

# OPITEC

is uniek

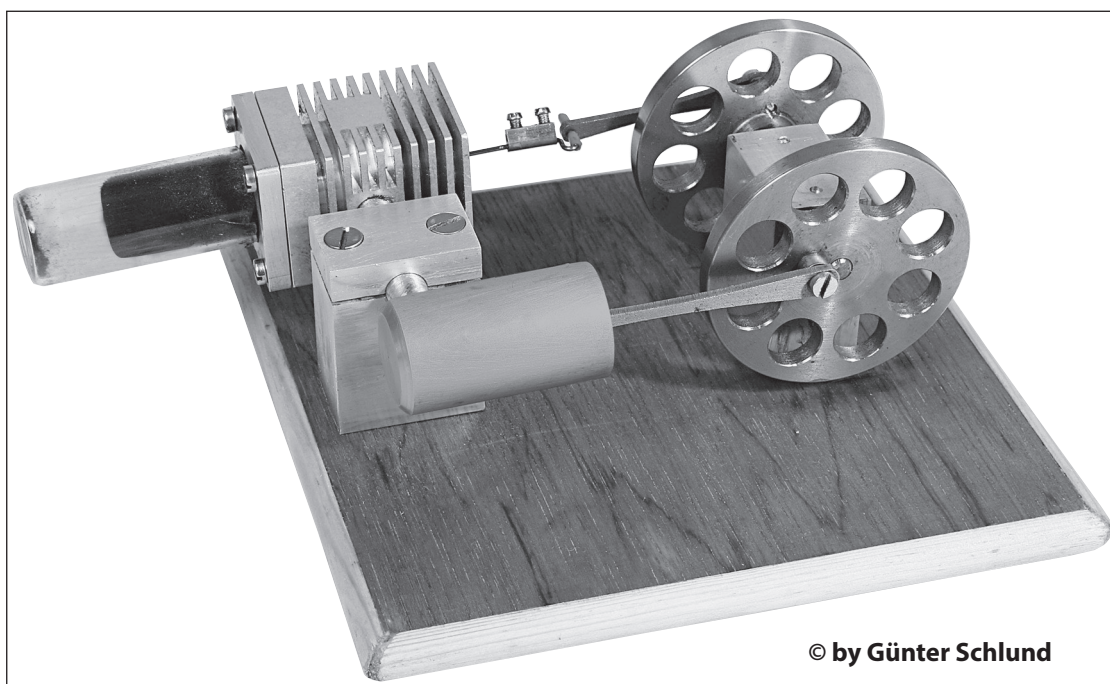
## 1 1 2 . 7 7 8

### *H e t e l u c h t m o t o r*

**Let op!**

Opitec bouwpakketten zijn na afbouw geen speelgoed, maar leermiddelen als ondersteuning in het pedagogisch vakgebied. Dit bouwpakket mag door kinderen en jongeren alleen onder toezicht van een volwassene worden gebouwd en gebruikt.

Niet geschikt voor kinderen jonger dan 36 maanden. Verstikkingsgevaar!



© by Günter Schlund

#### **Inhoudsopgave:**

- **Productinformatie**
- **Materiaalinformatie**
- **Gereedschap**
- **Voorwoord**
- **Werking van de Stirlingmotor**
- **Gereedschapslijst**
- **Materiaallijst**
- **Maken van de losse onderdelen**
- **Assemblage**
- **Ingebruikname**

## 1. Productinformatie:

**soort:** metalen werkstuk; volledig werkend model  
**te gebruiken:** lessen techniek bovenbouw middelbare school

## 2. Materiaalinformatie:

- 2.1 Materiaal:** staal (ijzer)
- Bewerking:** zagen, vijlen, boren, verzinken, schroefdraad snijden
- Verbinding:** schroeven, lijmen
- Oppervlak:** inoliën
- 2.2 Materiaal:** aluminium (licht metaal) niet magnetisch, zacht
- Bewerking:** zie staal
- Verbinding:** schroeven, lijmen
- Oppervlak:** inoliën
- 2.3 Materiaal:** messing (legering van koper en zink) hard, bros
- Bewerking:** zagen, vijlen
- Verbinding:** lijmen, klemmen
- Oppervlak:** inoliën
- 2.4 Materiaal:** multiplex, meerdere lagen; richting vezels is tegenovergesteld
- Bewerking:** boren, verzinken, schuren  
aftekenen m.b.v. afmetingen of sjabloon
- Verbinding:** schroeven
- Oppervlak:** in de was zetten (vloeibaar of vast)  
houtlak (grondlaag/lak)  
beitsen (gekleurd en wateroplosbaar – daarna een laklaag)  
**Let op!** vijl alleen tijdens vooruitgaande beweging belasten

### 3. Gereedschap::

**Vijlen:** kies de juiste vijl afhankelijk van de mate van afwerking  
bij uitsparingen sleutelvijltje gebruiken

**Beachte!** Feile nur auf Schubbewegung belasten.

**Zagen:** **ijzerzaag:** geschikt voor bepaalde sneden

**Let op!** zaagblad met tanden naar voren inspannen  
zaag alleen tijdens de vooruitgaande beweging belasten

**Boren:** gebruik een kolomboormachine

**Let op!** Neem de geldende veiligheidsvoorschriften in acht.  
(lange haren, sieraden, kleding, veiligheidsbril, voorspaninrichting)  
onderdelen in machinebankschroef inspannen  
gebruik het juiste toerental (draaisnelheid)

**Schuren:** gebruik een schuurklos voor kanten en vlakken  
gebruik schuurpapier voor losse vormen

## 4. Voorwoord:

De heteluchtmotor is sinds 1827 na de stoommachine die tweede oudste warmtekrachtmachine. Sinds het begin van de 20e eeuw worden de beide machines verdrongen door Otto-en Diesel-motoren. Terwijl de stoommachine vandaag de dag alleen nog museumwaarde heeft, gaan experimenten met de heteluchtmotor (Stirlingmotor) nog steeds verder. Reden hiervoor zijn de voordelen ten opzichte van commerciële traditionele verbrandingsmotoren.

### De voordelen zijn:

#### - Veelvoud aan stoffen te gebruiken

Vaste, vloeibare en gasvormige brandstoffen alsmede warmtereservoirs en zonne-energie zijn geschikt als warmtebron.

#### - Hoog rendement

Het rendement ligt bij 40%.

#### - Gesloten systeem

Als medium zijn bijna alle gassen geschikt (bijvoorbeeld lucht, helium, argon, waterstof) Wanneer men de machine gebruikt, werkt hij als koudemachine die CFK-vrij is. Verbrandingsresten kunnen niet in de bewegende delen komen.

#### - Volledige en gelijkmatige verbranding

Door de volledige en gelijkmatige verbranding van de Stirlingmotor worden weinig schadelijke stoffen uitgestoten; bovendien maakt de motor weinig lawaai.

#### - Weinig trillingen

Vanwege de constante volledige verbranding ontstaan er geen pieken in de druk. Hierdoor kan de Stirlingmotor zelfs bij hoge toerentallen trillingsvrij werken; de motor loopt ook zeer rustig.

#### - Weinig onderhoud

De Stirlingmotor kan met weinig onderdelen worden gebouwd. Omdat maar weinig vibraties ontstaan en de binnen-delen welhaast zonder olie werken zijn deze onderhoudsvrij.

#### - Verschillende toepassingsmogelijkheden

Stirlingmotoren worden bijvoorbeeld ingezet als koudemachines.

Motoren voor ontwikkelingslanden	--> testmodellen
Generatoraandrijving	-->testmodellen
Scheepsaandrijvingen	-->prototypes
Personen-vrachtwagenaandrijvingen	-->prototypes
In de ruimte vaart	-->prototypes

