

MASTER

Onderzoek naar de mechanisering van de manometermontage

Bakermans, A.H.M.

Award date:
1984

[Link to publication](#)

Disclaimer

This document contains a student thesis (bachelor's or master's), as authored by a student at Eindhoven University of Technology. Student theses are made available in the TU/e repository upon obtaining the required degree. The grade received is not published on the document as presented in the repository. The required complexity or quality of research of student theses may vary by program, and the required minimum study period may vary in duration.

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.

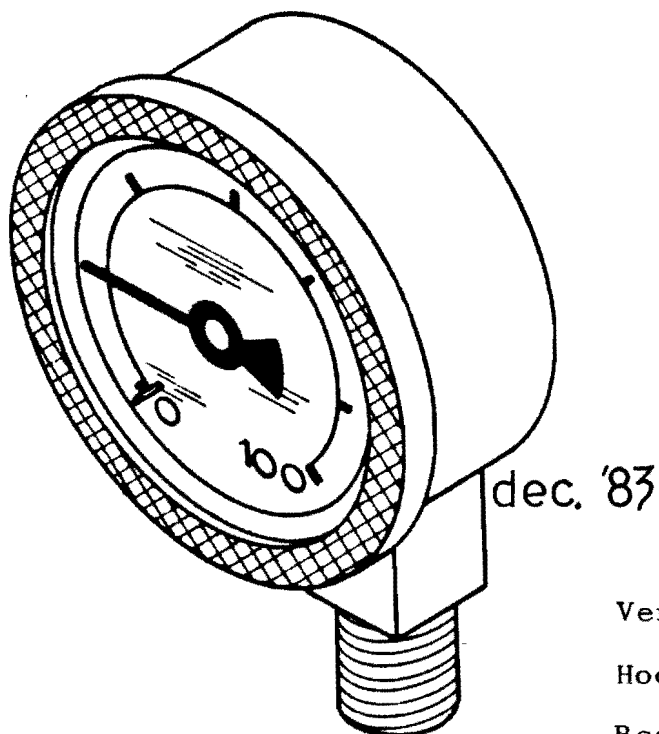
- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain

BB 433186

ONDERZOEK NAAR DE MECHANISERING
VAN DE MANOMETERMONTAGE

A.H.M. Bakermans

Rapp.nr.: WPB 0049



Verslag van de I2-opdracht.

Hoogleraar: Prof. Ir. H.P. Stal

Begeleider THE: Ir. A.T.J.M. Smals

Begeleider ENFM: J. Donkervoort

INHOUD

	blz.
Inhoudsopgave	i
Opdracht voor het Ingenieursexamen	iii
Symbolenlijst	iv
0. Samenvatting	0
1. Inleiding	1
1.1. Beschrijving van het bedrijf	1
1.2. Produktbeschrijving	1
1.2.1. Produktopbouw	1
1.2.2. Werking van het produkt	2
1.3. Voorlopige opdracht	3
2. Montage	4
2.1. Inleiding	4
2.2. Wordingsbaan van het produkt	4
2.3. Tarieven	8
2.4. Konklusie	9
2.5. Definitieve opdrachtoomschrijving	10
3. IJken	11
3.1. Beschrijving van het bestaande ijkproces	11
3.2. Aanbevelingen	15
3.3. Voorwaarden	16
3.4. Eisenpakket	17
3.5. Machinefuncties	17
3.5.1. Corrigeren	20
3.5.2. Meten	27
3.5.3. Houder c.q. druk toevoeren	29
3.5.4. Wijzer plaatsen	33
3.6. Concept	35
3.7. Konklusie	37
4. Machinevorm	38
4.1. Inleiding	38
4.2. Keuze van Machinevorm	38
4.3. Concept	39

	blz.
5. Proefopstelling	40
5.1. Inleiding	40
5.2. Correctieslede	40
5.3. Meeteenheid	44
5.4. Houder c.q. druk toevoeren	46
5.5. Besturing	48
5.6. Kosten en besparing	49
6. Slot	51
Literatuurlijst	52



VAKGROEP VOOR PRODUKTIE TECHNOLOGIE EN BEDRIJFSMECHANISATIE
TECHNISCHE HOGESCHOOL EINDHOVEN

Student : A.H.M. Bakermans

Bedrijf : Eerste Nederlandse Fabriek van Manometers B.V.

Coach namens bedrijf : Hr. J. Donkervoort

Coach namens T.H.E. : Ir. A.T.J.M. Smals

OPDRACHT VOOR HET INGENIEURSEXAMEN

Verricht een studie naar de mogelijkheden van mechanisering c.q. automatisering in de manometermontage. Onderzoek in hoeverre flexibiliteit daarbij mogelijk is.

Deze zgn. flexibele automatisering is gewenst, daar een grote verscheidenheid in het aangeboden manometerassortiment aanwezig is.

Onderzoek d.m.v. technische en economische beschouwingen, welke montageplaatsen daarvoor in eerste instantie in aanmerking komen, en stel evt. verbeteringen en nieuwe ontwikkelingen voor, bezien vanuit de flexibele automatisering.

Maak vanuit deze voorstellen een voorontwerp van die te mechaniseren bewerking, die uit bovengenoemd onderzoek voortvloeit.

De mogelijkheid van integratie in een later geautomatiseerde montagelijijn moet mogelijk zijn.

