

113.174

Werkend model Stirling motor



N.B.:

Opitec bouwpakketten zijn gericht op het onderwijs! Dit model mag door kinderen alleen onder toezicht van een ter zake kundige volwassen worden gebouwd en gebruikt. Niet geschikt voor kinderen jonger dan 36 maanden! Verstikkingsgevaar!

Benodigd gereedschap:

Potlood, liniaal
 Figuurzaag, hobbymes, schaar
 Priem, kraspen
 Boortjes $\varnothing 1$, $\varnothing 2,5$, $\varnothing 4$ + $\varnothing 10$ mm
 Gatendoor $\varnothing 20$ mm
 Kolomboormachine + machinebankschroef
 Schuurpapier, werkplaatstijl
 Rondtang, zijsnijtang
 Aanslag- + centreerhoek
 IJzerzaag Kruiskopschroevendraaier
 Secondelijm, alleslijm, lijm

Stuklijst	Stückzahl	Afm.(mm)	Omschrijving	Nr.
MDF-plaat	1	8x100x100	stellage, cilinderbasis	1
Multiplex	1	3x160x160	onderstel	2
Indrukdeksel	2	$\varnothing 110$	bodem, deksel	3
Metalen as	1	$\varnothing 3 \times 70$	as	4
Schroef	6	2,9x6,5	bevestiging	5
Messing huls	1	$\varnothing 4 \times 8$	lager	6
Kartonnen buis	1	$\varnothing 19,5 \times 65$	cilinder	7
Handschoen	1		membraan	8
Veerstaaldraad	2	$\varnothing 1 \times 200$	aandrijfstang	9
Biervilt	1	$\varnothing 107$	zuigerplaat	10
Stuk schuimstof	1	$\varnothing 105 \times 10$	verdringingszuiger (regenerator)	11
Tandwiel, module 1, 58 tanden	1	$\varnothing 60$	aandrijf wiel, groot	12
Elastiek	1	$\varnothing 40$	dichting	13
Tandwiel, module 0,5, 30/10 tanden	1	$\varnothing 26$	aandrijf wiel, klein	14
Tussenring	2	2,9x9,5	lager	15
Siliconenslang	1	ca. $\varnothing 1,7/0,7 \times 200$	aandrijfstang	16
Kartonnen buis	1	ca. $\varnothing 114 \times 43$	verdringingscilinder	17
Theelichthouder	2		onderstel	18

Bouwbeschrijving

Beschrijving van de werking

Dit type heteluchtmotor werkt volgens het principe van de uitwendige verbranding, d.w.z., er vloeit alleen warmte door de motor, maar geen massa.

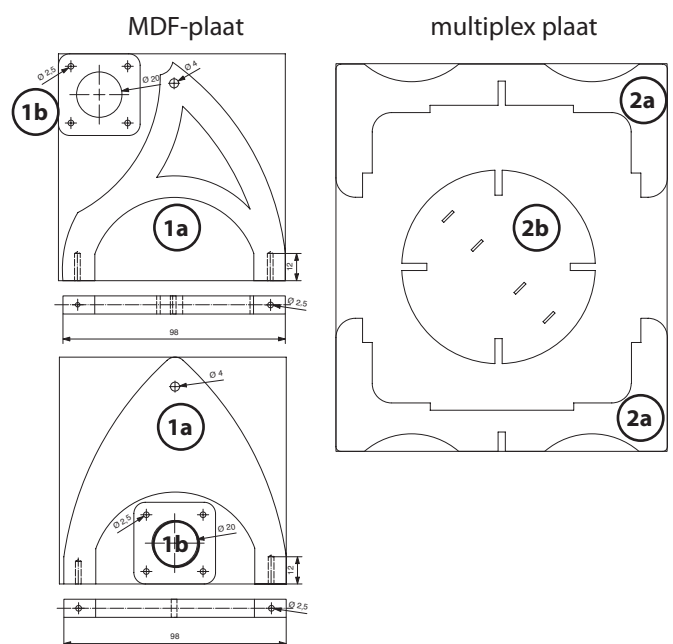
Principe: de lucht in het blikje wordt door kaarsen verwarmd en zet uit. Het membraan van de arbeidszuiger werkt zich naar boven en drukt de arbeidszuiger uit de cilinder. Via de zuigerstang draait het grote vliegwiel zich naar het bovenste dode punt. Gelijktijdig draait het kleine wiel in de richting van het onderste dode punt, waarbij de verwarmde lucht naar boven naar het koelere deksel wordt verdrongen. Hier koelt de lucht af en trekt weer samen. Hierdoor gaat het membraan naar beneden en trekt de arbeidszuiger met zich mee. De verdringer is intussen weer op weg naar boven en duwt de afgekoelde lucht naar beneden. Daar wordt de lucht opnieuw warm en begint de cyclus weer van voor af aan. Om de werking te verbeteren bestaat de verdringer deels uit staalwol. Dit neemt bij het doorstromen een deel van de energie op en geeft deze in omgekeerde richting weer af.

Het maken van de houten onderdelen

1. Kies één van de beide sjablonen voor de 2 varianten van de stellage van de machine (1a) en lijm dit zo op de MDF-plaat (1), dat de poten van de stellage (1a) precies gelijk zijn met een zijkant van de MDF-plaat. Zo weet je zeker dat de onderkanten van de poten, recht en glad zijn en een rechte hoek maken.

Markeer de middelpunten van de boorgaten met een priem. Doe hetzelfde met de middelpunten van de boorgaten aan de onderkant van de stellage (1a).

