

Het draaien van een loupe uit perspex op een numeriek bestuurd draaibank

Citation for published version (APA):

vd Bersselaar, M. H. M., & Mulders, P. C. (1983). *Het draaien van een loupe uit perspex op een numeriek bestuurd draaibank*. (TH Eindhoven. Afd. Werktuigbouwkunde, Vakgroep Produktietechnologie : WPB; Vol. WPB0013). Technische Hogeschool Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1983

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

Het draaien van een loupe uit
perspex op een numeriek be-
stuurde draaibank.

M.v.d.Bersselaar/ir.P.C.Mulders

WPB - Rapport nr.0013

april '83.

Inhoud.

hoofdstuk		blz.
	Inleiding	1
1	Brekingseigenschappen van licht	
1.1	Breking, wet van Snellius, brekingsindex	2
1.2	Breking op een a-sferisch oppervlak	3
1.3	Breking op een sferisch oppervlak	4
2	Lenzen	
2.1	Soorten lenzen	6
2.2	Dunne lenzen	7
2.3	Dikke lenzen	9
2.4	Tekenafspraken	10
2.5	Lensfouten	11
3	Loupe	
3.1	Gebruik van een loupe	12
3.2	Beeldvorming door een loupe	12
3.3	Loupe-vergroting	13
3.4	Berekening van de kromtestraal R	14
4	Uitgangsmateriaal	
4.1	Afmetingen	15
4.2	Opspanning	15
4.3	Verspaningsgegevens	15
5	Numeriek bestuurd draaibank	
5.1	Besturingsgegevens	16
5.2	Bewerkingsvolgorde en programma	16
6	Opmerkingen	19

Inhoud(vervolg)

hoofdstuk blz.

7 Literatuur 20

Bijlage 1: Verspaningsgegevens voor perspex

Bijlage 2: Programmacodering volgens word-address

Inleiding.

In het kader van de II-studie is een II-opdracht verricht bij ir. P.C.Mulders.

De opdracht luidde: uit perspex een loupe draaien op een numeriek bestuurd draaibank.

Alvorens dit te kunnen doen, was het nodig een literatuurstudie te verrichten over brekingseigenschappen van licht.

1 Brekingseigenschappen van licht.

1.1 Breking, wet van Snellius, brekingsindex.

Wanneer een lichtstraal het grensvlak passeert van twee verschillende - doorzichtige - stoffen, vindt breking plaats. Zie fig. 1.

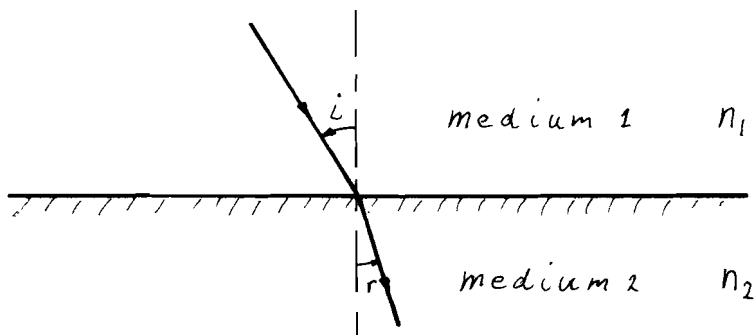


fig.1.:breking van een lichtstraal van medium 1 naar medium 2.

Er geldt: $n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin r$ (wet van Snellius)

met: n_1, n_2 is de optische dichtheid van medium 1
resp. medium 2

i is de hoek van inval

r is de hoek van uittrede

$n = n_2/n_1$ wordt de brekingsindex van medium 1 naar medium 2 genoemd.