Prof.ir. H.P. Stal

Vakgroep voor Produktietechnologie
en Bedrijfsmechanisatie, THE

- c.c.:
- hr. J. Donkervoort
 - hr. D. Donkervoort
 - hr. C. Ossewaarde
 - prof.ir. J. Erkelens
 - ir. A. Smals

SYMBOLENLIJST

X	= correctiegrootte	(mm)
ϕ_{gew}	= gewenste hoek tussen LD en HD resp. LV en HV	($^{\circ}$)
ϕ	= de afgelegde hoek tussen LD (LV) en hoge druk (vacuum)	($^{\circ}$)
$\Delta\phi$	= fouthoek bij ongeijkte meters	($^{\circ}$)
A	= karakteristieke maat van de segmenten.	(mm)
A_{gew}	= gewenste maat van het segment ná ijking.	(mm)
i	= overbrengingsverhouding tussen segment en wijzerspil	(-)
u	= uitwijking van de Bourdonveer	(mm)
β	= hoekverdraaiing van het segment o.i.v. u	($^{\circ}$)
p	= spoed van de spindel	(mm)
n	= aantal stappen per omwenteling van de stappenmotor	(-)
d	= diameter van de spindel	(mm)
C	= correctiekracht	(N)
α	= spoedhoek	($^{\circ}$)
F_t	= omtrekskracht	(N)
M	= moment, werkend op de spindel	(Nmm)
P	= spoed	(mm)
D	= diameter	(mm)
τ	= schuifspanning	(N/mm ²)
τ_{max}	= maximaal toelaatbare schuifspanning	(N/mm ²)
σ	= trekspanning	(N/mm ²)
σ_{max}	= maximaal toelaatbare trekspanning	(N/mm ²)
$\sigma_{0,2}$	= 0,2 % rekgrens	(N/mm ²)
ρ	= soortelijk gewicht van de Bourdonveer	(kg/mm ³)
b	= breedte van Bourdonveer	(mm)
r	= binnenstraal van de Bourdonveer	(mm)
g	= zwaartekrachtversnelling	(m/s ²)
s	= dikte van de Bourdonveer	(mm)
z_o	= afstand zwaartepunt tot de nippelas bij 'n onbel. met.	(mm)
z_b	= afstand zwaartepunt tot de nippelas bij 'n bel. meter	(mm)
R	= binnenstraal van de belaste Bourdonveer	(mm)
n.b.	= nippelbreedte	(mm)
L_o	= lengte van de koorde "Bourdonveer" ,onbelast	(mm)
L_b	= lengte van de koorde "Bourdonveer" ,belast	(mm)
λ	= opgespannen hoek door belaste Bourdonveer	(rad)

T_o	=	moment o.i.v. eigen gewicht van onbel. Bourdonveer	(Nmm)
T_b	=	moment o.i.v. eigen gewicht van bel. Bourdonveer	(Nmm)
T_g	=	moment door puntmassa in het zwaartepunt	(Nmm)
G	=	gewicht van de Bourdonveer	(kg)

o. SAMENVATTING

Samenvatting.

Dit afstudeerwerk is verricht in opdracht van de Eerste Nederlandse Fabriek van Manometers te Schiedam. Het is een onderzoek naar de mogelijkheden van flexibele mechanisering c.q. automatisering in de manometermontage.

De resultaten van dit onderzoek zijn tot voorstellen uitgewerkt. Een van die voorstellen is de mechanisering van het ijken. Het ijken van manometers is duur en moeilijk te mechaniseren. Als gevolg van de vele mogelijke uitvoeringen moet de toekomstige ijk-machine, na enige eenvoudige instellingen, geschikt te maken zijn voor een ander type manometer.

Summary.

This assignment of the "Eerste Nederlandse Fabriek van Manometers" in Schiedam is a research for the possibilities of automation in the assembling of pressure gauges.

The proposals, following from this research, have been worked out. One of these proposals is the automation of the calibration. The calibration of pressure gauges is relatively very expensive and very difficult to automize. Because of the large variety, the calibrationmachine must fit to any kind of pressure gauge.

1. INLEIDING

1.1. Beschrijving van het bedrijf

De Eerste Nederlandse Fabriek van Manometers te Schiedam (kortweg: ENFM) maakt ca. 30.000 verschillende soorten manometers en thermometers. De normale produktie omvat echter 3.000 soorten manometers.

Het familiebedrijf, onder leiding van de heren Donkervoort, telt ongeveer 140 werknemers. Hiervan is een groot deel werkzaam in de montage. De overige medewerkers zijn verdeeld over de volgende afdelingen: in- en verkoop, sekretariaat, bedrijfskantoor, tekenzaal, magazijn, onderdelenproduktie en gereedschapmakerij.

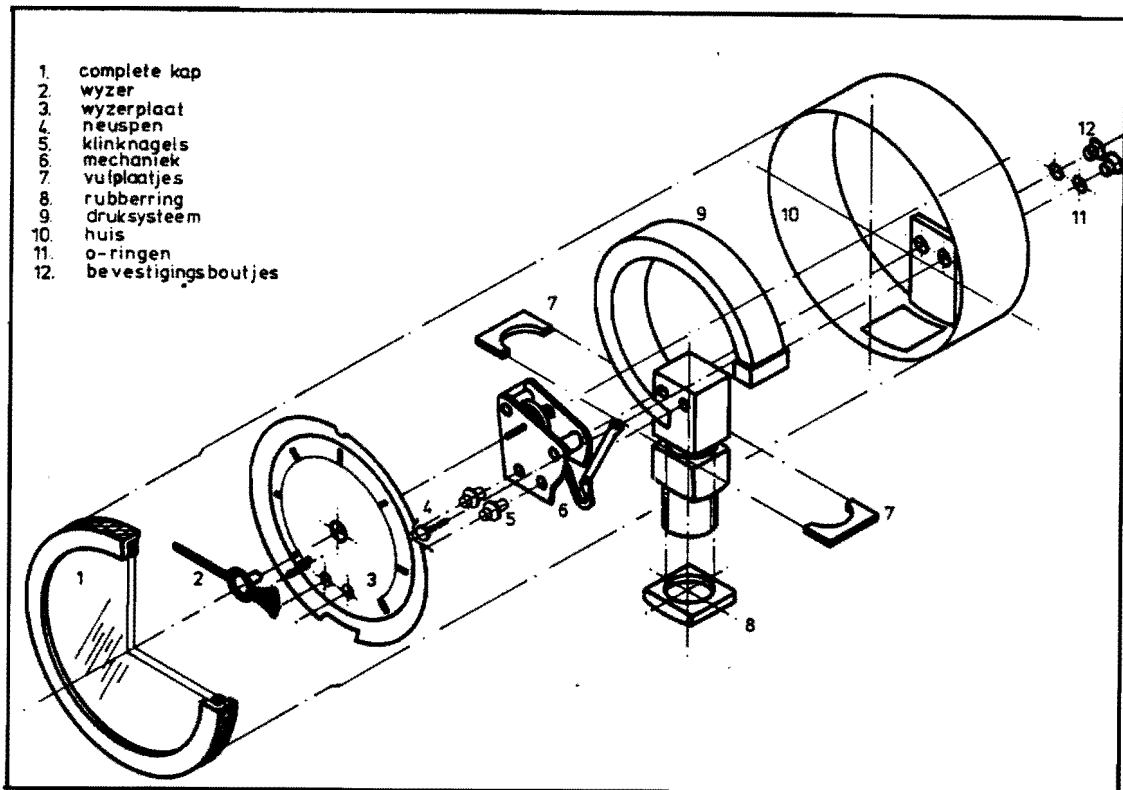
In de onderdelenproduktie en in de montage is reeds op verschillende produktie- c.q. montageplaatsen zgn. Low Cost Automation toegepast, m.a.w. op verschillende plaatsen zijn diverse handelingen gemechaniseerd, terwijl de overige nog door operators verricht worden. Vooral aan- en afvoer van onderdelen behoren tot de laatstgenoemde handelingen.