Knip het sjabloon voor de onderdelen van multiplex uit en lijm dit zo op het stuk multiplex (2), dat de poten van de stellage (2a) precies gelijk zijn met een zijkant van de multiplex plaat.

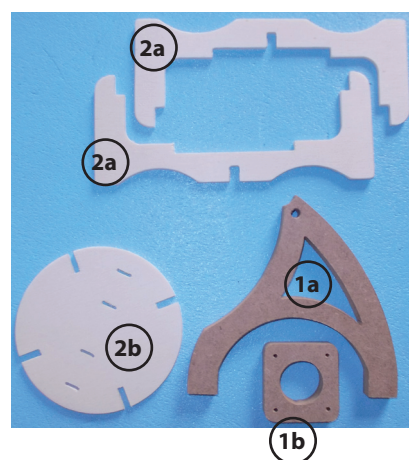


2. Boor de MDF-onderdelen eerst $\varnothing 2,5$, $\varnothing 4$ + $\varnothing 20$ mm

Klem voor de verticale boorgaten $\varnothing 2,5$ mm de MDF-plaat in een machinebankschroef, richt de plaat horizontaal uit en boor de bevestigingsgaten met een kolomboormachine ca. 10 mm diep, met een tussenafstand van 85 mm in het midden.

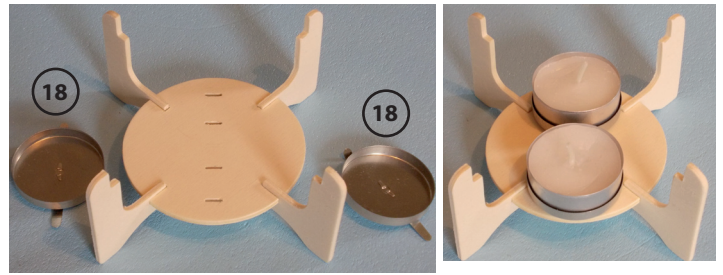
Zaag na het boren alle onderdelen van MDF + multiplex uit. Schuur de zaagsneden netjes.

Verwijder het opgeplakte sjabloon (vanwege de dichtheid) zonder resten achter te laten.



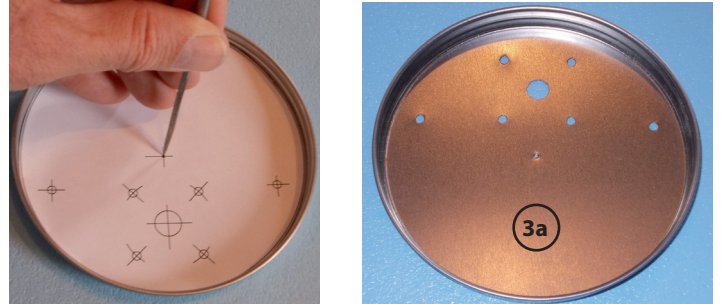
Bouwbeschrijving

3. 3. Lijm het onderstel samen uit de onderdelen van multiplex (2a+2b). Steek de lipjes van de theelichthouders (19) door de sleufjes in de onderplaat (2b) en buig deze aan de onderkant om.

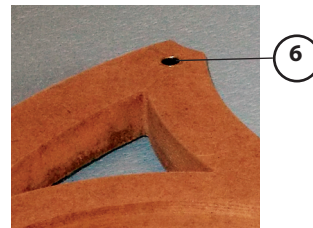


Het maken van het deksel

4. Knip het boorsjabloon (pagina 11) langs de buitenste cirkel uit en leg dit netjes in het midden van het deksel (3a). Zet het sjabloon goed vast (vasthouden!). Markeer met een kraspen of een priem de middelpunten van de boorgaten. Leg het deksel op een vlakke houten plaat en boor eerst alle gaten met een boortje 1 mm. m. Boor daarna de gaten met de juiste diameters ($\varnothing 3 + \varnothing 10\text{mm}$). Ontbraam de boorgaten netjes.



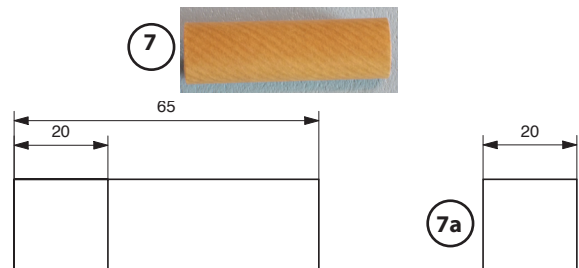
5. Druk de messing huls (6) voorzichtig en onder een rechte hoek in de stellage (1a).



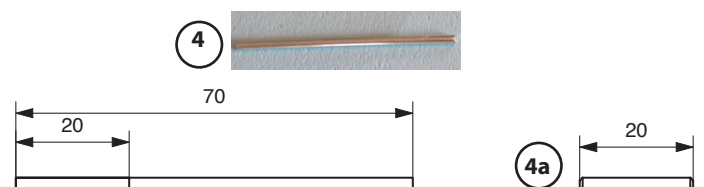
6. Bevestig de stellage (1a) met 2 schroeven (5) in de daarvoor bestemde gaten op het deksel (3a). Bevestig de cilinderbasis (1b) eveneens met 4 schroeven (5) in de daarvoor bestemde gaten in het deksel (3a).



7. Snij met een hobbyymes of met een figuurzaag (weinig druk uitoefenen!) een 20 mm lang stuk van de kartonnen buis (7). Let erop dat de snede netjes recht loopt.