### Een Stirlingmotor heeft de volgende nadelen:

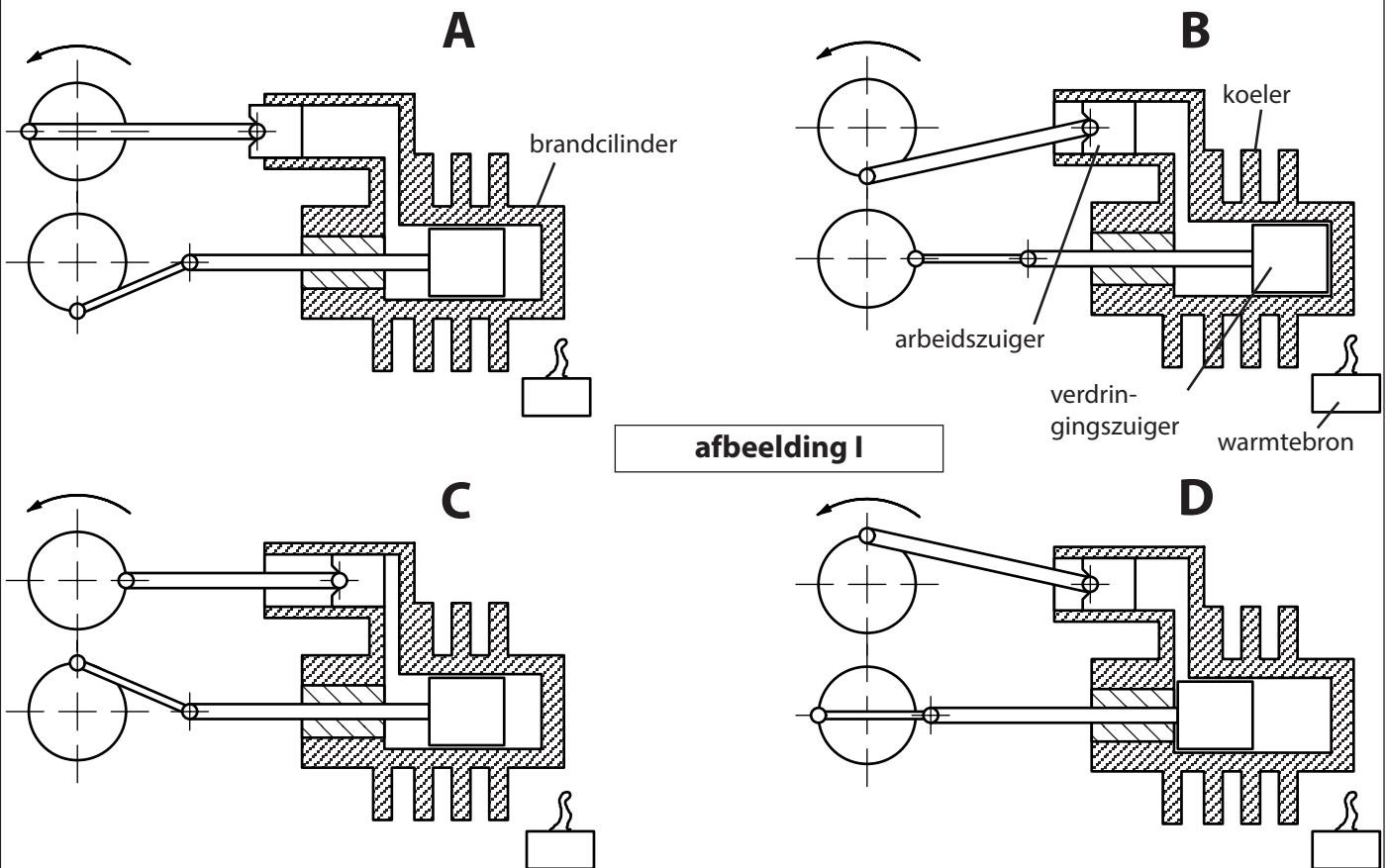
- groot gewicht
- hoge druk
- grote koelers (uitwisseling warmte)
- dichtingproblemen
- hoge eisen aan het materiaal
- geringe bekendheid
- nog geen zwaarwegende economische voordelen

Ondanks deze nadelen zou de Stirlingmotor in de komende jaren een grotere markt kunnen veroveren. Machines die met een Stirlingmotor werken zullen aan betekenis winnen. In de koudetechniek heeft de motor zich al verzekerd van een groter marktaandeel.

## 5. Werking van de Stirlingmotor

De opbouw en de werking worden op afbeelding I getoond. Het te bouwen model bestaat uit twee naast elkaar liggende cilinders die d.m.v. een buis met elkaar verbonden zijn. De arbeidszuiger is aan één uiteinde open. Tussen de verdringingszuiger en de brandcilinder zit een kleine luchtspleet. Hierin kan de lucht bewegen. Beide zuigers werken onder een hoek van  $90^\circ$  ten opzichte van elkaar en zijn met elkaar verbonden middels een krukas. De warmtetoevoer geschiedt aan het einden van de verdringingscilinder (brandcilinder). De koeler zorgt voor een grotere daling in temperatuur en daardoor een betere werking.

Voor verklaring van de werking wordt van momentopnames uitgegaan.



**A:** de lucht in de arbeidscilinder is afgekoeld. Er heerst een kleine onderdruk; deze trekt de arbeidszuiger in de cilinder. Het luchtvolume is dan het grootst. De verdringingszuiger beweegt zich in de richting van het verhitte uiteinde van de buis en verdringt de hete lucht in het koelere gedeelte. De mechanische werking begint.

**B:** de verdringingszuiger is inmiddels in het bovenste gedeelte van de verdringingscilinder aangekomen en heeft op zijn weg de warme lucht in de richting van de arbeidszuiger verdrongen. De beide vliegwielen zorgen ervoor dat de arbeidszuiger in de arbeidscilinder wordt bewogen.

**C:** terwijl bij C de arbeidszuiger de afgekoelde lucht in de richting van de brandcilinder heeft verdrongen, is de verdringingszuiger op weg naar het koelere gedeelte van de verdringingscilinder. Hierbij komt er lucht in het warme gedeelte van de buis; deze wordt verwarmd, zet uit en drukt op de arbeidszuiger. Mechanische werking wordt afgegeven.

**D:** terwijl de verdringingszuiger bij D het onderste dode punt bereikt, wordt de arbeidszuiger weer door de uitzetting bewogen --> A

## 6. Gereedschap voor het maken van de Stirlingmotor

• werkbank met bankschroef (met beschermbecken)	307.957
• kolomboormachine	365.107 (365.048, 365.059)
• machinebankschroef (met beschermbecken)	350.378
• ijzerzaag (puk-zaag)	350.378
• hamer (200 gr.)	343.055
• precisie-schuifmaat	366.043
• blokwinkelhaak	366.496
• kraspen	366.146
• centerpons	342.061
• centreerboor (ø 1,6 mm)	333.589
• machineschrappers (ø2, 4 en 5 mm)	333.590, 302.168, 333.604
• halfronde vijl halfzoet 2 en eventueel ronde vijl	367.399, 367.403
• wringijzer	347.066
• handtapset	347.022, 347.011
• verzinkboor (ø 15)	333.578
• boogsteekpasser	366.191
• HSS boren (ø 1,0/1,8/2,5/3,0/3,1/3,3/3,8/4,1/7,0/8,0/11,0)	330.019, 330.363, 330.042,
•	330.189, 302.064, 330.185
	330.167, rest: -> catalogus

### Hulpmaterialen

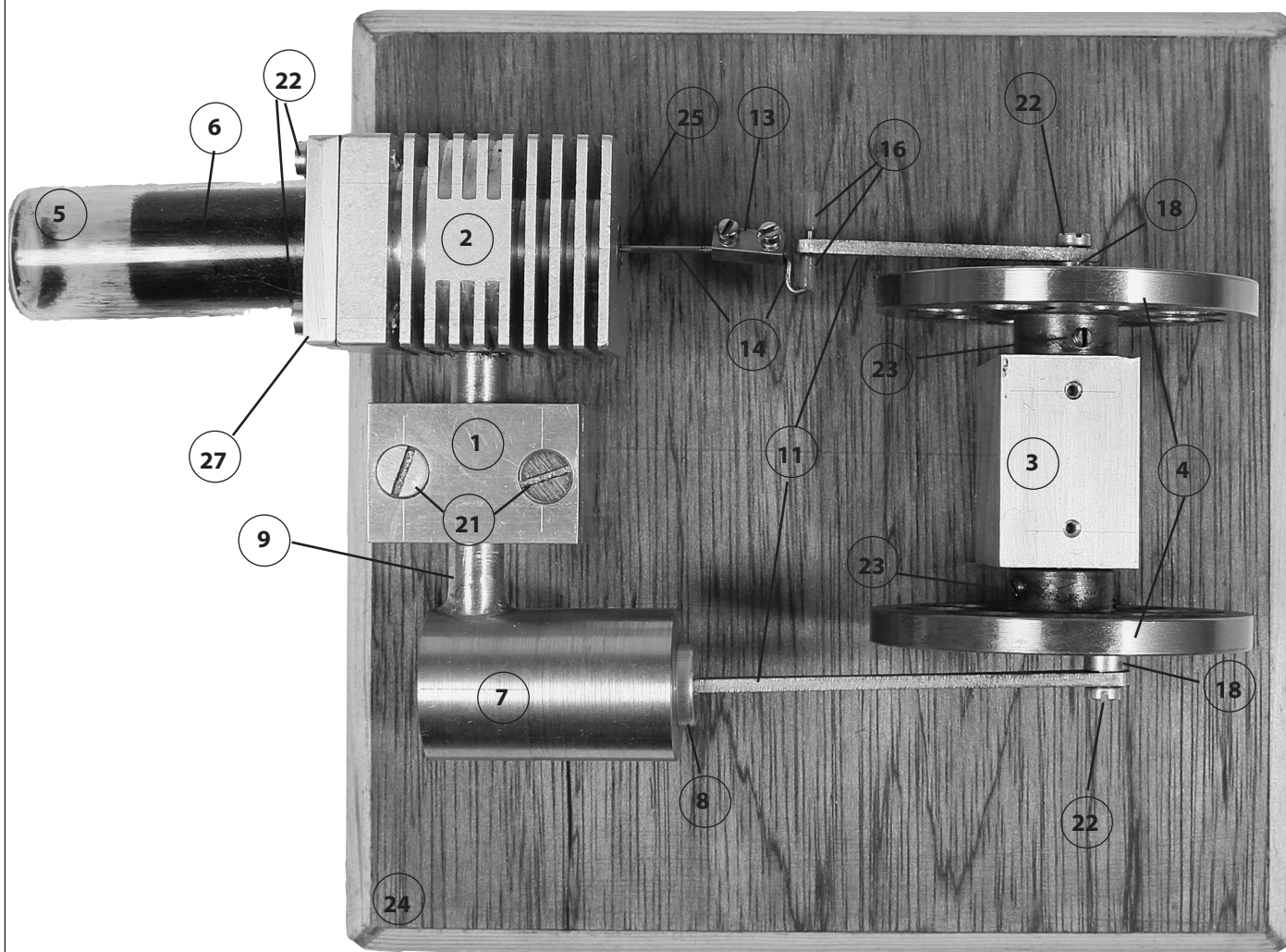
• tweecomponentenlijm	300.317
• spuitolie	439.425
• schuurpapier	662.246, 662.279