1.2. Produktbeschrijving

1.2.1. Produktopbouw

Het centrale deel van de manometer is de Bourdonveer, die verbonden is met de aansluitnippel. De Bourdonveer is een rondgebogen, afgesloten buis met een onronde doorsnede.

Deze twee onderdelen samen worden hierna kortweg "druksysteem" genoemd. De vorm en de onronde doorsnede van de veer zijn door toepassing van jarenlange ervaring geëvolueerd tot een optimum. Op dit druksysteem wordt een in Duitsland gekocht mechaniek gemonteerd, dat de translerende beweging van de Bourdonveer omzet in een roterende beweging van de wijzerspil. Nadat wijzerplaat en wijzer aangebracht zijn, kan het geheel in het huis gemonteerd worden. Het huis wordt afgesloten door een kap met een glazen venster. De opbouw van het mechaniek is weergegeven in bijlage 1. De produktopbouw komt duidelijk naar voren in een exploded view in figuur 1.



figuur 1

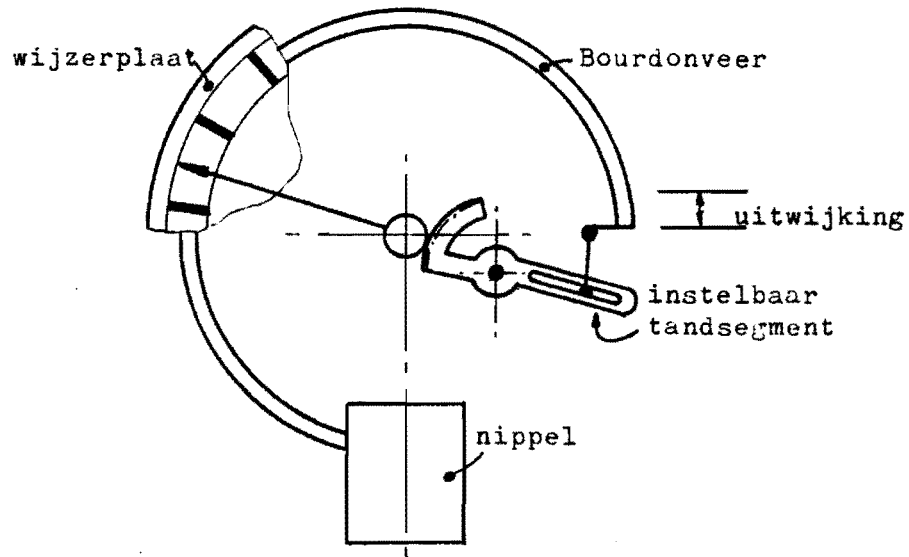
Buisveermanometer \varnothing 63 mm

1.2.2. De werking van het produkt

Zoals al eerder gesteld, zorgt de Bourdonveer, afhankelijk van de druk, die op de manometer staat, voor een uitbuiging. Dit is mogelijk doordat de Bourdonveer zoekt naar een stand, waarin het volume groter wordt; de veer wordt a.h.w. als een ballon opgeblazen. Het volume wordt groter, naarmate de onronde doorsnede meer en meer cirkelvormig gaat worden. Dit proces gaat gepaard met een strekking van de veer. Dit uitbuigen gaat zolang door tot er een evenwicht is tussen de krachten, ontstaan door druk, en de inwendige spanningen in het materiaal a.g.v. de uitbuiging.

De uitbuiging van de Bourdonveer wordt door een instelbaar tandsegment omgezet in een rotatie van de wijzer. De mogelijkheid van instelling aan het tandsegment is nodig om een goede correlatie te verkrijgen tussen de Bourdonveeruitbuiging en de wijzerverdraaiing. De werking wordt verduidelijkt in figuur 2.

Doordat de buis, waaruit de Bourdonveer is gemaakt, onderhevig is aan toleranties, en doordat de veer niet in een reproduceerbare stand aan de nippel bevestigd kan worden, zorgt iedere Bourdonveer voor een andere wijzerspilverdraaiing.



figuur 2

Principe v.d. manometer

1.3. Voorlopige opdracht

Door een veranderende arbeidsmarkt en stijgende loonkosten wilde het bedrijf in ieder geval een studie laten verrichten naar de mogelijkheid van verdere automatisering, om deze in de toekomst door te voeren als daartoe aanleiding mocht bestaan.