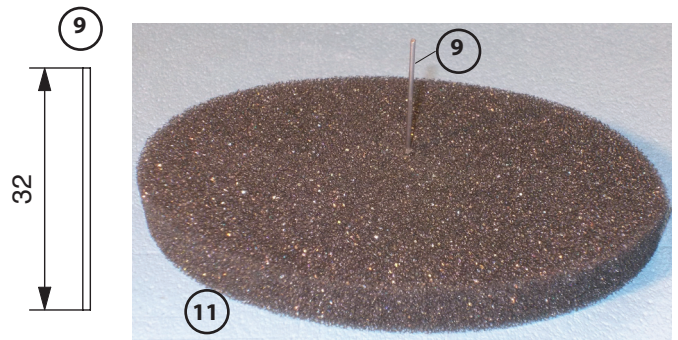
8. Zaag van de as $\varnothing 3\text{ mm}$ (4) een 20 mm lang stuk (4a) af en ontbraam dit onderdeel netjes.



Bouwbeschrijving

9. Leg het sjabloon voor de verdringszuiger (zie pagina 9) in het midden op het stuk schuimstof (11) (het middelpunt moet op 0,5 mm van het midden zijn). Steek het middelste gat ($\varnothing 1\text{mm}$) voor met een priem en boor dit gat 1,0 mm.

10. Knip de aandrijfstang (9) van een stuk veerstaaldraad (9) af. Werk de uiteinden netjes af met fijn schuurpapier of een werkplaatsvijl. Steek de aandrijfstang in het middelste gat. Lijm de stang m.b.v. weinig secundelijm loodrecht in de verdringszuiger. (met aanslaghoek controleren!)

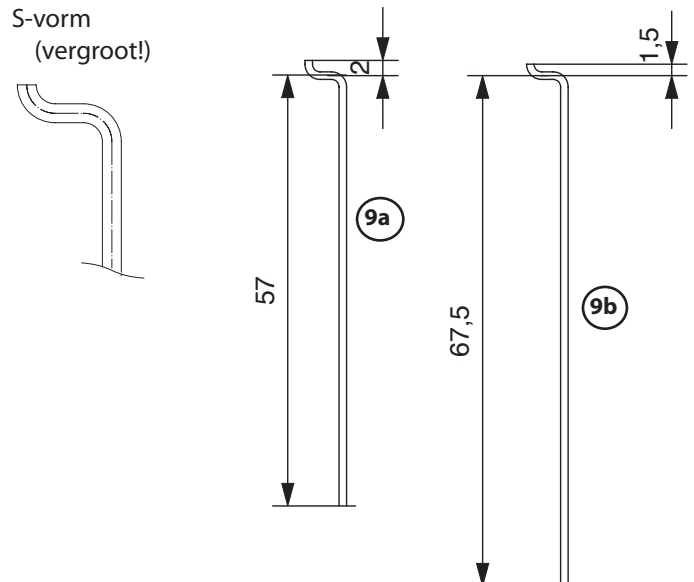


12. Buig bij elk van de stukken veerstaaldraad (10) een "S" aan een uiteinde zoals op de tekening is te zien. De vorm van de "S" moet precies worden aangehouden omdat de draad anders niet in de gaten van de wielen past of kan gaan klemmen. Knip de stukken draad daarna precies af met een zijsnijtang.

Tip:

De aangegeven lengtes komen overeen met de totale lengte van de aandrijfstang.

Werk de uiteinden netjes af met fijn schuurpapier of een werkplaatsvijl.



13. Knip of snij uit het biervilt (10) met een hobbymes of schaar een schijf (10) van ca. $\varnothing 10\text{ mm}$ uit en doorboor deze in het midden 1,0 mm.

Lijm de 57 mm lange drijfstang (9a) met secundelijm loodrecht in de zuigerplaat (10 - biervilt $\varnothing 10\text{ mm}$) (met aanslaghoek controleren!). Let er op dat de draad later niet door het membraan (8a) stoot.

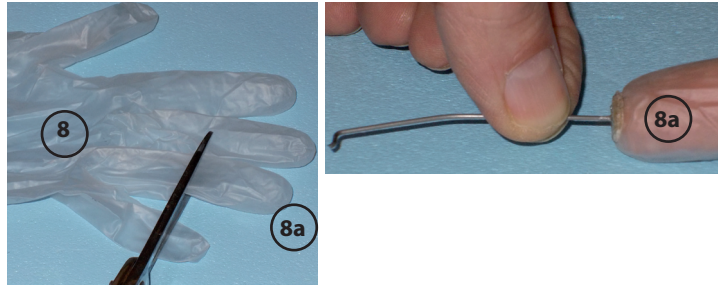
Die 57 mm lange Kurbelstange (9a) senkrecht in die Kolbenplatte (10 - Bierfilz $\varnothing 10\text{ mm}$) mit Sekundenkleber einkleben (mit Anschlagwinkel überprüfen!). Dabei darauf achten, dass der Draht später nicht durch die Membran (8a) stößt



Bouwbeschrijving

14. Knip van de handschoen (8) de pink of de ringvinger (8a) af en kort deze in tot 28 mm lengte. Trek dit stuk over de wijsvinger. Breng een druppel lijm aan op de punt van het stuk handschoen (vinger 8a) en druk dit op het midden van de zuiger (10).

Blijf tot het uitharden van de lijm (ca. 2 minuten) drukken, trek vervolgens de wijsvinger uit het afgeknipte stuk.