## 7. Materialliste

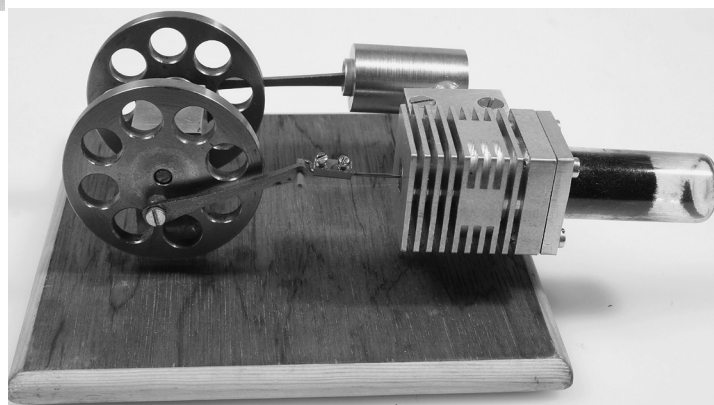
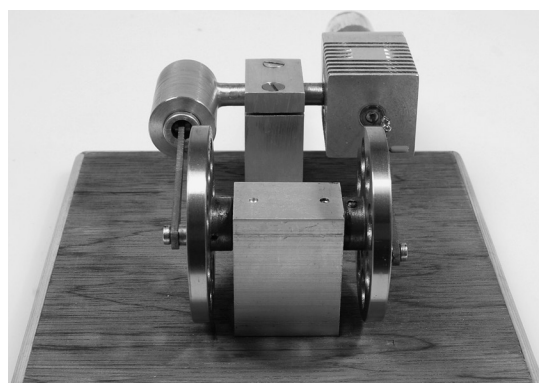
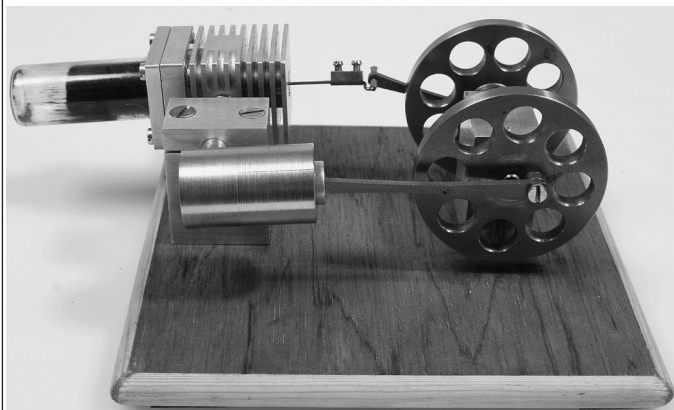
Nr.	Aantal	Omschrijving	Afm. (mm)	Toepassing
1	1	aluminium blok	20x30x40	motorhouder
2	1	aluminium blok, geboord	30x30x38	koeler
3	1	aluminium blok	20x30x40	lagerbok
4	2	vliegwielen van staal	∅ 55x5	vliegwielen
5	1	reageerbuis	(∅20x1,2)x55	verdringingscilinder
6	1	verdringer zeer fijne staalwol	15x85x180	verdringingszuiger (regenerator)
7	1	cilinder met gat	(22x5)x40	arbeidscilinder
8	1	aluminium cilinder met gat	(12x2,5)x16	arbeidszuiger
9	1	messing buis	(8x2,5)x43,5	verbindingspijp
10	1	ijzeren stang	∅5x100	as
11	1	plat stuk metaal	(10x2)x120	krukstang 1/2
12	1	o-ring	∅ 20x2	dichting tussen koeler, flens en verdringingscilinder
13	1	kroonsteen met 2 schroeven	5x4x10	verbinding tussen krukstang en zuigerstang
14	2	ijzerdraad	∅ 1 x 200	drijfstaaf voor verdringings- zuiger en verbinding tussen
15	2	messing busen	(4x0,5)x6	meeneembus aan vliegwielen
16	1	siliconenslang	∅3 x1x20	geleiding krukstang
17	2	messing busen	(7x1)x7,5	loopbusen in lagerbok
18	2	messing busen	(6x1)x3,5	meeneembus in lagerbok
19	1	passtift	2x12	aansluiting krukstang in arbeidszuiger
20	1	rubberplaat	ca.90x95	voeten voor bodemplaat
21	6	platkopschroeven	M4x16	bevestiging voor motorhouder klemdeel en lagerbok
22	6	cilinderkopschroeven	M3x10	bevestiging meeneembussen en bevestiging flenzen
23	2	madeschroeven	M3x6	verbinding tussen vliegwielen en assen
24	1	bodemplaat	140x140x10	montageplaat voor model
25	1	messing bus	3x1x18	loopbus in koeler
26	2	tussenring	∅18/6,4	houder voor lagerbok
27	1	flens	(30x30) met gat ∅ 20	afdichting koeler en brandcilinder