Gezien de grote hoeveelheid handarbeid in de montage lag het voor de hand om de studie naar automatisering daarop toe te spitsen. De voorlopige opdracht kan zodoende zal volgt worden geformuleerd:

Verricht een studie naar de mogelijkheden van mechanisering c.q. automatisering in de montage en bekijk in hoeverre flexibiliteit daarbij realiseerbaar is. Deze zgn. flexibele automatisering is gewenst, daar een zeer grote verscheidenheid in het aangeboden manometerassortiment aanwezig is.

2. MONTAGE

2.1. Inleiding

Om inzicht te krijgen in de wijze, waarop het grote assortiment manometers tot stand komt en in de volgorde, waarin het produkt samengesteld wordt, is het schema in bijlage 2. gemaakt. Daarin zijn alle mogelijke soorten buisveermanometers (manometers met Bourdonveerprincipe) terug te vinden. In dit schema is geen onderscheid meer gemaakt naar gebruikt materiaal. Dit onderscheid is evenwel gemakkelijk te verwoorden:

De messing-staal-uitvoering wordt toegepast bij alle nippelaansluitingen, d.w.z. de onderaansluiting (oa), de excentrisch achter aansluiting (exa) en de concentrisch achter aansluiting (cca), terwijl de RVS-uitvoering alleen bij de oa en exa voorkomt.

Een overzichtelijk schema van bijlage 2. is figuur 3.

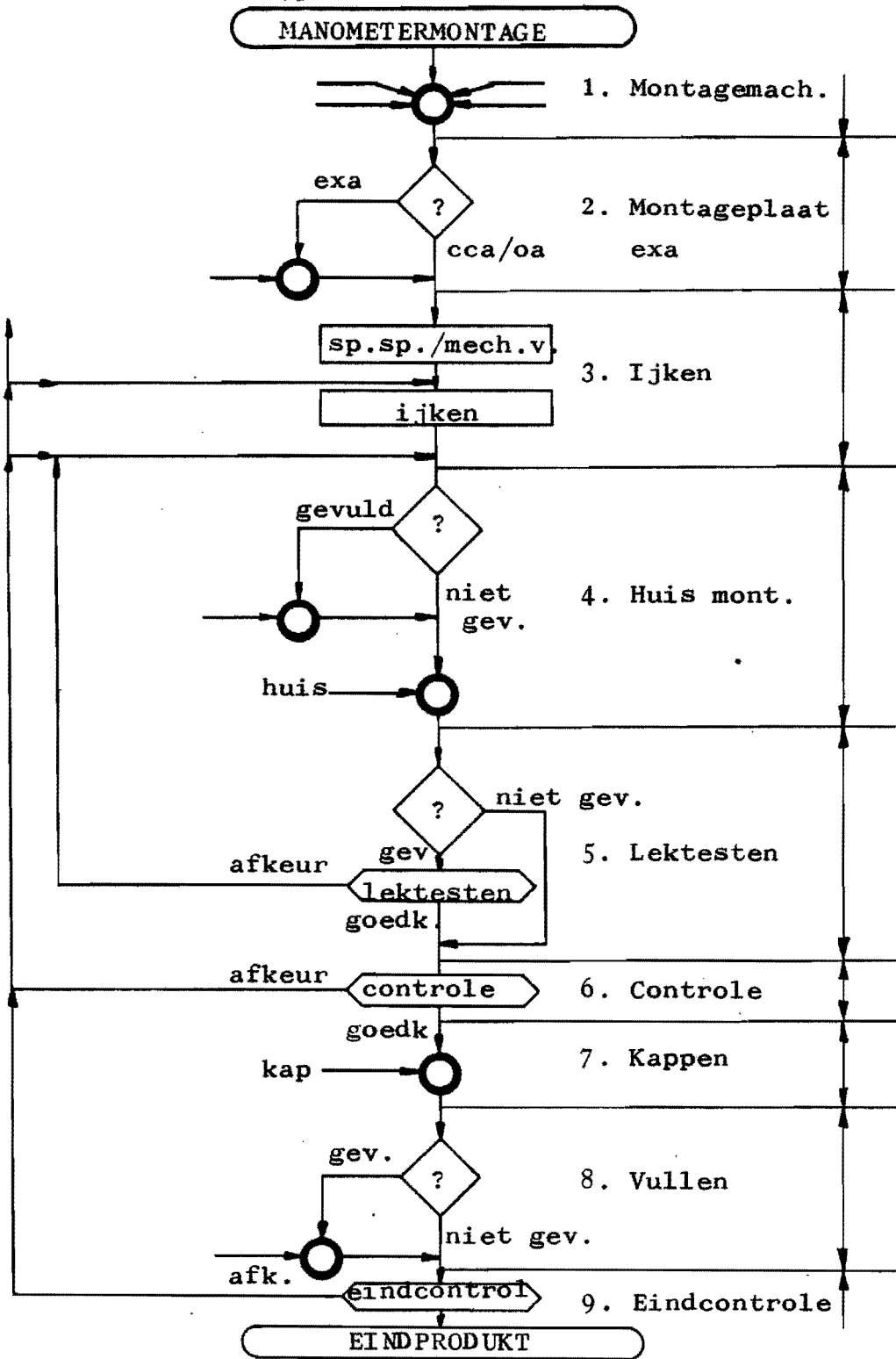
Hierin zijn de achtereenvolgende montageplaatsen aangegeven. Afhankelijk van de te maken manometer worden de verschillende montagehandelingen wel of niet uitgevoerd. Om het beeld van de montage te completeren is in bijlage 3. aangegeven, hoe het tussenprodukt gehanteerd en getransporteerd wordt, waar de tussenvoerplaten liggen en welke hulpgereedschappen bij de diverse montageplaatsen gebruikt worden. De montageplaatsen zijn hierin als werkblokken te herkennen.