15. Schuif het zuiger-membraan onderdeel zoals afgebeeld in het stuk karton (7a 20 mm).



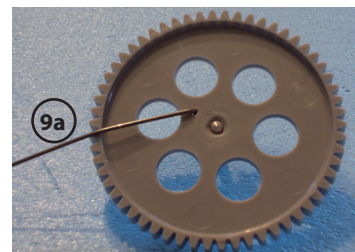
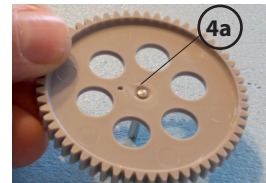
- 16.. Boor bij het grote tandwiel (13) met een boortje \varnothing 10 mm aan één kant de naaf (verhoging in het midden) langzaam voor de helft weg. Snij de rest met een scherp mes netjes weg. Knip het boorsjabloon (pagina 11) uit en rits het middelpunt (\varnothing 3mm) in de vorm van een kruis. Steek de as (20 mm) in het tandwiel en richt dit zo uit dat de kant met de verwijderde naaf)= voorkant) ca. 5 mm uitsteekt. Schuif het sjabloon via de voorkant over de as en zet dit in het midden vast met plakband.

Boor het gat (op deelcirkel \varnothing 14 mm) \varnothing 1 mm. Verwijder het sjabloon. Schuif de as naar de voorkant terug.

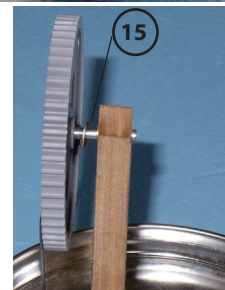
geboord tandwiel (13) voorkant
(zonder naaf) achterkant



17. Steek het gebogen uiteinden van de aandrijfstang (9a) in het gat.

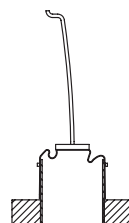


18. Steek een U-schijfje (15) op de as (4a) en steek de as door het lager (messing huls, 6) in de stellage.



19. Breng nu de aandrijfstang/membraan eenheid als test aan in de cilinderbasis (1b). De aandrijfstang mag niet gedraaid zijn. Als nu aan het wiel wordt gedraaid, dan moet het membraan in het bovenste dode deel bijna stil komen te staan.

afb. A



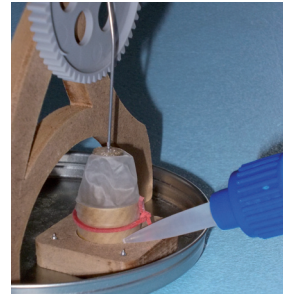
Bouwbeschrijving

20.. Leg in deze positie een opengeknipt elastiek (13) om de bovenste rand van de buis en knoop dit niet al te strak vast. De buis mag niet vervormen door de knoop.

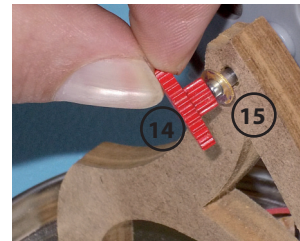


13

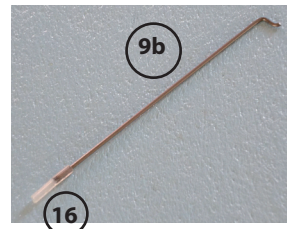
21. Als het membraan juist is bevestigd, dan moet de buis (7a) met decondelijm of alleslijm worden vastgelijmd. Let op dat er geen lijm op het membraan komt!



22. Bevestig aan de andere kant een U-schijfje (15) en het kleine tandwiel (15) op de as. Doe dit zo dat de as licht en zonder speling kan bewegen. (zie foto)



23. Steek het stuk slang (16) voor de helft op het rechte stuk van de drijfstang (9b). Duw vervolgens de drijfstang in één van de kleine gaten van het kleine tandwiel.



Algemeen:

De passing tussen de deksels (3) en de kartonnen buis (18) is bewust zo gekozen dat deze ook na meerdere keren uit elkaar halen geen speling vertoont. Het kan echter voorkomen dat het deksel te strak in de kartonnen huls steekt en niet meer zonder beschadigingen verwijderd kan worden.

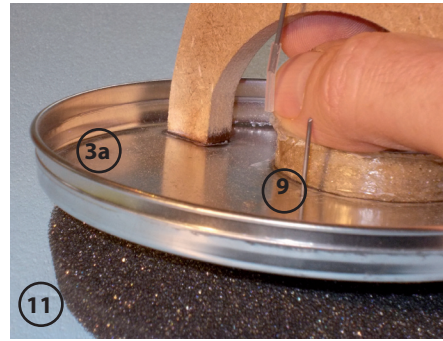
24. Druk het 2e deksel (3) in de kartonnen buis (17) en controleer de passing. Als het deksel gemakkelijk weer kan worden verwijderd, dan kunnen de volgende stappen achterwege blijven. Als het deksel vast zit, doe dan het volgende: druk het deksel los door dit voorzichtig met de kling van een schaar omhoog te drukken. Druk het deksel 3 tot 5 keer vast en maak het weer los totdat dit makkelijk los te trekken is.

Bij het onderste deksel hoef je dit niet te doen omdat dit nadat de bodem (3b) is vastgedrukt niet meer verwijderd hoeft te worden.