1.2 Breking op een asferisch oppervlak.

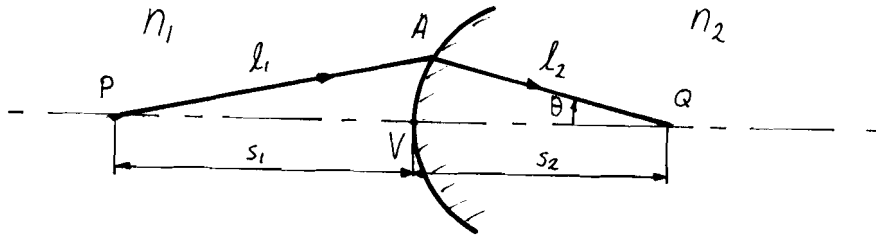


fig.2. Breking op een asferisch oppervlak.

Definities (zie fig.2):

- de lijn P-V-Q wordt de optische as genoemd
- $n_1 \cdot s_1 + n_2 \cdot s_2$ wordt de optische weglengte (O.W.) van P via V naar Q genoemd.

Wanneer Q het beeldpunt is van P moet gelden dat de optische weglengtes P-V-Q en P-A-Q gelijk zijn. Er geldt:

$$n_1 \cdot s_1 + n_2 \cdot s_2 = n_1 \cdot l_1 + n_2 \cdot l_2$$

Wanneer het oppervlak de vorm heeft van een zogenaamd Cartesiaanse ovaal (zie lit.4) geldt: $n_1 \cdot l_1 + n_2 \cdot l_2$ is constant voor willekeurige θ .

1.3 Breking op een sferisch oppervlak.

Bij lenzen maakt men meestal gebruik van sferische oppervlakken.

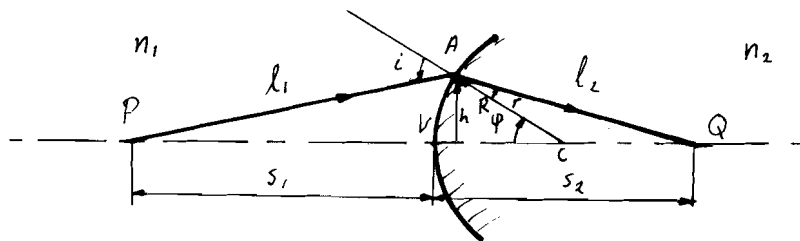


fig.3. Breking op een sferisch oppervlak.

Uit fig.3 volgt:

$$O.W. = n_1 \cdot l_1 + n_2 \cdot l_2$$

Alleen wanneer h klein is t.o.v. s_1 en s_2 , is de vergelijking $O.W. = \text{constant}$ geldig voor variaties van ϕ .

Toepassen van de cosinusregel op de driehoeken P-A-C en A-Q-C van fig.3 levert:

$$l_1 = \{R^2 + (R+s_1)^2 - 2 \cdot R(R+s_1) \cdot \cos \phi\}^{\frac{1}{2}}$$

$$l_2 = \{R^2 + (s_2 - R)^2 + 2 \cdot R(s_2 - R) \cdot \cos \phi\}^{\frac{1}{2}}$$

Ingevuld in de vergelijking voor $O.W.$ levert dit:

$$O.W. = n_1 \{R^2 + (R+s_1)^2 - 2 \cdot R(R+s_1) \cdot \cos \phi\}^{\frac{1}{2}} + n_2 \{R^2 + (s_2 - R)^2 + 2 \cdot R(s_2 - R) \cdot \cos \phi\}^{\frac{1}{2}}$$

$O.W.$ is constant voor variaties van ϕ :

$$d(O.W.)/d\phi = 0$$

$$\frac{d(O.W.)}{d\phi} \rightarrow \frac{n_1 \cdot (R + s_1)}{l_1} - \frac{n_2 \cdot (s_2 - R)}{l_2} = 0$$

Dit geeft de volgende vergelijking:

$$\frac{n_1}{l_1} + \frac{n_2}{l_2} = \frac{1}{R} \cdot \left(\frac{n_2 \cdot s_2}{l_2} - \frac{n_1 \cdot s_1}{l_1} \right) \quad (1.1)$$

Wanneer men hier eerste-orde benaderingen op toepast:

- A ligt dicht bij V,
- $\sin\phi \approx \phi$
- $\cos\phi \approx 1$
- $l_1 \approx s_1$
- $l_2 \approx s_2$

gaat vergelijking 1.1 over in:

$$\frac{n_1}{s_1} + \frac{n_2}{s_2} = \frac{n_2 - n_1}{R} \quad (1.2)$$

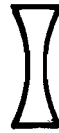
2 Lenzen.