In de navolgende paragraaf zal de wordingsbaan van het produkt aan de hand van de montageplaatsen worden beschreven.

2.2. Wordingsbaan van het produkt

1. Montagemachine incl. monteren van oa-afdichting

De montagemachine is een draaitafel met een stap-rust-beweging, waarop het druksysteem (nippel met Bourdonveer) verscheidene montagestappen doorloopt. Allereerst wordt het druksysteem met een los mechaniek in een mal geplaatst. Daarna wordt de neuspen, die de Bourdonveer met het mechaniek verbindt, gemonteerd. Vervolgens wordt het mechaniek op de nippel vastgeklon-



figuur 3
Montageplaatsen

ken, waarna de wijzerplaat m.b.v. dubbelzijdige klinknagels gemonteerd wordt. In geval van gevulde of waterdichte manometers worden over de nippel een rubberring en vulplaatjes geschoven. De laatstgenoemde handeling en toe- en afvoer van het druksysteem worden door de operator uitgevoerd.

2. Montageplaat monteren bij exa-aansluitingen

Om het huis te verbinden met het druksysteem is bij exa-manometers een montageplaat nodig. Deze wordt over de nippel geschoven. Eenmaal tegen de aanslag aan geschoven, is de klemming tussen montageplaat en nippel toereikend.

Bij gevulde of waterdichte manometers is nog een vulplaatje nodig. De montage hiervan gebeurt echter op hetzelfde station.

3. IJken

Een omschrijving van het ijken zou kunnen zijn:

Het zodanig afregelen van de manometer, dat de voedingsdruk op de meter ook inderdaad binnen bepaalde grenzen (i.e. klasse) op de wijzerplaat aangegeven wordt.

Het ijken is nodig, omdat in de produktie van de druksystemen tal van fouten ontstaan a.g.v. toleranties en verbindingfouten (las- of soldeerfouten). Deze fouten leiden tot een verkeerde aanduiding van de druk, die op de manometer werkt. Aangezien de fouten steeds in een andere combinatie optreden, zal iedere meter een andere mate van foutaanduiding hebben. Iedere meter zal daarom apart "behandeld" moeten worden, om de invloed van die fouten op de wijzeraanduiding te elimineren. In de buisveermanometers is een mechaniek gemonteerd, dat de uitwijking van de Bourdonveer omzet in een rotatie van de wijzerspil. Ditzelfde mechaniek heeft een voorziening in zich, waarmee de arm van de hefboom (zie fig. 2.) verantwoordelijk voor de bewegingsoverdracht, korter of langer gemaakt kan worden. Daarmee wordt de invloed van de Bourdonveeruitwijking groter resp. kleiner (positieve resp. negatieve korrektie). Zo kan dus afhankelijk van de veeruitwijking de bijbehorende wijzerverdraaiing beïnvloed worden.

4. Huis monteren

De geometrie van het huis is specifiek voor het type aansluiting. Gevulde of waterdichte manometers moeten alvorens zij gemonteerd worden in het huis, voorzien worden van afdichtingen. De huizen voor exa- en oa-aansluitingen worden bevestigd met schroeven, terwijl het huis voor cca-aansluitingen met een klemring op de nippel geklemd wordt.

5. Lekttesten

Gevulde of waterdichte manometers moeten gecontroleerd worden op lekken op die plaatsen, waar afdichting gewenst is.

6. Controle

Op deze "montageplaats" wordt gecontroleerd, of de meter goed geijkt is en eventueel niet door de voorgaande bewerking van positie is geraakt. Niet goed geijkte meters worden hier hersteld.

7. Kappen

Deze bewerking is afhankelijk van het type manometer. Typen met gefelste kap of met bajonetkap enerzijds en al dan niet gevuld of waterdicht anderzijds.

8. Vullen

Het vullen van de manometers geschiedt met glycerine. Dit heeft twee gevolgen. Ten eerste worden bewegende delen gesmeerd en ten tweede worden de bewegingen van de wijzerspil gedempt. Bijvoorbeeld: Manometers op dieselmotoren zijn onderhevig aan trillingen. Om toch een redelijk nauwkeurige aanduiding te bewerkstelligen worden die trillingen gedempt door de glycerine.

9. Eindcontrole

Als de meter geheel afgemonteerd is, wordt nog een eindcontrole uitgevoerd. Deze is bedoeld om evt. beschadigingen te constateren of vuile delen te reinigen. Op dit station worden ook de bij te leveren accessoires toegevoegd, zoals een frontrand of klemring.

2.3. Tarieven

Het bedrijf heeft de totale montagekosten, waarin ook o.a. de onderhoudskosten van gebouw en machines, gereedschapskosten, afschrijving, rente en energiekosten begrepen zijn, via verdeelsleutels over de verschillende montageplaatsen verdeeld. Hierdoor ontstaan tarieven, kenmerkend voor die ene montageplaats. Deze tarieven worden voor een bepaalde tijd gehanteerd.

De tarieven voor de verschillende montageplaatsen zijn in tabel 1 verwerkt. Tevens staan vermeld de afgewerkte hoeveelheid halffabrikaten per uur.

Wanneer een bepaald type manometer gekozen wordt kan men direkt het totaaltarief uitrekenen, wat vervolgens in de kostprijs van de manometer meegenomen moet worden. De vraag, welke subtarieven het grootste deel van het totaaltarief uitmaken, kan gemakkelijk opgelost worden door toepassing van de 80-20%-regel. Door toepassing van deze regel wordt duidelijk, welke subtarieven 80% van het totaaltarief voor hun rekening nemen. De lagere tarieven vallen dan automatisch in de overige 20%, terwijl de hogere tarieven zich afscheiden. Deze regel passen wij toe op de meest eenvoudige en de meest gecompliceerde uitvoering van een manometer uit de \emptyset 63 mm-serie.