## 8. het maken van de losse onderdelen

### bovenaanzicht

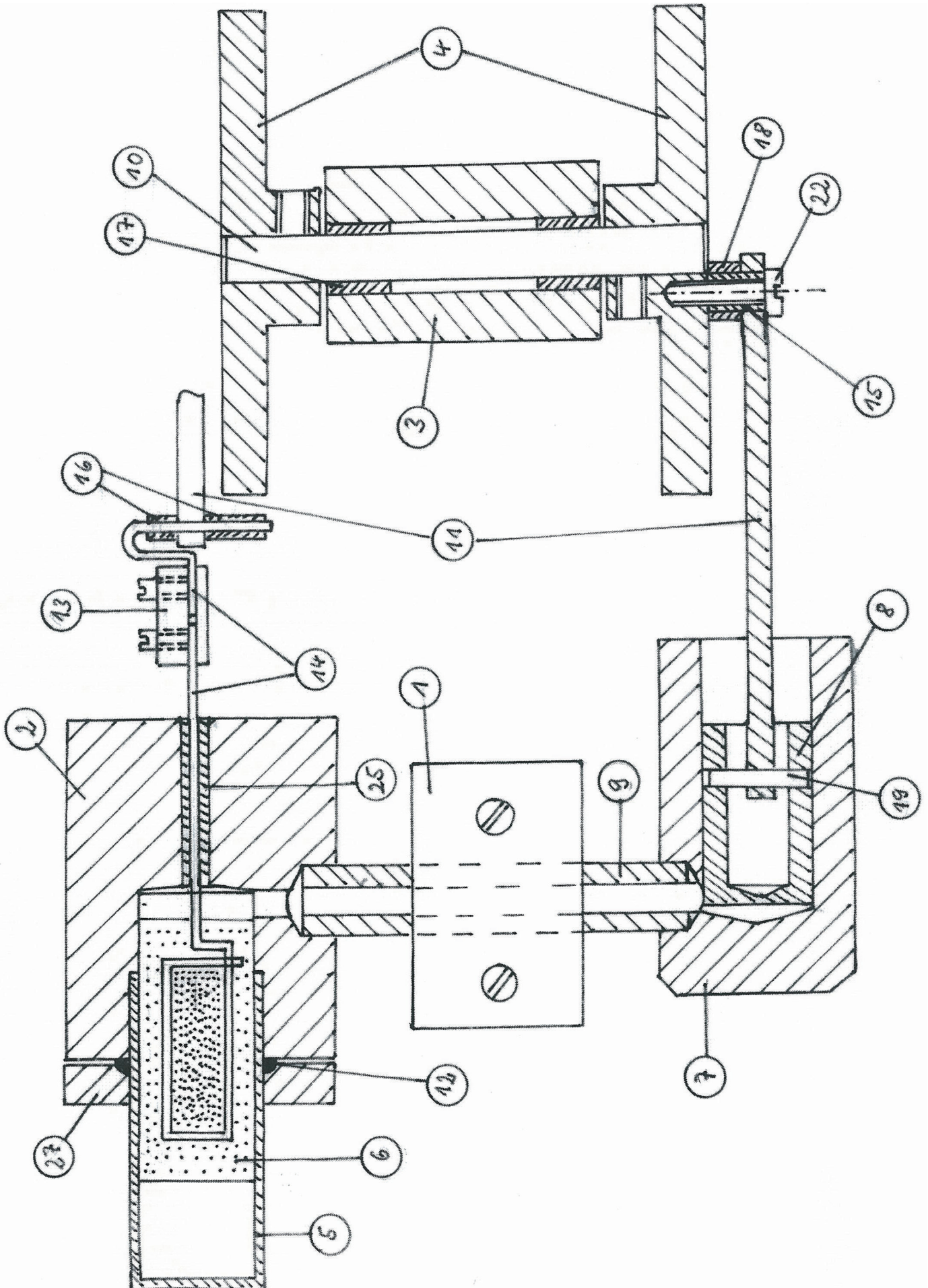


### zijaanzicht



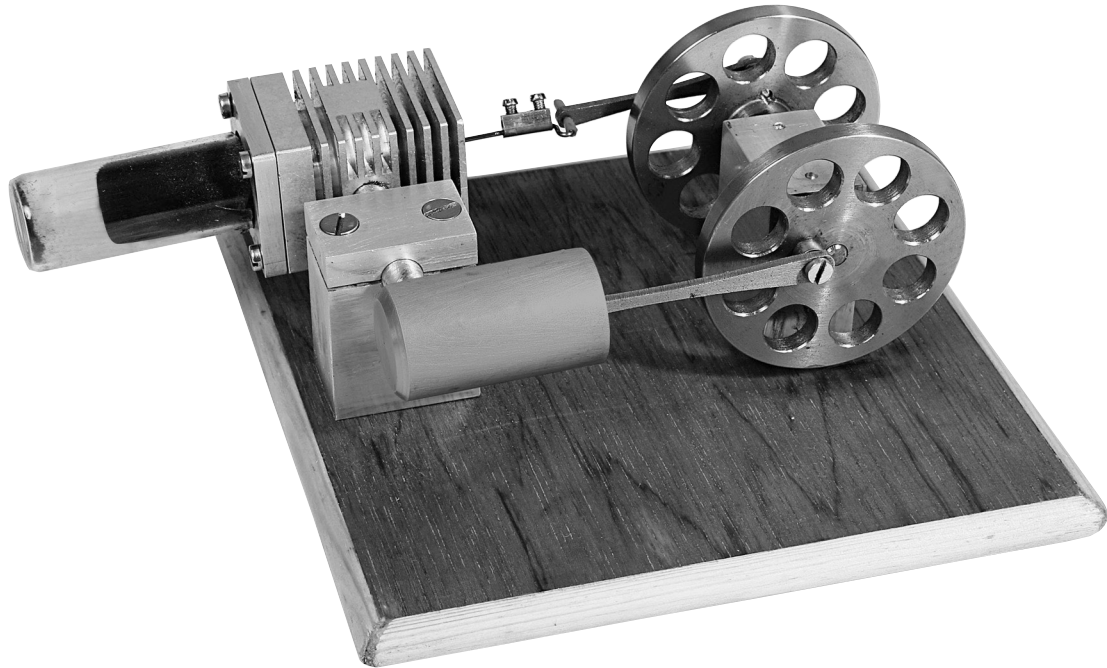
## 8. het maken van de losse onderdelen

bovenaanzicht in doorsnede



## 8. het maken van de losse onderdelen

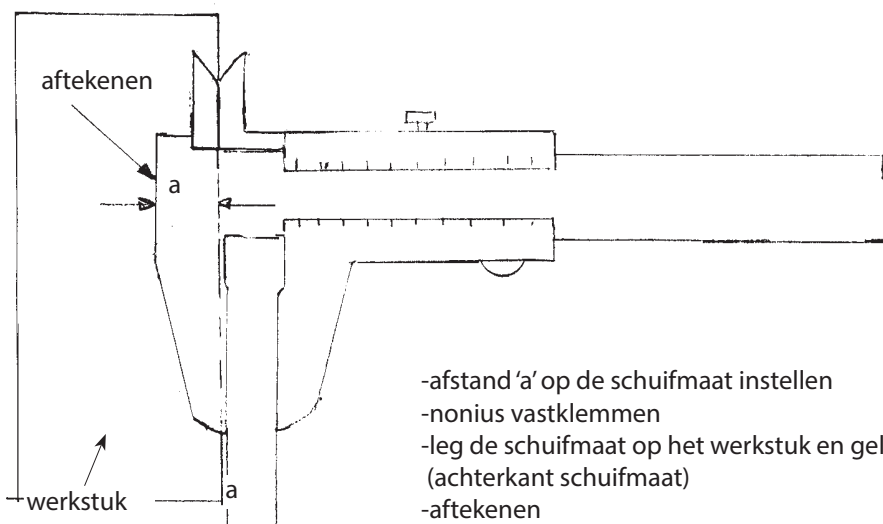
### ruimtelijke foto



### **Technische gegevens:**

Slag arbeidscilinder	ø 12x14 mm
Slag verdringingscilinder	ø 18x18 mm
Leeglooptoerental	ca. 1000 omw./min.

Bij het maken van de losse onderdelen moet er speciale aandacht worden besteed aan het precies aftekenen! M.b.v. de precisie-schuifmaat kunnen deze stappen precies volgens onderstaande tekening worden gemaakt.

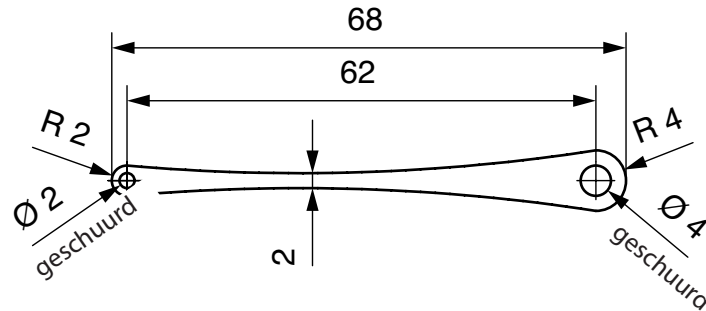


- afstand 'a' op de schuifmaat instellen
- nonius vastklemmen
- leg de schuifmaat op het werkstuk en gelijktijdig parallel aan de aanslag (achterkant schuifmaat)
- aftekenen

## 8. het maken van de losse onderdelen

### 8.1 het maken van de krukstang (nr. 11) voor de arbeidscilinder conform de volgende tekening:

**Nr. 11**



- afzagen van stuk plat staal (11) 10x2x120
- de uiteinden op 90° vijlen
- aftekenen
- ponsen
- bramen verwijderen
- boren van de gaten (Ø3,8 en 1,8), vervolgens schuren tot Ø4,0 en 2,0)
- Tip!** span het werkstuk onder een rechte hoek in de bankschroef!
- vijlen van de rondingen en het vervolgens schuren van het werkstuk

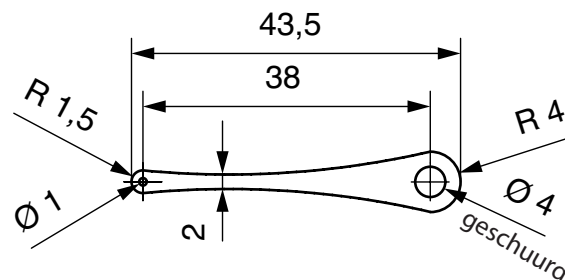
**Nr. 11**

Stappen als bij 8.1

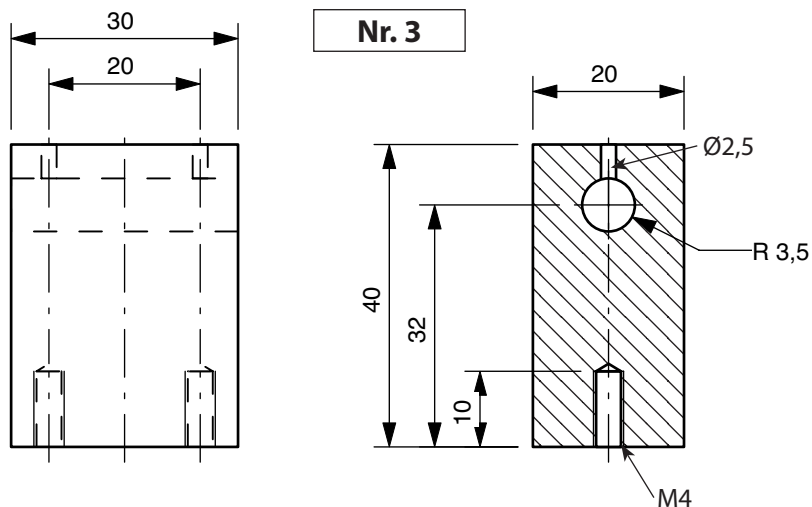
**Nr. 3**

- bramen verwijderen
- aftekenen

**Nr. 11**



- boren van gat Ø 7 mm (met centreerboor Ø 1,6 mm, absoluut voorboren!)

