 40mm diameter, met een wanddikte van 5 mm. De oppervlakte A is dan:  $(\pi \cdot 0,02^2) - (\pi \cdot 0,0175^2) = 2,9452 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

dT is de variabele die we willen weten, dus vullen we de bekenden in:

$$1000 = 50 \cdot 2,9452 \cdot 10^{-4} \cdot (dT/0,01)$$

dT is dan  $679^{\circ}\text{C}$ . Dit is dus het maximale temperatuurverschil tussen het smeltbad en positie

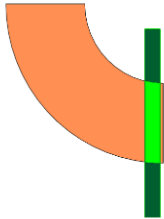

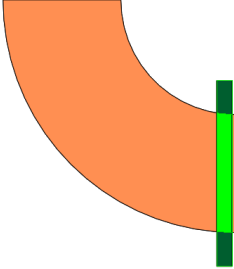
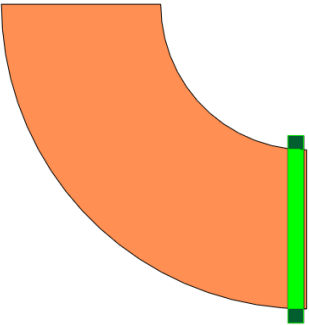
$x=0,01\text{m}$ , de aangrijppositie van de collet. RVS heeft een smelttemperatuur van  $1780$  graden Celsius. In het smeltbad is het materiaal vloeibaar, dus op 1 cm afstand zal de temperatuur nog minimaal  $1780-679 \approx 1100^{\circ}$  Celsius kunnen zijn. Deze berekeningen houden geen rekening met de waterkoeling, die het materiaal drastisch afkoelen. Echter kan er wel grofweg mee berekent worden dat de collets mogelijk temperaturen van honderden graden Celsius te verduren krijgen en dus niet van siliconenrubber gemaakt kunnen worden.

Temperatuurbestendigheid - tabel 1

Temperatuur	Tijd tot 50% van de oorspronkelijke rek bij breuk bereikt is
tot $130^{\circ}$	vele jaren
$150^{\circ}$	2 jaar
$200^{\circ}$	1 jaar
$250^{\circ}$	3 maanden
$300^{\circ}$	1 week
$350^{\circ}$	1 dag

VI.a temperatuurbestendigheidstabel van siliconenrubber

## BIJLAGE VII VOORBEELDEN ELBOWCOLLETS

Buisdiameter (inch)	Buisdiameter (mm)	Radius (mm)	Lasbocht-hoek:	Figuur collet:
1 inch	25,4 mm	38 mm	90 °	
1 inch	25,4 mm	28,5 mm	45 °	
1 ½ inch	38,1 mm	56 mm	90 °	
2 inch	50,8 mm	72 mm	90 °	

## BIJLAGE VIII ONDERZOEK ERGONOMIE

### GEWICHT LASKOP

In de ISO 11228-1 norm wordt aangegeven hoeveel een persoon mag tillen. Dit geldt voor het tillen van lasten boven de 3kg. Uit het marktonderzoek is gebleken een aantal laskoppen boven deze waarde uitkomt. De PW-8-H2 zal niet zo frequent gebruikt worden dat hij onder ISO 11228-3; "Hanteren van lichte lasten aan hoge frequentie" zal vallen. Daarom is het gewicht (zolang dit beperkt blijft tot onder de 3 kg) geen probleem. Bij een groter gewicht is er alsnog een zeer kleine kans dat de PW-8 in het gebruik de ISO normen overschrijdt, vanwege de relatief lage gebruiksfrequentie. Het is echter wel nuttig om tijdens het ontwerpproces rekening te houden met een zo klein mogelijk gewicht.

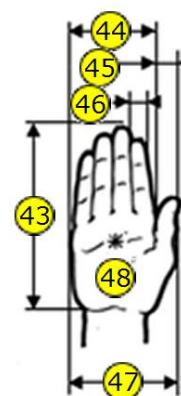
Aan de hand van de beschreven doelgroepdefinitie in paragraaf 2.3 weten we dat het apparaat door zowel mannen als vrouwen gebruikt gaat kan gaan worden. De volgende ergonomische eigenschappen zijn van belang:

- Handbreedte en handlengte: handvat van de laskop moet door operator vast gehouden kunnen worden
- Duimbreedte/wijsvingertop breedte: knoppen en peddels in het handvat moeten ingedrukt kunnen worden door de operator

### HANDBREEDTE EN HANDLENGTE

Wat betreft handbreedte en handlengte moet het handvat breed en ondiep genoeg zijn om 95% van de gebruikers het apparaat gemakkelijk te kunnen laten gebruiken. Uit DINED tabellen<sup>33</sup> kunnen gemiddelde waarden van handbreedtes gehaald worden.

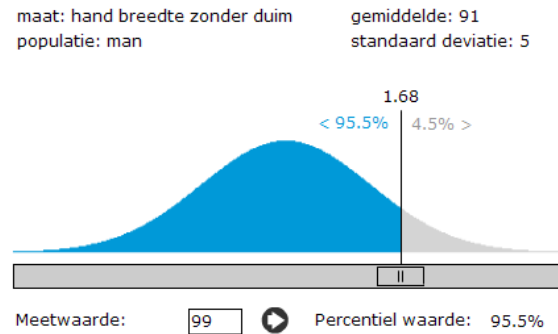
label naam	man GEM	man SD	vrouw GEM	vrouw SD	eenheid
43 hand lengte	196	11	178	8	mm
44 hand breedte zonder duim	91	5	80	4	mm
45 duimbreedte	24	2	21	2	mm
46 wijsvingertop breedte	18	2	16	2	mm
47 handbreedte (met duim)	112	5	93	6	mm
48 handdikte	29	3	27	5	mm



<sup>33</sup> <http://dined.io.tudelft.nl/en,dined2004,304>



De handbreedte van mannen is groter dan die van vrouwen. Het genoemde getal is het gemiddelde van de steekproef. Uitgaande van alleen mannen en 95% dekking komt de minimale breedte van het handvat op 99 mm. Voor het gemak kan in het ontwerp dus worden uitgegaan van een handvatbreedte van 10 cm.



## DUIMBREEDTE/WIJSVINGERTOP BREEDTE

De PW-8 zal een aantal knoppen moeten bevatten die de operator in staat stellen het apparaat te bedienen. Deze zullen met de duim of de wijsvinger bediend moeten worden. Bij deze maten geldt ook dat deze bij mannen groter zijn dan vrouwen. Als er ook hier uitgegaan wordt van alleen mannen en 95% dekking kan er qua duimbreedte uitgegaan worden van 26mm en qua wijsvingertopbreedte van 21mm.