Bouwbeschrijving

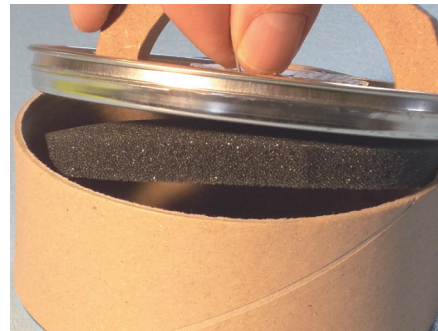
25. teek de verdringingszuiger van onder door het gat 1 mm van het deksel (3a).



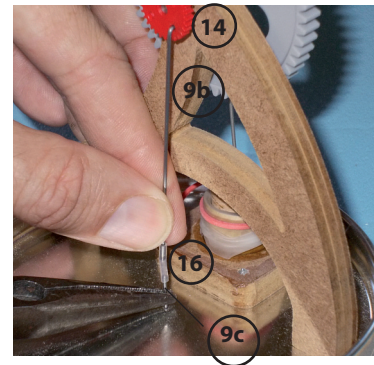
26. Druk het 2e deksel (3b) als bodem in de niet wijder gemaakte kant van de kartonnen buis (17).



27. Druk het totale bovendeel voorzichtig in de kartonnen buis.



28. Maak asje (9c) los van de verdringingszuiger. De verdringer bevindt zich op het onderste dode punt. Draai de drijfstang (9b) met het kleine aandrijfwiel (14) naar het onderste dode punt. Schuif de slang (16) in deze positie over het asje (10c) om hem met de drijfstang (9b) te verbinden. Til aandrijfstang (9c) nu met een platte tang (max. 2 mm) iets op en schuif de slang er nog iets verder op. Er moet absoluut voor gezorgd worden dat de verdringer op het onderste dode punt van het kleine wiel niet meer tegen de dekselbodem (3b) aan komt. Neem het onderste gedeelte weer uit het 'blik'. (verdringer niet demonteren)



Let op! Trek bij het uitnemen van het bovenste gedeelte uit de kartonnen buis (17) nooit aan de stelling! Altijd bij de dekselrand optillen!

29. Draai het kleine wiel na de demontage naar het bovenste dode punt; de verdringingszuiger mag in deze positie de schroeven maar heel lichtjes raken. Als de remwerking te groot is, dan zal de motor niet goed lopen.



Bouwbeschrijving

30. Met het opnieuw aanbrengen van het bovendeel is de motor klaar voor de eerste proefloop.

Stuurtijden instellen:

De stuurtijd (= heeverhouding tussen beide zuigers) bedraagt 80-90 graden (afb. B).

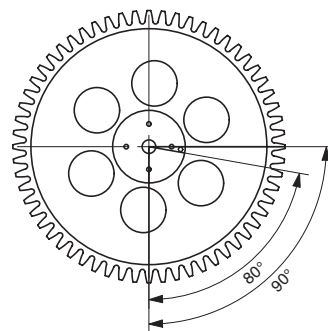
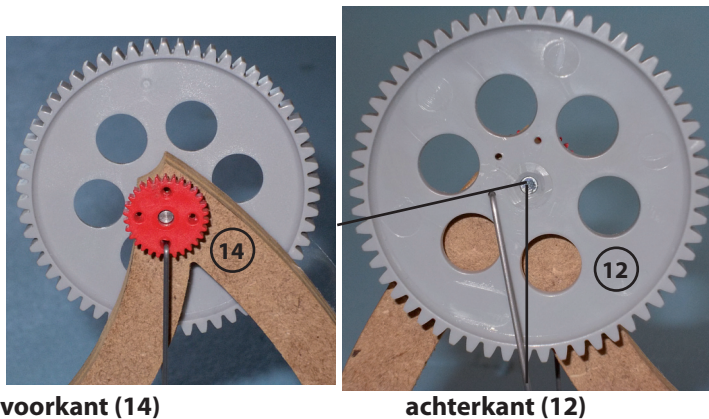
Draai het kleine wiel op het onderste dode punt en hou het in deze positie vast. Draai nu het grote wiel eveneens naar het onderste dode punt op de as. Om ervoor te zorgen dat het geheel door de warmte zelfstandig kan draaien, moet de werkzuiger 80-90° ten opzichte van de verdringer draaien. Draai hiervoor het grote wiel zoals afgebeeld tot een hoek van 80-90° . (zie afbeeldingen schets pagina 11)

De wielen kunnen tegen elkaar in worden gedraaid wat het afstellen en corrigeren heel gemakkelijk maakt.

Proefloop:

Controleer een vrije loop door aan de vliegwielen te draaien; eventueel corrigeren. Zet 2 theelichten in de houders en steek ze aan. Zet de motor op de kaarsenhouder en draai het kleine wiel zo, dat de verdringer op het bovenste dode punt staat. Na een opwarmtijd van ca. 20-30 seconden kan de motor worden gestart door simpel aan één van de wielen te draaien.

De draairichting is afhankelijk van de positie van de beide wielen ten opzichte van elkaar. De motor genereert relatief weinig vermogen; daarom is het belangrijk dat er zo weinig mogelijk wrijving is.



Belangrijk! de motor nooit onbeheerd met brandende kaarsen laten lopen!