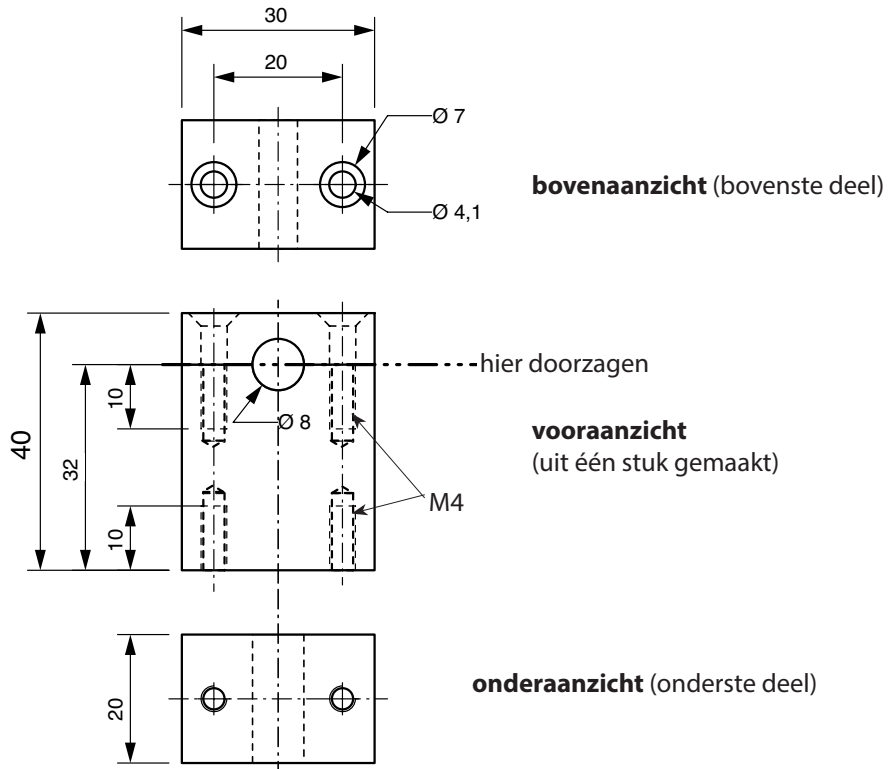


- Tip!** span het werkstuk onder een rechte hoek in de bankschroef!
- snij de binnenschroefdraad M4; eerst voorboren met boor 3,3 mm
- Tip!** klem het werkstuk vast en draai de boorkop met de draadsnijboor met de hand
- Het gat t.b.v. de olie wordt later geboord.

## 8. het maken van de losse onderdelen

Nr. 1

Nr. 1



-bramen verwijderen

-aftekenen

-boor(gaten) ponsen

-gaten voor binnendraad M4, 4 x  $\varnothing 3,3$  (deksel en grondvlak) boren

-gat  $\varnothing 8$  voor de verbindingkabel boren; met centreeërboor  $\varnothing 1,6$  voorboren

**Tip!** span het werkstuk onder een rechte hoek in de bankschroef!

-het kleinere bovenste klemdeel gelijkmatig van alle 4 de kanten zagen

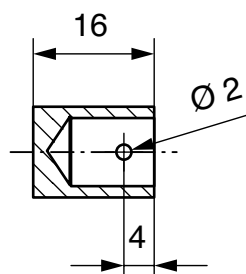
-de binnendraad M4 snijden

**Tip!** klem het werkstuk vast en draai de boorkop met de draadsnijboor met de hand

-boor de beide gaten in het bovenste klemdeel  $\varnothing 4,1$  en verzink deze gaten met de verzinkboor  $\varnothing 15$  (controleer boorgaten aan de hand van platkopschroef M4)

-verwijder de bramen en schuur het oppervlak

Nr. 8



Nr. 8

-aftekenen voor gat  $\varnothing 2$

**Tip!** vastklemmen in houten-of kunststof bekken; oppervlak niet beschadigen!

-ponsen

-voorboren met boor  $\varnothing 1,8$

**Tip!** let in het bijzonder op een goede centrering; met steun inspannen in bankschroef!

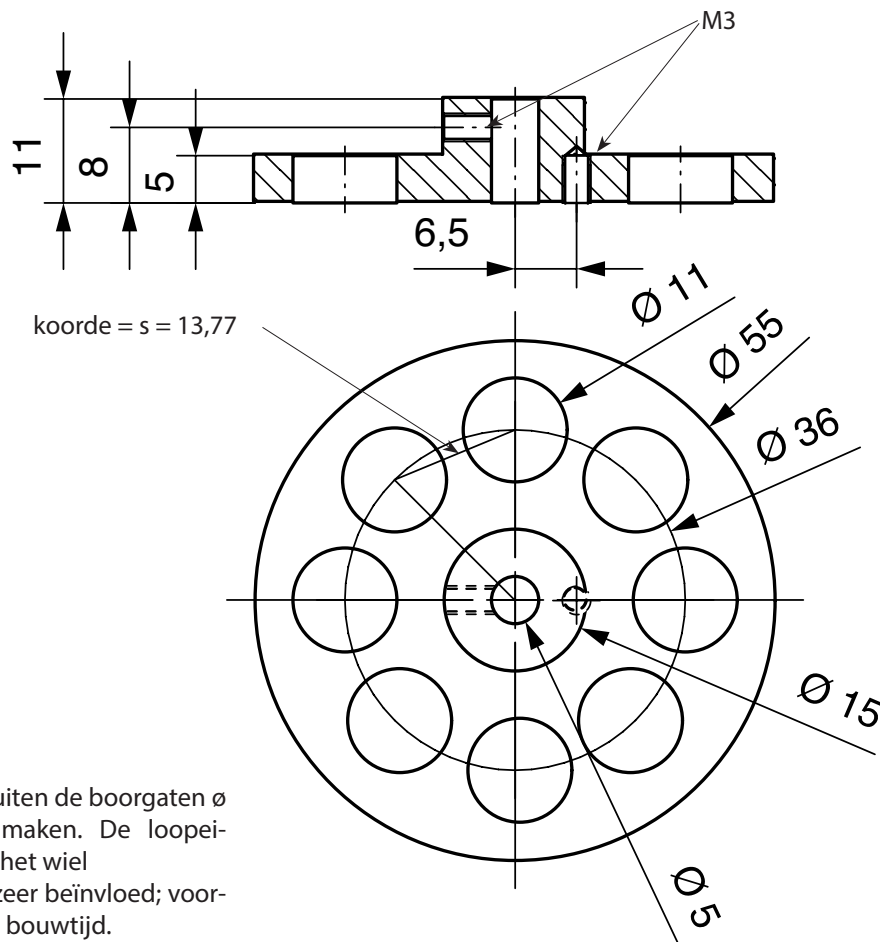
-met machineschraper  $\varnothing 2$  bewerken

-bramen voorzichtig verwijderen

## 8. het maken van de losse onderdelen

### 8.6 het maken van het vliegwiel voor de arbeidszuiger conform de volgende tekening:

Nr. 4



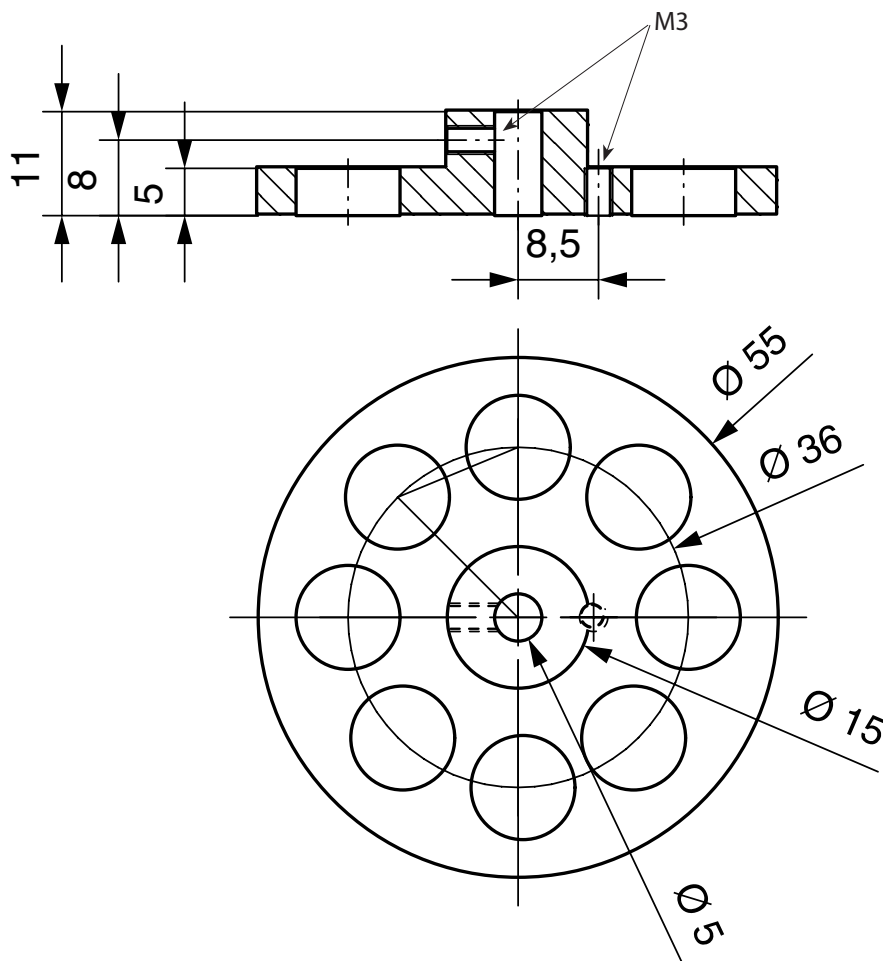
#### Tip!