Tabel 1
Tarieven

Akties	Aantal st/uur	Tarief	Kosten/st
Montage rubberring/vulpl. oa	120	f16,85	f0,140
Montagemachine	140	f21,85	f0,156
Montageplaat zonder vulpl. exa	210	f19,18	f0,091
" met " "	163	f19,18	f0,118
IJken	46	f16,85	f0,366
Huis monteren oa niet gevuld	205	f17,62	f0,086
" " oa wel "	162	f17,62	f0,108
" " cca	260	f16,89	f0,065
" " exa	205	f17,62	f0,086

Afdichting monteren exa/cca	224	f16,85	f0,075
Lektesten	270	f17,62	f0,065
Kontrole	185	f16,85	f0,091
Kappen droog	175	f16,94	f0,097
Kappen gevuld	107	f16,94	f0,158
Vullen	158	f17,62	f0,112
Frontrand persen	169	f16,92	f0,100

De meest eenvoudige is een niet gevulde manometer zonder accessoires.

Het totaal tarief = f 0,766

80% x f 0,766 = f 0,613 bestaande uit: f 0,366 ijken
 f 0,156 montagemachine
 f 0,097 kappen

Het ijken neemt 48% van het totaal tarief in beslag.

De meest gecompliceerde is een gevulde manometer met accessoires.

Het totaal tarief = f 1,296

80% x f 1,296 = f 1,040 bestaande uit: f 0,366 ijken
 f 0,156 montagemachine
 f 0,158 felsen
 f 0,140 afdichtring
 f 0,112 vullen
 f 0,108 huis montage

Het ijken neemt 28% van het totaal tarief in beslag.

2.4. Konklusie

De konklusie, die uit het voorgaande getrokken kan worden, is, dat 3 handelingen, nl. ijken, montagemachine en kappen, (resp. 28%, 12%, 12%) meer dan 50% van de totale montagekosten voor hun rekening nemen. Dit mag in vergelijking tot de hoeveelheid handelingen, die verricht moeten worden, hoog genoemd worden.

In het meest ongunstige geval is het percentage voor deze 3 handelingen zelfs 77%. Gezien deze gegevens en de noodzaak om de kosten te drukken, wordt de definitieve opdracht-omschrijving als beschreven in paragraaf 2.5. Voorgesteld wordt te trachten het ijkproces te mechaniseren.

2.5. Definitieve opdrachtomschrijving

Verricht een studie naar de mogelijkheden van mechanisering c.q. automatisering in de manometermontage. Onderzoek in hoeverre flexibiliteit daarbij mogelijk is.

Deze zgn. flexibele automatisering is gewenst, daar een grote verscheidenheid in het aangeboden manometerassortiment aanwezig is.

Onderzoek d.m.v. technische en economische beschouwingen, welke montageplaatsen daarvoor in eerste instantie in aanmerking komen, en stel evt. verbeteringen en nieuwe ontwikkelingen voor, gezien vanuit de flexibele automatisering.

Maak vanuit deze voorstellen een voorontwerp van die te mechaniseren bewerking, die uit bovengenoemd onderzoek voortvloeit.

De mogelijkheid van integratie in een later geautomatiseerde montagelijns moet mogelijk zijn.

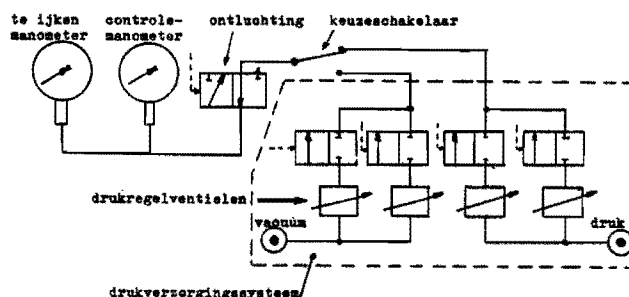
3. IJKEN

3.1. Beschrijving van bestaand ijkproces

3.1.1. Beschrijving van de ijkplaats

De installatie, nodig voor het ijken, bestaat uit:

- ontluichtingsventiel
- te ijken manometer
- controlemanometer
- druk- c.q. vacuumtrappen



figuur 4
IJKinstallatie

Op de controlemanometer

kan de operator de werkelijke manometerdruk aflezen (figuur 4). Het drukverzorgingssysteem, hiervoor zeer vereenvoudigd weergegeven, is in werkelijkheid veel ingewikkelder. Er wordt nl. onderscheid gemaakt naar het drukbereik van de manometer. Zo bestaan er 3 systemen naast elkaar met alle 3 een eigen bedieningswijze. De drukbereiken voor de gangbare manometertypen zijn:

- -1 tot 30 bar met elektrische bediening.
- 30 tot 300 bar met pneumatische bediening.
- 100 tot 1000 bar met elektrische bediening.

De pneumatische schakelingen zijn óók specifiek voor de diverse drukbereiken. Bij de drukbereiken van -1 tot 30 bar en 30 tot 300 bar is de schakeling zuiver pneumatisch, terwijl bij het hoogste drukbereik van 100 tot 1000 bar gebruik gemaakt wordt van een drukversterker. Om een hoge waterdruk te bereiken door een relatief lage luchtdruk, wordt een pneumatisch-hydraulische drukversterker toegepast.

Het incompressibele water wordt gebruikt, omdat ten eerste de compressibele lucht bij dergelijke hoge drukken zeer explosieve gevolgen kan hebben en ten tweede een zeer groot volume lucht nodig is om zo'n hoge druk te bereiken. Het ijkproces, de pneumatische/hydraulische schakelingen en de respektievelijke bediening, zoals die nu bestaan, zijn weergegeven in bijlage 5.