2.1 Soorten lenzen.

Lenzen zijn doorzichtige lichamen met twee brekingsvlakken.



a. Bi-convex



d. Bi-concaaf



b. Plan-convex



e. Plan-concaaf



c. Meniscus-convex



f. Meniscus concaaf

fig.4. Soorten lenzen.

Lenzen die bekend staan als convex, convergerend of positief, zijn aan de rand dunner dan in 't centrum. Zie fig.4 a t/m c.

Lenzen die bekend staan als concaaf, divergerend of negatief, zijn aan de rand dikker dan in 't centrum. Zie fig.4 d t/m f.

2.2 Dunne lenzen.

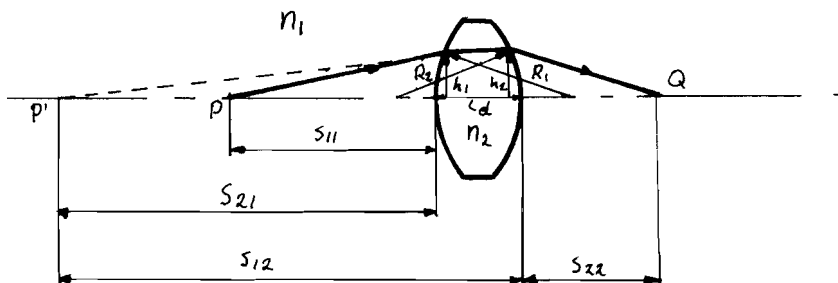


fig.5. Stralengang door een dunne lens.

Voor een dunne lens (fig.5) geldt:

- $h_1 \approx h_2$
- $h_1, h_2 \ll s_{11}$
- $h_1, h_2 \ll s_{22}$

Voor het linkse oppervlak van fig.5 geldt volgens formule 1.2:

$$\frac{n_1}{s_{11}} + \frac{n_2}{s_{21}} = \frac{n_2 - n_1}{R_1} \quad (2.1)$$

Voor 't rechtse oppervlak van fig.5 geldt ($s_{12} = |s_{21}| + d$,
 $|s_{21}| = -s_{21}$; voor tekenafspraken zie hoofdstuk 2.4)

$$\frac{n_2}{-s_{21} + d} + \frac{n_1}{s_{22}} = \frac{n_1 - n_2}{R_2} \quad (2.2)$$

Sommatie van 2.1 en 2.2 en $d \rightarrow 0$ geeft:

$$\frac{n_1}{s_{11}} + \frac{n_1}{s_{22}} = (n_2 - n_1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\text{Ofwel: } \frac{1}{s_{11}} + \frac{1}{s_{22}} = \frac{n_2 - n_1}{n_1} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

met: s_{11} = voorwerpsafstand = v

s_{22} = beeldafstand = b

$n_1 \approx 1$ (lucht)

$$\frac{1}{s_{11}} + \frac{1}{s_{22}} = \frac{1}{f}, \text{ met } f = \text{brandpuntsafstand}$$

Dit levert de volgende twee vergelijkingen op:

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \quad (\text{lensformule van Gaus}) \quad (2.3)$$

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad (2.4)$$

2.3 Dikke lenzen.

Wanneer de dikte van de lens niet meer verwaarloosbaar is ($h_1 \neq h_2$. Zie fig.5. hoofdstuk 2.2), geldt voor f de volgende vergelijking:

$$\frac{1}{f} = (n-1) \cdot \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} + \frac{(n-1) \cdot d}{n \cdot R_1 \cdot R_2} \right) \quad (2.5)$$

Voor de afleiding hiervan zie lit.(2) blz.20 t/m 35.