Men kan ook besluiten de boorgaten  $\varnothing 10$  mm niet te maken. De loopei-genschappen van het wiel worden niet al te zeer beïnvloed; voor-deel is een kortere bouw-tijd.

- aftekenen voor de 2 x binnendraad M3
- voorboren met centreeerboor  $\varnothing 1,6$
- boren  $\varnothing 2,5$  mm
- binnendraad M3 snijden
- as in boorgat  $\varnothing 5$  mm steken
- middelpunt van de as aftekenen
- deelcirkel R18 aftekenen
- teken de 8 middelpunten (11) m.b.v. de koordelengte 13-77 mm aftekenen (eventueel meermaals corrigeren)
- ponsen
- voorboren met boor  $\varnothing 8$  (werkstuk voorzichtig inspannen; niet beschadigen)
- finale versie van gat  $\varnothing 11$  boren
- ontbramen met verzinker

## 8. het maken van de losse onderdelen

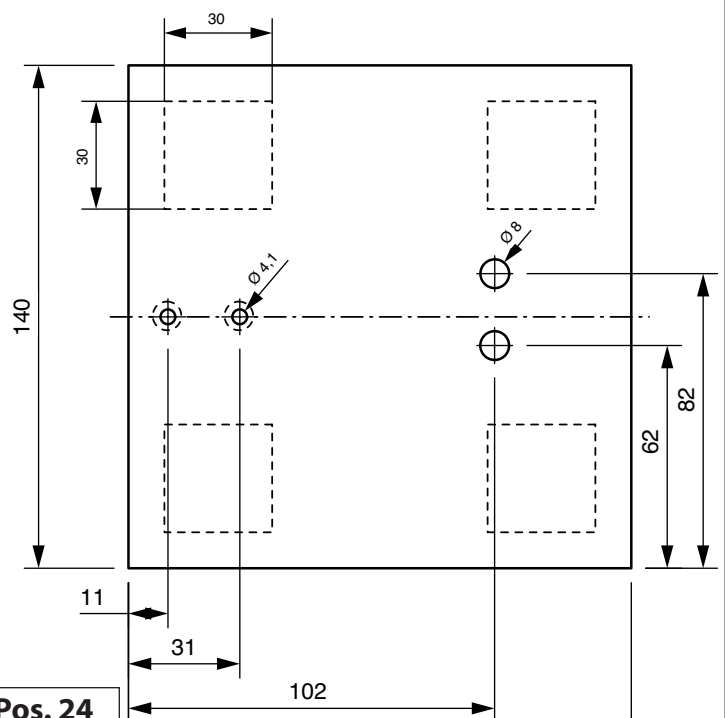
### 8.7 het maken van het vliegwiel (nr. 4) voor de verdringingszuiger conform de volgende tekening:



Dezelfde stappen als bij 8.6.

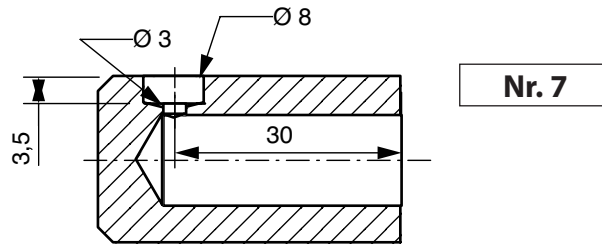
### 8.8 het maken van de grondplaat (nr. 24) conform de volgende tekening:

- aftekenen
- 2 gaten  $\varnothing 4,1$  boren
- 2 gaten  $\varnothing 8$  boren
- verzink m.b.v. een verzinkboor de gaten( $\varnothing 4,1$ ) op de achterkant (controleren m.b.v. platkopschroef M4)
- verzink een tussenring  $\varnothing 18/6,4$  met een verzinkboor (controleren m.b.v. platkopschroef M4)



## 8. het maken van de losse onderdelen

### 8.9 arbeidscilinder (nr. 7, gaten 3 mm en 8 mm)



-aftekenen voor de boorgaten  $\varnothing 3$  en  $\varnothing 8$ .

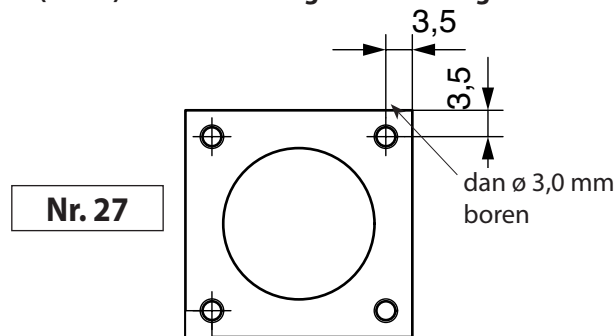
-ponsen'

-2 gaten ( $\varnothing 3$  en  $\varnothing 8$  boren)

Tip! let op een goede centrering  $\rightarrow$  gebruik een centreerboor 1,6 en let op de diepte!

-voorzichtig ontbramen

### 8.10 het maken van de flens (nr. 27) conform de volgende tekening:



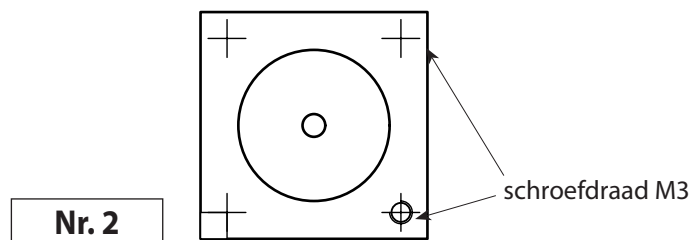
-ontbraam de flens

-teken de gaten af en pons deze

-boor gat  $\varnothing 2,5$  mm

(nadat de flens aan de koeler is aangepast, worden de 4 gaten  $\varnothing 3,0$  mm geboord!)

### 8.11 het maken van de koeler (nr. 2) conform de volgende tekening:



-leg de o-ring in de flens en steek de reageerbuis door de flens

-leg de flens (met reageerbuis en o-ring) op de achterkant van het grote gat van de koeler en schuif de reageerbuis voorzichtig tot aan de aanslag in de koeler

-span de flens en de koeler in de bankschroef en let erop dat de reageerbuis loodrecht ten opzichte van de koeler staat en dat koeler en flens gefixeerd zijn

-neem de 4 gaten  $\varnothing 2,5$  mm in de flens over op de koeler (aanboren)

-markeer met een kraspen aan één kant de positie van de fles t.o.v. de koeler

-verwijder de flens met de reageerbuis en boor de gaten  $\varnothing 2,5$  mm tot aan de 1e koelgroef.

-snij 4 schroefdraden M3 in de koeler

-neem de koeler uit de bankschroef en druk de messing bussen (25) 3x1x18 mm in de boorgaten 3 mm. (als de bussen teveel speling hebben eventueel vastlijmen)

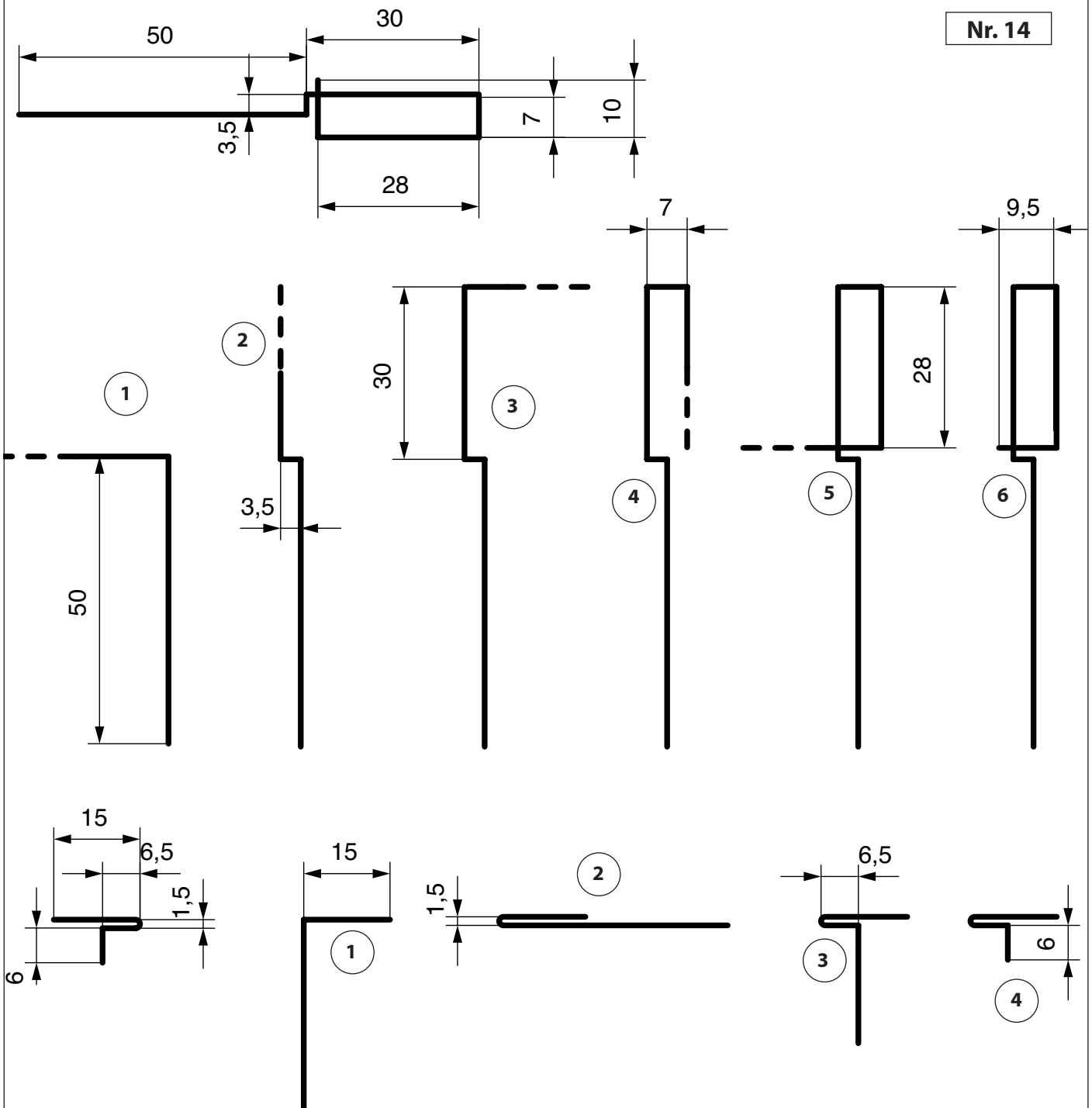
-boor nu de 4 gaten  $\varnothing 3$  mm in de flens