3.1.2. IJken

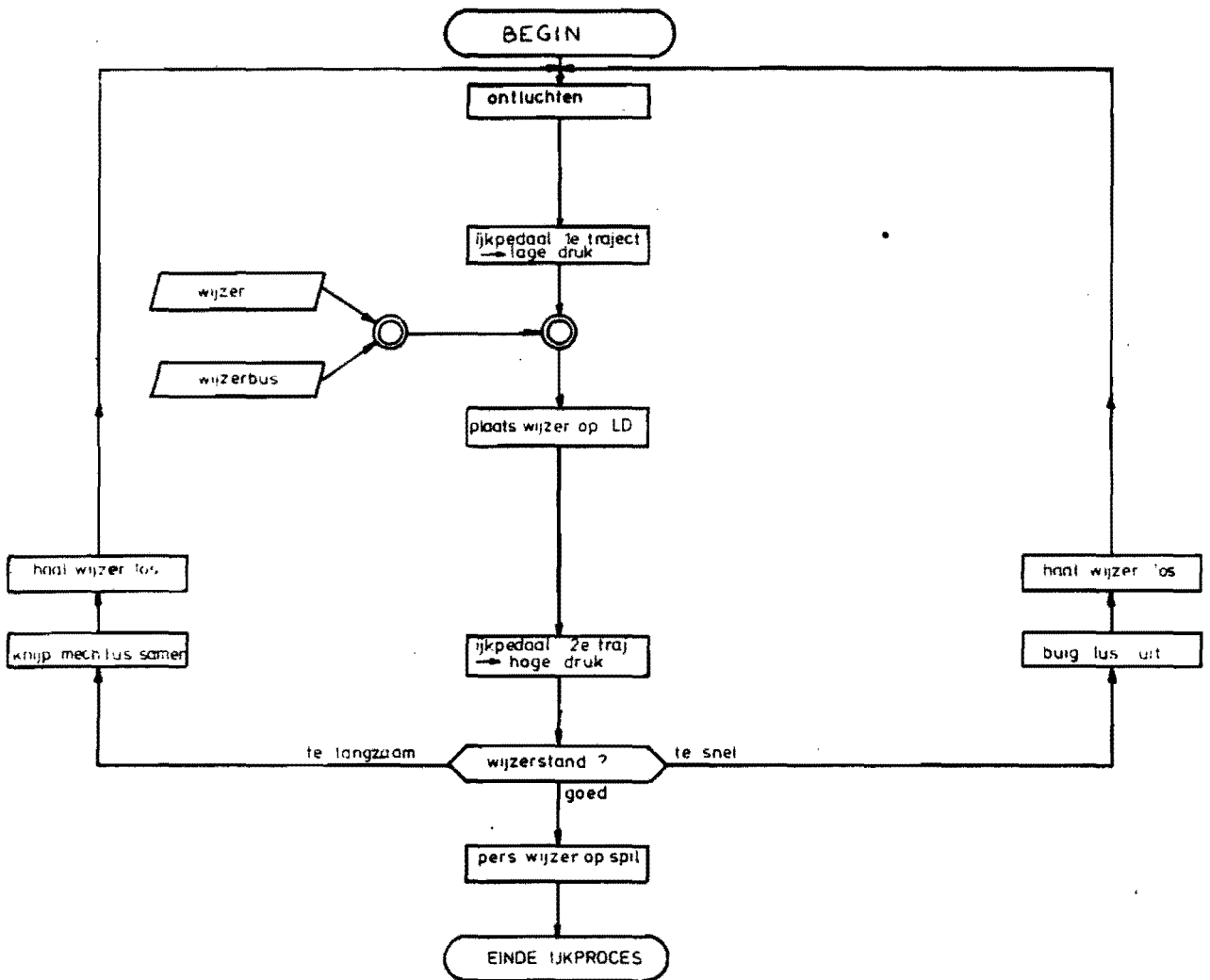
Het navolgende behandelt het ijkproces, zoals dat voortgang vindt van ongeijkte meter tot geijkte meter. In figuur 5 is de wijzerplaat van een ongeijkte manometer getekend, waarop het ijkproces door de operator "afgelezen" wordt. Er zijn twee zgn. ijkpunten gekozen, die als hulppunten dienen, om te beoordelen of een meter positief dan wel negatief gecorrigeerd dient te worden. Deze punten worden in het vervolg LD(LV) en HD(HV) genoemd en worden verkregen door bediening van de in subparagraaf 3.1.1. vernoemde druk- resp. vacuumtrappen. Twee voorwaarden zijn van toepassing op de keuze van deze punten:

1. LD en HD resp. LV en HV moeten zover mogelijk uit elkaar liggen.
2. LD(LV) moet hoger zijn dan 20% van de totale schaalverdeling.

LD(LV) wordt niet gelijk genomen aan het nulpunt van de schaal, omdat ongeveer de eerste 15% van de schaal aanduiding niet lineair doorlopen wordt.

De werkwijze om te ijken staat in flow-chart vorm in figuur 6 weergegeven. Alvorens met ijken wordt begonnen, moeten de drukventielen zo ingesteld worden, dat LD en HD overeenkomen met de ijkvoorwaarden, afhankelijk van het drukbereik van de te ijken manometer.

Wanneer volgens het schema in figuur 6 gewerkt wordt, ontstaat het beeld op de wijzerplaat, zoals getekend in figuur 5. De grootte van foutstelling bij HD(HV) ($= \Delta\emptyset$) en het teken daarvan zijn maatgevend voor de grootte en het teken van de correctie. De grootte van de correctie gebeurt nu op het gevoel, omdat geen correlatie tussen fouthoek en grootte van correctie bekend is bij de operatoren. Hierdoor kan het voorkomen, dat òf teveel òf te weinig gecorrigeerd wordt, waardoor nòg een ijkloop doorlopen moet worden.



figuur 6
Flow-chart ijkproces

3.1.3. IJKvoorwaarden

Dat het ijken nodig is, omdat een complex van montagefouten en toleranties geen ideale meter kunnen bewerkstelligen, is reeds bekend. Er zijn echter twee factoren, die het ijken nog ongunstig kunnen beïnvloeden, nl.:

1. De wrijving en hysteresis in het manometersysteem.
2. De speling tussen tandsegment en de wijzerspil.

Ad. 1.