2.4 Tekenaafspraken.

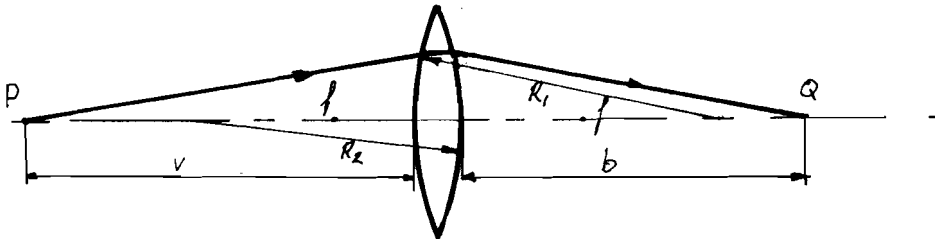


fig.6. Enkele grootheden.

tabel 1: tekenafspraken, wanneer het licht van links de lens intreedt. (zie fig.6)

grootheid	teken	
	+	-
v	reëel object	virtueel object
b	reëel beeld	virtueel beeld
f	convergerende lens	divergerende lens
R_i	wanneer het oppervlak bol is	wanneer het oppervlak hol is

Schematische voorstelling van een positieve lens:

" " " " negatieve lens:

2.5 Lensfouten.

Wanneer we met één lenselement te maken hebben, onderscheiden we twee soorten lensfouten:

- a. chromatische aberratie
- b. sferische aberratie

ad.a. Verschillende kleuren licht hebben verschillende brekingsindices. Het blijkt dat blauw licht meer breekt dan rood licht. Zie fig.7.

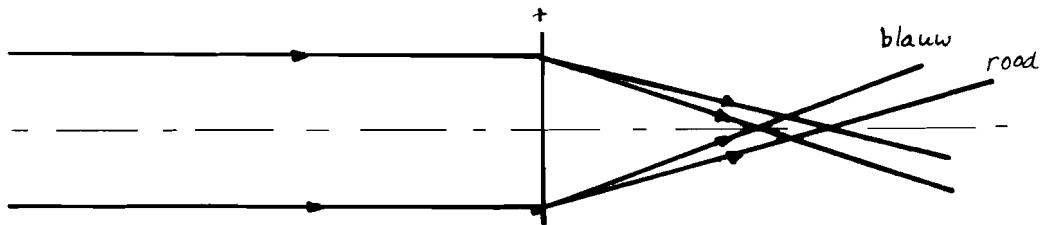


fig.7. Chromatische aberratie.

ad.b. Lichtstralen, die meer aan de rand van de lens invallen, vertonen een sterkere breking dan stralen die vlak bij de optische as invallen. Zie fig.8.

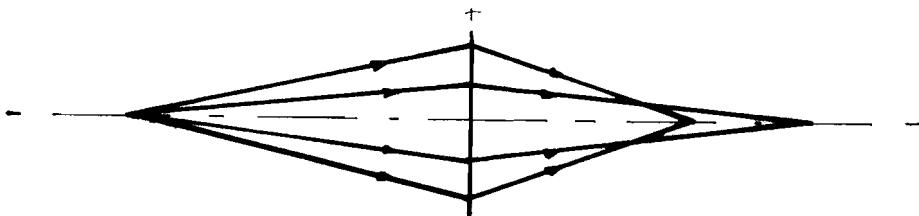


fig.8. Sferische aberratie.

3 Loupe

3.1 Het gebruik van een loupe.

Hoe groot men een voorwerp waarneemt hangt, naast de grootte van het voorwerp, ook af van de afstand tot dat voorwerp. Hoe dicht men een voorwerp benadert, hoe groter 't wordt gezien. Nu is echter de nabijheidsafstand - dit is de kleinst mogelijke afstand tot het voorwerp, zodanig dat men het nog scherp kan waarnemen - de beperkende factor. (De nabijheidsafstand is voor een normaal oog ongeveer 25 cm) Wil men het voorwerp nog groter waarnemen, dan kan men dit bereiken door b.v. een loupe te gebruiken.

3.2 Beeldvorming door een loupe.

Er zijn 3 mogelijkheden voor de plaats van het voorwerp:

- a. $v > f$ fig.9
- b. $v = f$ fig.10
- c. $v < f$ fig.11

Mogelijkheid c wordt hier verder uitgewerkt.