## 8. het maken van de losse onderdelen

### 8.12 het maken van de zuigerstang met bevestiging voor de verdringer en de verbindingshaak (nr. 14) conform de volgende tekeningen:

- buig m.b.v. een smalle platte tang de staaldraad (nr. 14) als op de tekening tot zuigerstang met bevestiging voor de verdringer

**Tip!** het uiteindelijke onderdeel moet absoluut recht zijn!

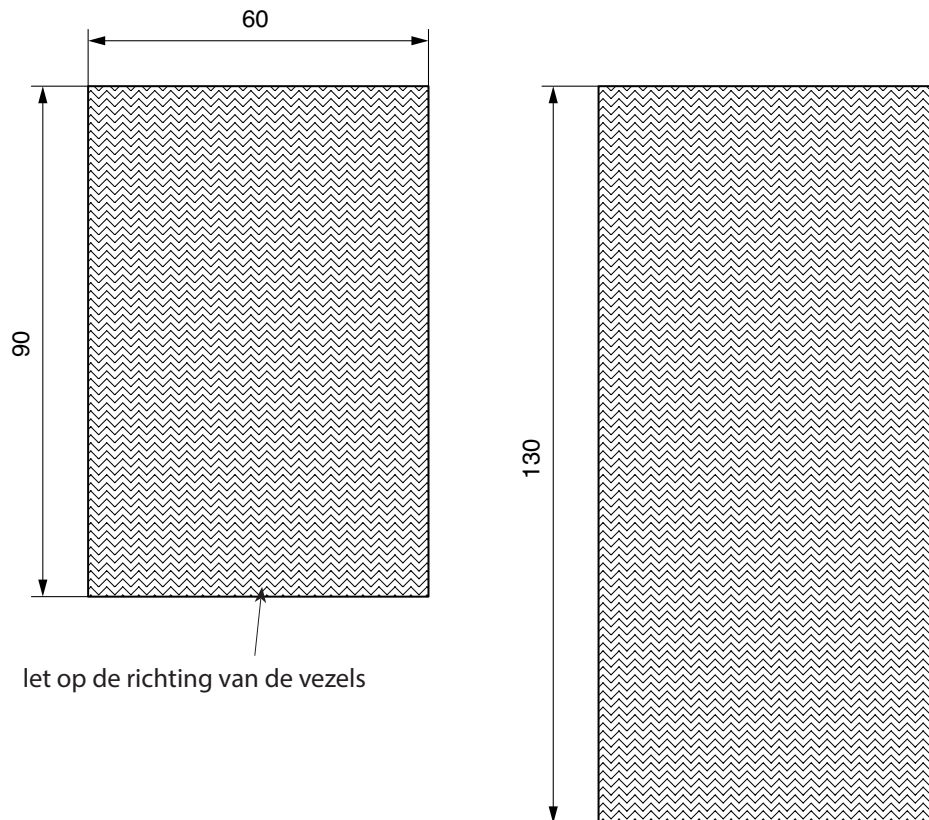


-buig van het reststuk (nr. 14) als op de volgende tekening de verbindingshaak

## 8. het maken van de losse onderdelen

### 8.13 het maken van de verdringer (nr. 6) conform de volgende tekening:

-knip van het stuk staalwol (nr. 6) een stuk van 60x90 mm af (let op de richting van de vezels!)



- trek het stuk staalwol (voorzichtig) uit tot ca. 130 mm

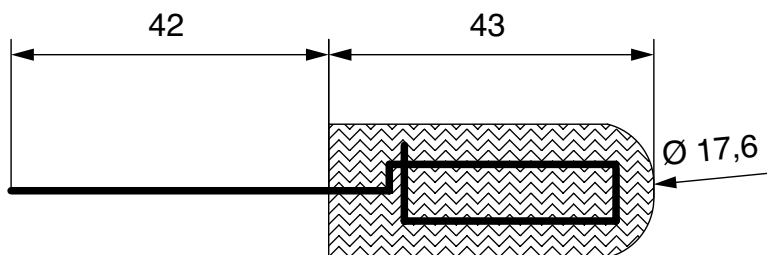
-wikkel ca. 2/3 van het staalwol (niet kapot trekken!) tot een dichte cilinder (kern van de verdringer);

druk vervolgens deze kern in de tussenruimte (7x 28 mm)

Hierna wikkel je het overige materiaal losjes om de kern. Tenslotte leg je de zo gevormde cilinder op tafel;

beweeg deze met een plankje zo heen en weer dat de gewenste afmeting van  $\varnothing 17,6$  mm ontstaat.

(eventueel wat overtollig materiaal wegknippen)

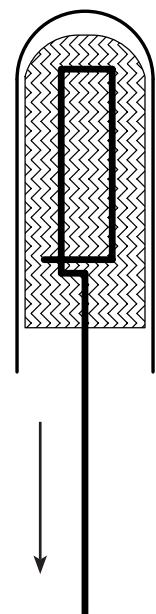


- knip het uiteindelijke onderdeel af op 43 mm (zie tekening)

- het controleren van de verdringer:

- als de verdringer in rechte positie nog uit het glas glijdt, dan is er te weinig wrijving

- als hij niet lekker loopt, dan moet er nog wat materiaal verwijderd worden!



## 9. assemblage van het model

-de arbeidscilinder (7), de koeler (2) evenals het verbindingskanaal (9) worden aan elkaar vastgelijmd. (tweecomponentenlijm) De lijmvlakken moeten luchtdicht afgesloten zijn, maar de kanaalopening mag niet worden gedicht. De geringe afstand tussen koeler en arbeidscilinder bedraagt 36 mm. Controleer voor het definitieve lijmen eerst de afmetingen; indien nodig corrigeren. De assen van de koeler en de arbeidscilinder moeten precies parallel ten opzichte van elkaar komen.

-lijm vervolgens de 2 loopbussen (17;  $\varnothing 7 \times 1 \times 7,5$ ) in de lagerbok (3) voor de 2 vliegwheels met tweecomponentenlijm worden vastgelijmd en de 2 oliepaten ( $\varnothing 2,5$ ) worden geboord. Verwijder daarna de graat in de loopbus (17) m.b.v. een machineschraper.

-kort de as in tot 52 mm; ontbraam deze en pas hem daarna in de lagerbok; eventueel wat schuren en goed inoliën zodat hij makkelijk kan draaien.

-vijl de passtift (11) aan één uiteinde tot 11,7 mm (of iets korter) en wel zo dat hij na assemblage niet over de arbeidszuiger ( $\varnothing 12$ ) uitsteekt en zo groeven in de arbeidscilinder schuurt. Voeg de krukstang (11) en de arbeidscilinder (8) met de ingekorte passtift (19) samen.

-hierna volgt de montage op de bodemplaat (24). Verzink de tussenringen (26) met een verzinkboor of een boor  $\varnothing 8$  zodat de beide platkopschroeven (21) niet uitsteken. Monteer de lagerbok (3) met de vliegwheels (4) en de motorhouder (1), met de tussenringen (26) en de platkopschroeven (21). Vervolgens worden de beide krukstangen (11) m.b.v. de cilinderkopschroeven (22) en de meeneembussen (15/18) met de vliegwheels verbonden.