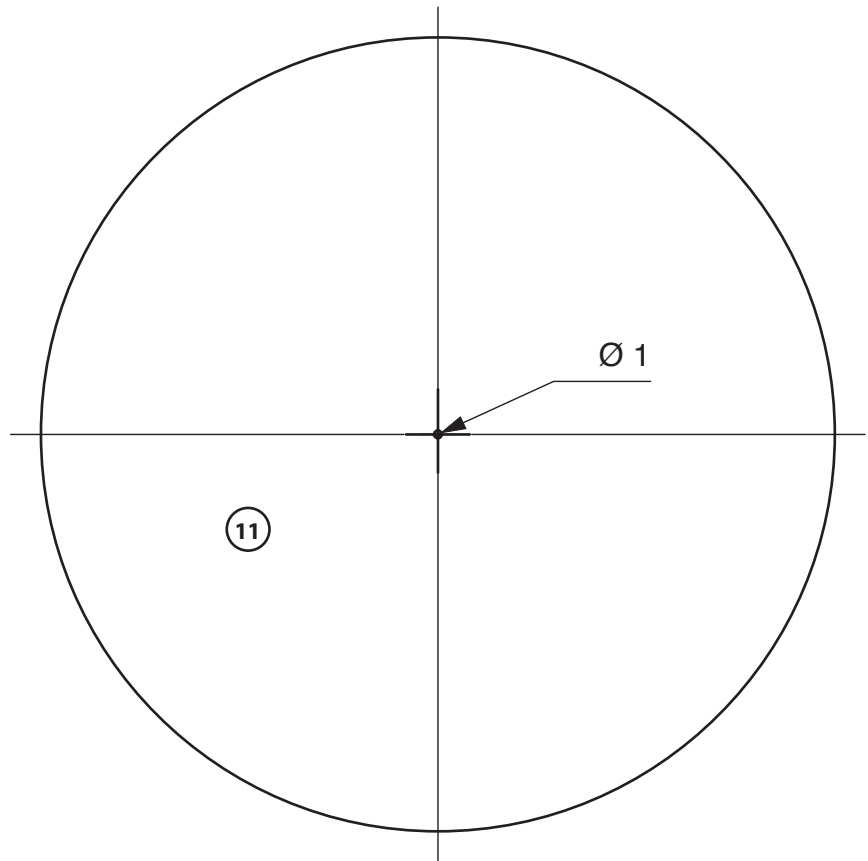
Als de kaarsen branden, dan mag de verdringer zich nooit in stilstand op het bovenste dode punt bevinden. De schuimstof kan dan verkolen!

Als de motor niet loopt kan dit de volgende oorzaken hebben:

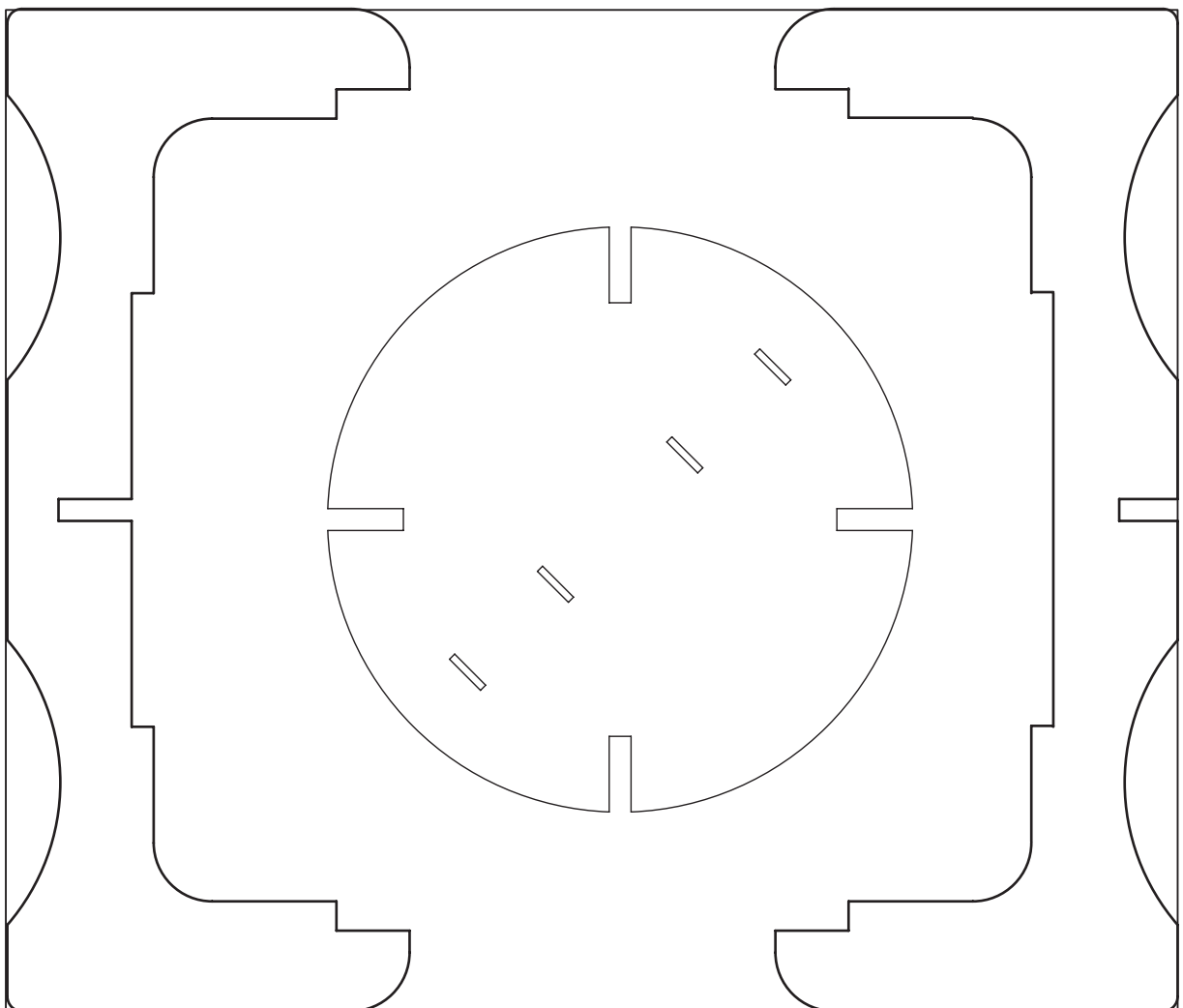
- komt de verdringingszuiger tegen de bodem?
- komt de verdringingszuiger tegen het bovenste deksel of wrijft deze te zwaar tegen de schroeven aan ?
- blijft de verdringingszuiger aan de wand van de cilinder hangen, of schuurt hij misschien ?
- draait de as zonder wrijving in de messing huls? Anders een druppel olie aanbrengen in het glijlager of de speling instellen.
- schuurt de "S" van drijfstang langs de stellage?
- loopt het membraan niet lekker in het bovenste dode punt en remt dit zo de machine af?
- zit de drijfstang gedraaid? (vast in het gat van het grote wiel) ?
- zit de voorste drijfstang vast in het gat van het kleine wiel?
- loopt de stang zonder wrijving door het gat in het deksel?
- is het membraan dicht?
- klopt de stuurtijd (ca. 80-90 graden)?