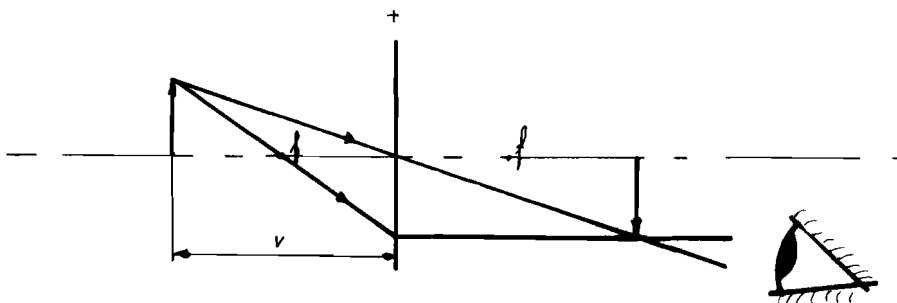
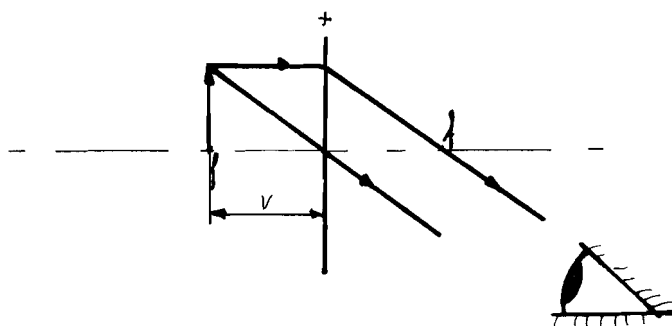
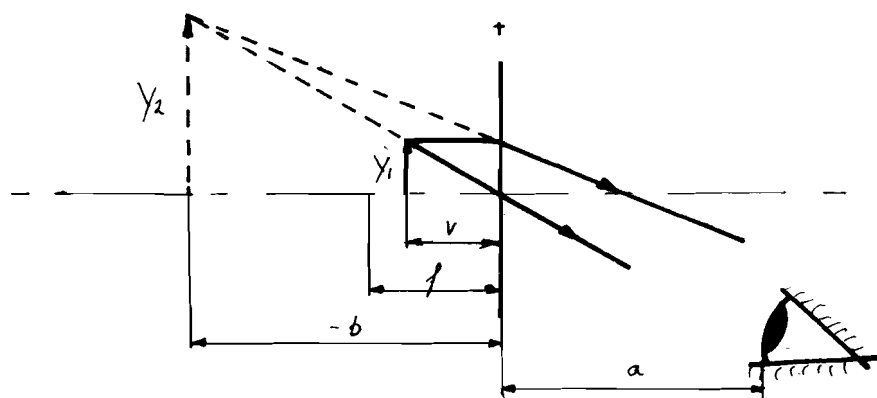


fig.9. $v > f$

fig.10. $v=f$ fig.11. $v < f$

3.3 Loupevergroting.

De vergroting van de loupe (fig.11) is:

$$N_1 = \frac{Y_2}{Y_1} = \frac{|b|}{|v|}$$

De nabijheidsafstand van het oog is: n' .

Dit geeft voor de loupevergroting:

$$N = \frac{|b|}{|v|} \cdot \frac{n'}{a+|b|} \quad (3.1)$$

Er geldt: $n' \approx 250\text{mm}$

Kies: $v = 60\text{mm}$

$$N = 3$$

$$a = 300\text{mm}$$

b is een virtueel beeldpunt, dus $|b| = -b$. Ingevuld in 3.1:

$$b = \frac{-Nva}{n' - Nv} = -771\text{mm}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{b} \rightarrow f = 65\text{mm}$$

3.4 Berekening van de kromtestraal R .

$$\frac{1}{f} = (n-1) \cdot \left\{ \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} - \frac{(n-1) \cdot d}{n \cdot R_1 \cdot R_2} \right\} \quad (2.5)$$

Kies $R_1 = -R_2$.