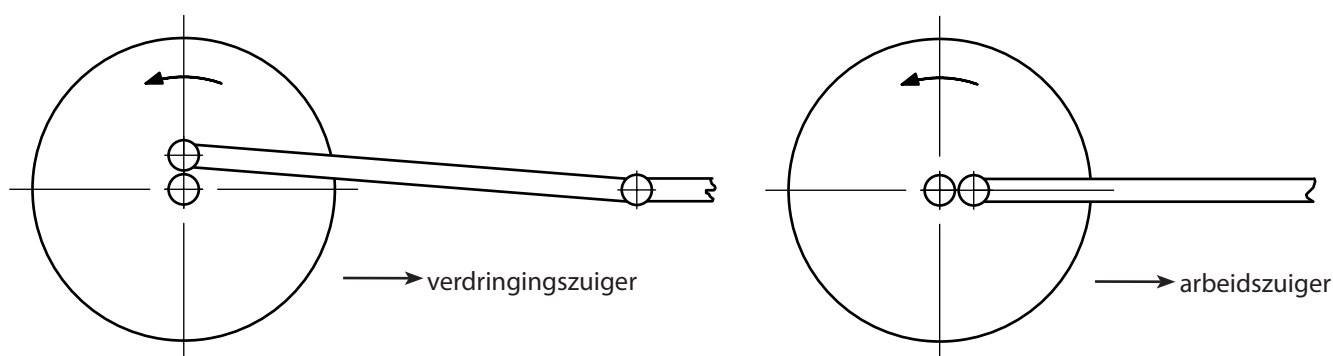
-knip vervolgens uit het stuk rubber (20) vier vierkante stukken met zijden van ca. 30 mm; lijm deze aan de onderkant van het montageplankje (24).

-hierna wordt de verdringingszuiger (6) tot de aanslag in de koeler (2) gestoken (eventueel moet het gat in de bus (25) worden opengeschuurd tot  $\varnothing 1$  mm). Leg de o-ring in de flens en steek de reageerbuis (5) door de flens. Schuif de reageerbuis tot aan de aanslag in de koeler en bevestig de flens gelijkmatig met de 4 cilinderkopschroeven (22). (reageerbuis en koeler moeten loodrecht ten opzichte van elkaar komen) Het heen en weer bewegen van de verdringer moet heel soepel gaan.

-verbind de krukstang (11) met de haak (14) en vervolgens de zuigerstang met de krukstang. Bevestig de beide stukken siliconenslang (16/ 3+7 mm) aan de haak; deze dienen voor een gecontroleerde beweging van de krukstang.

-let er bij het instellen van de afstand van de vliegwheels (4) op de as (10) op dat de arbeidszuiger en de verdringingszuiger niet in hun beweging gehinderd worden. De beide krukstangen moeten parallel ten opzichte van elkaar lopen. (correctie d.m.v. verschuiven van de lagerbok of de koeler met de arbeidscilinder mogelijk) De verdringingszuiger mag op de beide dode punten (voor/achter) niets raken.

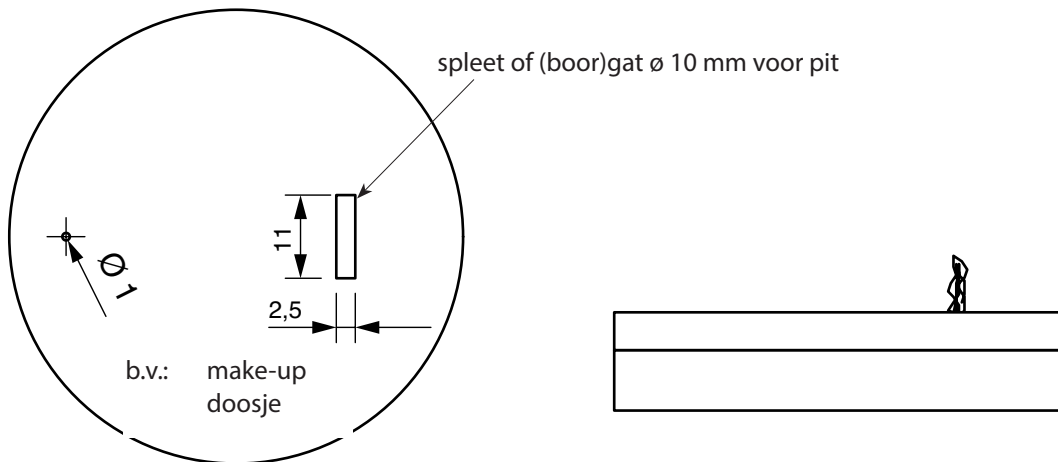
-tenslotte wordt de hoek van  $90^\circ$  tussen de beide krukstangen (11) op de vliegwheels (4) als op de volgende tekeningen ingesteld:  
draai de madeschroeven (23) eerst los en na de correcte instelling weer vast.



## 10. ingebruikname:

-smeer alle bewegende delen met een weinig -absoluut hars-en zuurvrije- dunvloeibare olie (spuitolie) (arbeidszuiger, zuigerstang, krukstang, verbindingen en in de oliepaten)

-een kleine spiritusbrander dient als warmtebron (fonduestel; gekleurde petroleum is niet voldoende)  
Als er geen goede warmtebron voorhanden is, dan kan men conform de volgende tekening zelf een eenvoudige warmtebron bouwen.



Vul het blik slechts voor de helft met spiritus!

**Tip!** de zelfgemaakte spiritusbrander voldoet niet aan veiligheidsvoorschriften!  
Gebruik is voor eigen risico!  
Wees altijd voorzichtig als je met brandbare vloeistoffen werkt!

- bij de eerste test kan het zijn dat de motor wat zwaar loopt. Dit komt meestal door wrijvingsproblemen aan de arbeidszuiger, as en loopbussen. Als de wrijving minder wordt, dan ligt het toerental meestal ver boven de 1000 omw./min.

### **mogelijke storingen als de motor niet goed loopt:**

- de hoek van 90° tussen de vliegwielen (4) is nog niet goed ingesteld. (indien noodzakelijk en kleinere hoek instellen)

-afdichting tussen :brandcilinder, koeler en flens  
:zuigerstang en koeler  
:verbindingkanaal tussen koeler en arbeidscilinder

is niet goed

-verkeerde smeerolie gebruikt

-te grote wrijving tussen de bewegende onderdelen

-de verdringingszuiger raakt de brandcilinder op het voorste dode punt

-de verdringingszuiger raakt de koeler op het achterste dode punt

- de verdringingszuiger schuurt teveel langs de brandcilinder

-te weinig warmte (alleen alcohol (spiritus) gebruiken!)

-het staalwol is niet goed om de verdringer gewikkeld

-de verdringer (staalwol) beweegt niet goed met de zuigerstang (sturing)

**Reserve onderdelen (heteluchtmotor - artikel nr. 112.778)**

€/

Nr.	Aant.	Omschr.	Afm. mm	Art. nr	Prijs/€	Toepassing
1	1	aluminium vierkant	30x20x40	809.419	1,10	motorhouder
2	1	aluminium vierkant	30x30x28	802.004	8,00	koeler geboord
3	1	aluminium vierkant	30x20x40	809.419	1,10	lagerbok
4	2	vliegwiel van staal	ø 55x5	819.243	2,80	vliegwiel
5	1	reageerbuis	(15x1)x36	425.491	1,95	verdringingscilinder brandcilinder
6	1	staalwol	15x85x180	509.136	2,90	verdringingszuiger
7	1	cilinder met gat	(22x5)x36	802.510	3,45	arbeidscilinder
8	1	alu cilinder met gat	(12x2,5)x16	802.521	2,40	arbeidszuiger
9	1	messing pijpje	(8x2,5)x43,5	814.520	1,65	verbindingspijp
10	1	stalen stang	ø 5x100	833.023	0,60	t.b.v. as
11	1	plat metaal	(10x2)x120	823.176	0,60	krukstang 1/2
12	1	o-ring	ø 20x2	544.111	0,30	dichting tussen koeler flens, verdringingscilinder
13	1	kroonsteen 2 schr.	5x4x10	203.855	0,45	verbinding krukstang-zuigerstang verdringer
14	2	metaaldraad	ø1x200	802.532	0,30	zuigerstang verdringer
15	2	messing bus	(4x0,5)x6	818.269	0,05	meeneembus vliegwiel
16	2	siliconenslang	ø3x1x20	842.310	0,10	geleiding krukstang
17	2	messing bus	(7x1)x7,5	818.236	0,12	loopbus in lagerbok
18	2	messing bus	(6x10)x3,5	818.247	0,10	meeneembus vliegwiel
19	1	metalen passtift	2x12	269.26	0,10	bevestiging krukstang in arbeidszuiger
20	1	rubberplaat		425.566	0,10	voeten bodemplaat
21	6	platkopschroef	M4x16	266.181	0,08	bevestiging motorhouder en lagerbok
22	6	cilinderkopschroef	M3x10	265.050	1,15	bevestiging meeneembus
23	2	madeschroef	M3x6	269.277	0,10	verbinding vliegwiel/as
24	1	grondplaat hout	140x140x10	715.186	0,65	montageplaat model
25	1	messing bus	ø 3x1x18	801.972	0,50	loopbus koeler
26	2	tussenring	ø 18/6,4	268.170	0,08	houder lagerbok
27	1	flens aluminium	30x30	802.462	3,20	afdichting koelermet gat ø 20 brandcilinder