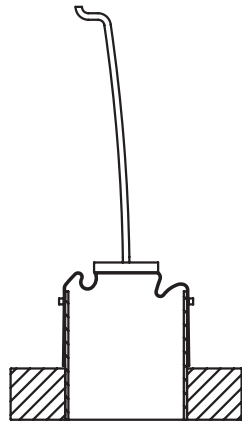
Sjabloon verdringingszuiger (schuimstof, 11)
schaal 1:1



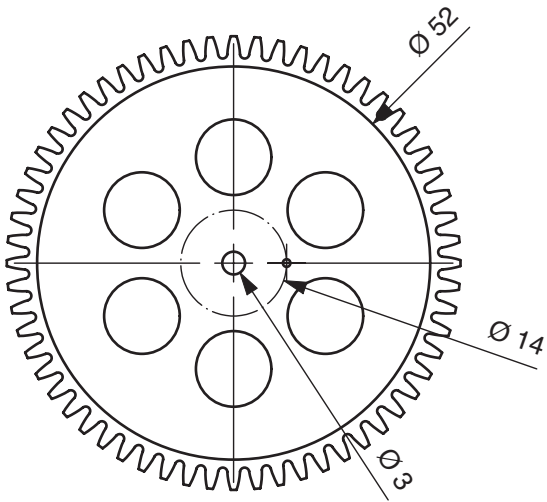
Sjabloon multiplex plaat (2)
schaal 1:1



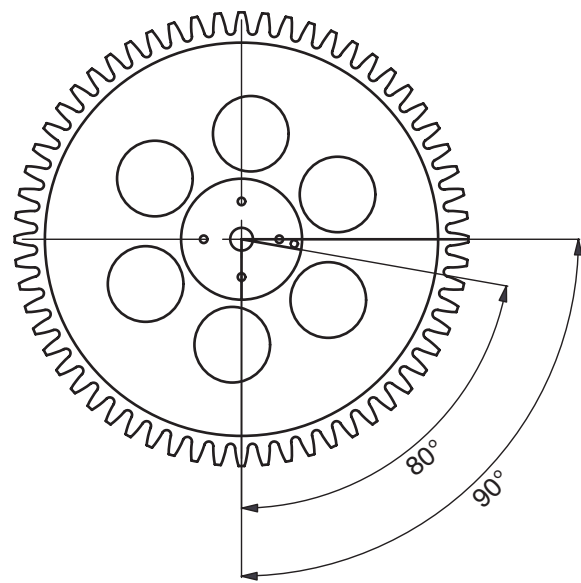
Tekening A
 membraanspanning (9a)