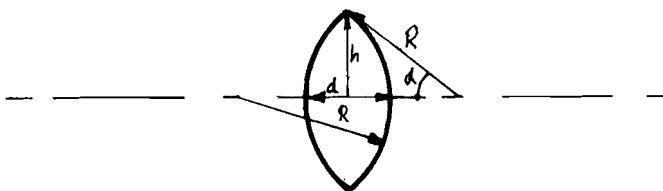


fig.12. $d = 2(R - R \cos \alpha)$

Uit fig. 12 volgt: $d = 2R(1 - \cos \alpha)$

$$\text{met } \alpha = \arcsin \frac{h}{R}$$

Met $n = 1,49$ voor perspex geeft dit voor R :

$$R = f \left(0,66 + 0,32 \cdot \cos \arcsin \frac{h}{R} \right)$$

Gegeven: - uitgangsmateriaal $h = 40\text{mm}$

- $f = 65\text{mm}$

Iteratie $\rightarrow R = 58\text{mm}$

4 Uitgangsmateriaal.

4.1 Afmetingen.

De afmetingen van het uitgangsmateriaal zijn: 33 x 80 Ø (mm).

4.2 Opspanning.

Het materiaal steekt bij beide opspanningen 14mm uit de klauwplaat. Tolerantie: $14\text{mm}^{+0,8}_{-0,3}$

4.3 Verspaningsgegevens.

Voor verspaningsgegevens voor perspex zie bijlage 1.

5 Numeriek bestuurde draaibank.

5.1 Besturingsgegevens.

De commando's voor de besturing staan in bijlage 2.

5.2 Bewerkingsvolgorde en programma

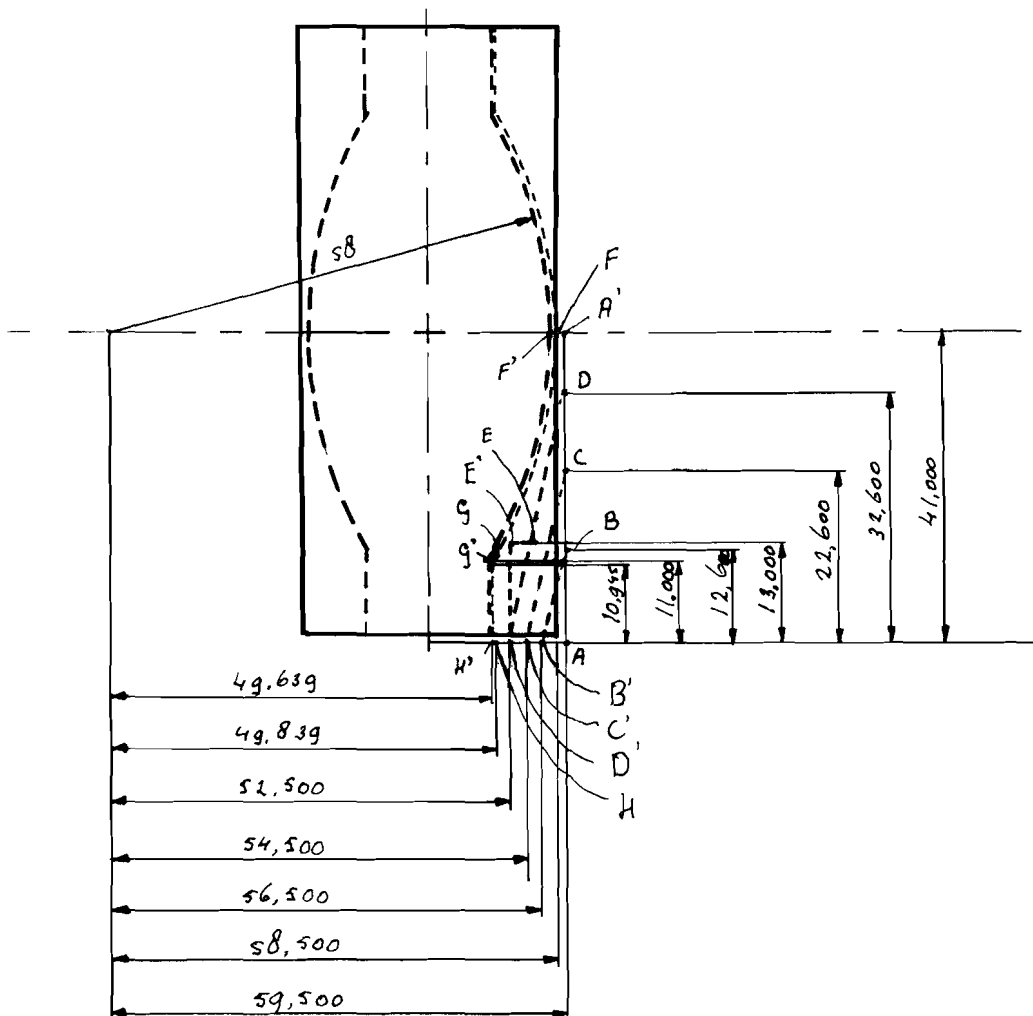


fig.13. Bewerkingsvolgorde. Maten in mm.
(Nabewerking: 0,2mm)

Gereedschap: langsdraaibitel op pen 5, toolcompensatie T30
 contourbeitel op pen 14, toolcompensatie T31
 klauwplaatdruk 10 at.

Programma (handgeprogrammeerd):

N1	EOR	begin programma
N2	G91	incrementeel programmeren
N3	S10000M05	spindelstop
N4	M03	hoofdasdraairichting: rechtsom
N5	G00X88.1	ijlgang tot 1mm onder werkstuk
N6	Z-324.8	" " 1mm naast werkstuk } punt A
N7	T30	toolcompensatie
N8	S10370	$f = \frac{v}{2\pi r} = \frac{100}{2 \cdot \pi \cdot 0,04} = 398 \text{m} \cdot \text{min}^{-1}$
N9	M08	koeling in
N10	G04F1	wachttijd 1s
N11	G00X-12.6	ijlgang A→B
N12	G01X12.6Z-2.5F55.5	verspanen B→B', aanzet: 370.0, 15=55.5mm/min
N13	G00Z2.5	ijlgang B'→A
N14	X-22.6	" A→C
N15	G01X22.6Z-4.5	verspanen C→C'
N16	G00Z4.5	ijlgang C'→A
N17	X-32.6	" A→D
N18	G01X32.6Z-6.5	verspanen D→D'
N19	G00Z3	
N20	X-13	} ijlgang D'→E
N21	G01Z-3	verspanen E→E'
N22	X13	" E'→D'
N23	G00Z6.5	ijlgang D'→A
N24	X-41	" A→A'
N25	G01X-0.8	verspanen A'→F
N26	G03X30.055Z-8.361	contourdraaien, cirkelboog negatief
	I0K58.2	F→G

N27	G01X10.945	verspanen G→H
N28	G00Z19.161	ijlgang H→10mm rechts van A
N29	X-41	" naar het punt 10 mm rechts van A'
N30	X262	contourbeitel op plaats van de langsdraaibeitel
N31	T31	toolcompensatie contourbeitel
N32	G00Z-10	ijlgang naar punt A'
N33	G01Z-1F37	verspanen A→F', aanzetsnelheid 37mm/min.
N34	G03X30Z-8.361 I0K58	contourdraaien, cirkelboog negatief F'→G'
N35	G01X11	verspanen G'→H'
N36	G00Z100	ijlgang 100mm uit werkstuk
N37	S10000M05	spindelstop
N38	M09	koeling uit
N39	T00	toolcompensatie 0
N40	G00X0Z0	ijlgang naar homepunt
N41	M02	einde programma

6 Opmerkingen

- De rand van het werkstuk moet een zekere dikte hebben i.v.m.:
 - de beitel moet buiten de klauwplaat blijven
 - opnemen van klauwplaatdruk
 - opnemen van de spaankrachten.
- Wanneer hoge eisen aan een lens gesteld worden zal rekening gehouden moeten worden met de vervorming t.g.v. de spaankrachten en de klauwplaatdruk.