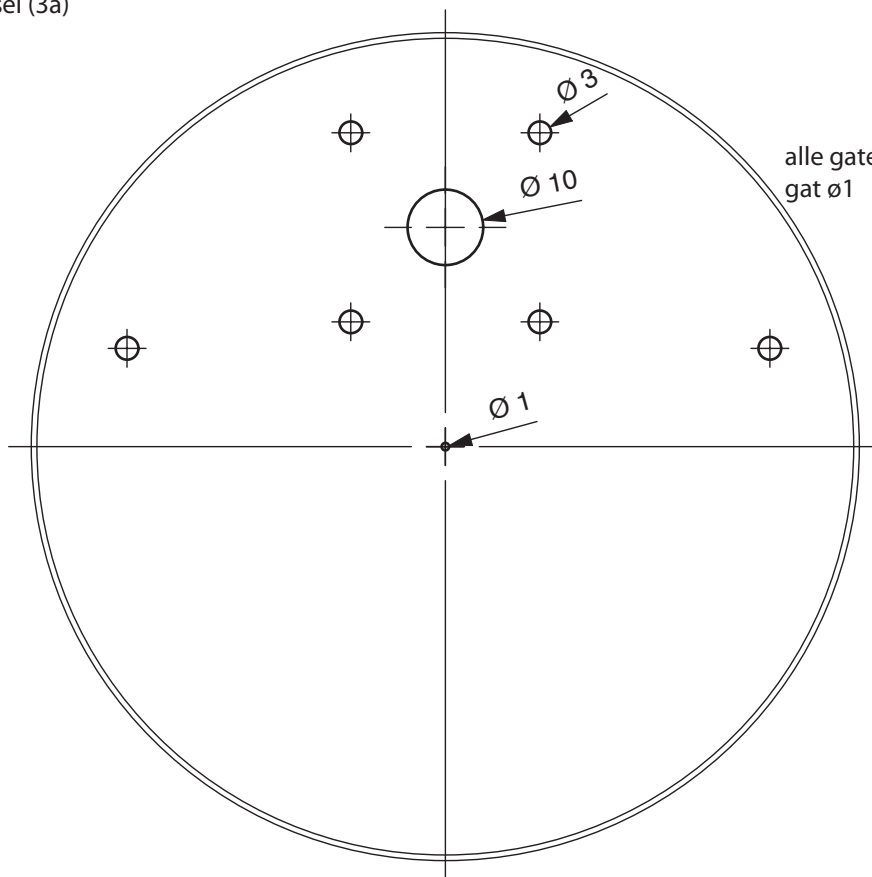
Sjabloon aandrijf wiel (tandwiel, 13)
 schaal 1:1



Stuurtijd (tekening B)
 schaal 1:1

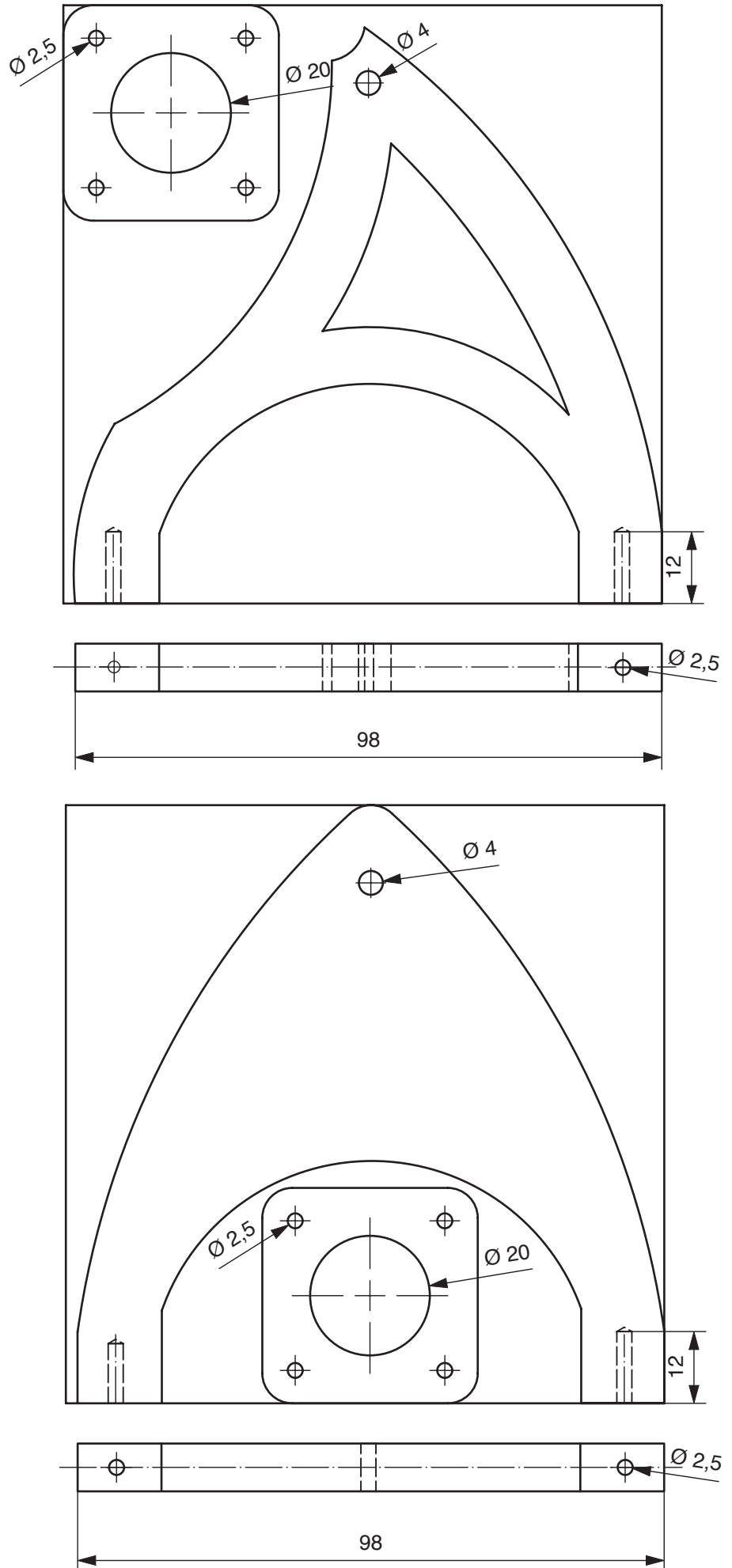


Sjabloon deksel (3a)
 schaal 1:1



alle gaten netjes ontbramen behalve gat Ø1

Sjablonen
MDF-plaat (1)
schaal 1:1



Doorsnede Stirling motor