7 Literatuur.

1. Hecht - Zajac: Optics
2. Johannes Flügge: Leitfaden der geometrischen Optik
und des Optikrechnens
3. Hugh D.Young: Optica en moderne fysica
4. Grote Larousse Encyclopedie

PERSPEX VERSPANEN.

Snijnsnelheid $V = 100$ m/min maximaal.

Snedebreedte $a < 6$ mm.

Aanzet $S : 0,08$ mm/omw geeft bij dit programma een zeer rustige verspaning.
max. $0,3$ mm/omw: er breekt dan al snel wat uit, niet gunstig voor de verdere afhandeling van het programma.
: bij nadraaien i.p.v. het polijsten is $0,02 \div 0,04$ aan te raden.

Beitel: - grote vrijloophoek $5^\circ \div 15^\circ$: 15° is beter dan 5° .
moet zo groot zijn vanwege de terugvering van het perspex.
- kleine spaanhoek $0^\circ \div 4^\circ$
- het introduceren van een snijkantshoek K is afhankelijk van het proces. Het is gunstig voor de verspaning maar niet altijd toelaatbaar i.v.m. de geometrie van het werkstuk.

Koeling: zeker bij het nadraaien het koelen aan te raden.

Nadraaien: dit kan niet, zoals bij metalen gebruikelijk is, met een veel hogere snijnsnelheid gebeuren. De kans bestaat dat het perspex smelt en op de beitelpunt gaat zitten. Men kan dezelfde snijnsnelheid als bij voordraaien aanhouden.

Polijsten: is zeer eenvoudig te doen,
- eerst met waterproof schuurpapier behandelen,
- daarna met een doek met koperpoets behandelen.

Inspanning: in dit programma is de druk van de klauwen op
 10 bar ingesteld. Hiervoor is een drukkewakingsschakelaar overbrugd in de besturingskast.

N	bloknummer van 0 tot 9999	modaal
G	voorbereidende functie	modaal
	G00 ijlgang met lineaire interpolatie	
	G01 aanzet met lineaire interpolatie	
	G02 cirkelboog CCW, pos. $\overset{\curvearrowright}{G03}$ $\overset{\curvearrowleft}{G02}$	
	G03 cirkelboog CW, neg.	
	G04 uitveringstijd, wachttijd, dwell, verweilzeit	
	G90 absolute maatvoering	
	G91 inkrementele maatvoering	
X	dwarsrichting inkrementele maatvoering, richting door +, -; + mag vervallen, opgaven in mm.	niet modaal
Z	langsrichting inkrementele maatvoering, richtingsopgave als x opgave in mm.	niet modaal
I	absolute afstand tot middelpunt langs x-as geen + af - teken opgave in mm.	niet modaal
K	absolute afstand tot middelpunt langs z-as geen + of - teken opgave in mm.	niet modaal
F	aanzetsnelheid in mm/min in combinatie met G04 wordt met F de wachttijd in s aangegeven	modaal
S	toerental spil 13 mogelijkheden	modaal
	S10112 \cong 112 o/min S10280 \cong 280 o/min S10710 \cong 710 o/min	
	S10140 140 S10355 355 S10900 900	
	S10180 180 S10450 450 S11120 1120	
	S10224 224 S10560 560 S11400 1400	
T	gereedschapcorrectienummer, bestemd voor het oproepen van correcties T00 vervallen van de momentane gereedschapcorrectie T01 - T24 24 gereedschapcorrecties	modaal
M	hulpfuncties	
	M00 programmastop	niet modaal
	M02 programma-einde	niet modaal
	M03 spil draait rechts om, gezien vanaf de motor	modaal
	M04 spil draait links om	modaal
	M05 spil staat stil	modaal
	M08 koelvloeistof in	modaal
	M09 koelvloeistof uit	modaal

Programmacering volgens word address.