Wrijving kan ontstaan op alle plaatsen, waar relatieve bewegingen plaatsvinden. Dit dient zoveel mogelijk vermeden te worden. Alle scharnierpunten moeten daarom een zo vrij mogelijke beweging toelaten. Dit heet het "mechaniek vrijmaken". Hysterese treedt in meer of mindere mate op in de Bourdonveer. De invloed hiervan is in hardere materialen gering en wordt groter naarmate het materiaal zachter wordt.

Ad. 2.

De speling tussen het tandsegment en de wijzerspil kan een verkeerde aanduiding van de wijzer tot gevolg hebben. Dit is echter gemakkelijk te verhelpen door de speling naar één kant te drukken d.m.v. een spiraalveertje. Dit veertje is vastgemaakt aan de wijzerspil en onder spanning gebracht. Dit heet "spiraalveer spannen". Ergo, aan de volgende voorwaarden moet voldaan zijn, alvorens te gaan ijken:

- mechaniek vrijmaken
- spiraalveer spannen
- hysterese moet minimaal zijn, echter zacht materiaal heeft een langere levensduur (vermoeiing). Minimale hysterese en lange levensduur zijn hier blijkbaar tegenstrijdig en er zal uiteindelijk een keuze gemaakt moeten worden.

3.2. Aanbevelingen voor een nieuw ijkproces

Er moet niet getracht worden, gezien vanuit de oorspronkelijke opdracht, het "oude" ijkproces uit bijlage 5 te mechaniseren c.q. automatiseren. Echter de voorwaarden, die gesteld zijn voor het oude ijkproces gelden nog steeds, omdat er aan de manometer zelf niets wezenlijks veranderd is of gaat worden.

Resumerend:

- LD(LV) - hulppunt meer dan 20% van de max. schaal aand.
- HD(HV) - hulppunt = max. schaal aand.
- mechaniek moet vrijgemaakt worden.
- spiraalveer moet gespannen worden.

Het "oude" ijkproces kritisch beijkend, wordt duidelijk, dat er enkele aspecten aanzitten, die misschien eenvoudiger uitgevoerd kunnen worden.

1.

De bediening van de resp. drukbereiken kan sterk vereenvoudigd worden, m.a.w. het bedienen van de verschillende kleppen, zoals LD, HD, ontluchting en houdersluiting, kan in een volgordeschakeling worden opgenomen en daardoor in de toekomst in een automatische besturing.

Vacuum- of drukbereiken kunnen gekozen worden met een schakelaar.

2.

Het "mechanisme" van telkens het plaatsen van de wijzer op LD, het op HD beoordelen van de fouthoek, het loshalen van de wijzer en het weer op LD plaatsen van de wijzer, etc. zou vervangen kunnen worden door het zonder wijzer meten van de spilhoek en zodoende dus ook de fouthoek:

De afgelegde hoek \emptyset vanaf LD tot hoge druk (ongeijkt) wordt vergeleken met wat die hoek eigenlijk had moeten zijn, nl. χ LD, HD = $\emptyset_{\text{gew.}}$.

Het verschil en het teken van dat verschil $\Delta\emptyset = \emptyset_{\text{gew.}} - \emptyset$ geeft een indruk hoe en hoeveel gecorrigeerd dient te worden.

Als dan na het ijken $\Delta\emptyset$ binnen de gestelde klasse valt (bijlage 4) of zelfs in het ideale geval 0 wordt, dan kan de wijzer vastgeperst worden op die schaal aanduiding, die overeenkomt met de voedingsdruk van de manometer.

Bovenstaande werkwijze is op alle buisveer-manometers van toepassing, omdat de wijzer altijd een hoek aflegt van max. 270 booggraden (van nulstandspen tot maximale druk) en dus altijd onafhankelijk is van het drukbereik van de te ijken manometer.

3.3 Voorwaarden

Behalve de voorwaarden, genoemd in paragraaf 3.2, is er nog een belangrijke voorwaarde, als aanvulling op de definitieve opdrachtomschrijving:

- De toekomstige ijkmachine wordt voorlopig in een handmontagelij, specifiek voor één manometertype, gebruikt, maar moet na enige eenvoudige handinstellingen geschikt te maken zijn voor alle andere typen.

Een overzicht van alle typen buisveermanometers, die normaal in produktie zijn, staat in bijlage 5a. Hieruit blijkt, dat er 96 verschillende uitvoeringen mogelijk zijn.

Het deel van de opdracht, dat stelt, dat de te ontwerpen machine flexibel moet zijn, kan dus vertaald worden met:

het kunnen ijken van alle bovenstaande uitvoeringen op die machine.

Het onderlinge onderscheid naar type wijzer, type wijzerplaat, type huis, al dan niet gevuld, etc. is niet gemaakt, omdat die verschillen, uitgegaan van de aanbevelingen uit paragraaf 3.2, irrelevant zijn voor het ijkproces.

3.4 Eisenpakket

Een voorlopig eisenpakket dient opgesteld te worden. Voorlopig, omdat de eisen in de loop van de opdrachtuitvoering aangepast of uitgebreid kunnen worden.

De eisen:

1. cyclustijd kleiner dan 40 seconden.
2. hoekmeting van de spil met een zo klein mogelijk wrijvingsmoment.
3. mogelijkheid van klasseindeling.
4. alle mogelijke buisveermanometers moeten geijkt kunnen worden.
5. alle mogelijke tandsegmenten moeten gecorrigeerd kunnen worden.
6. de gewenste spilverdraaiing moet instelbaar kunnen zijn ($\emptyset_{\text{gew.}}$).
7. alle relevante instellingen moeten teruggekoppeld worden naar een controlesysteem.

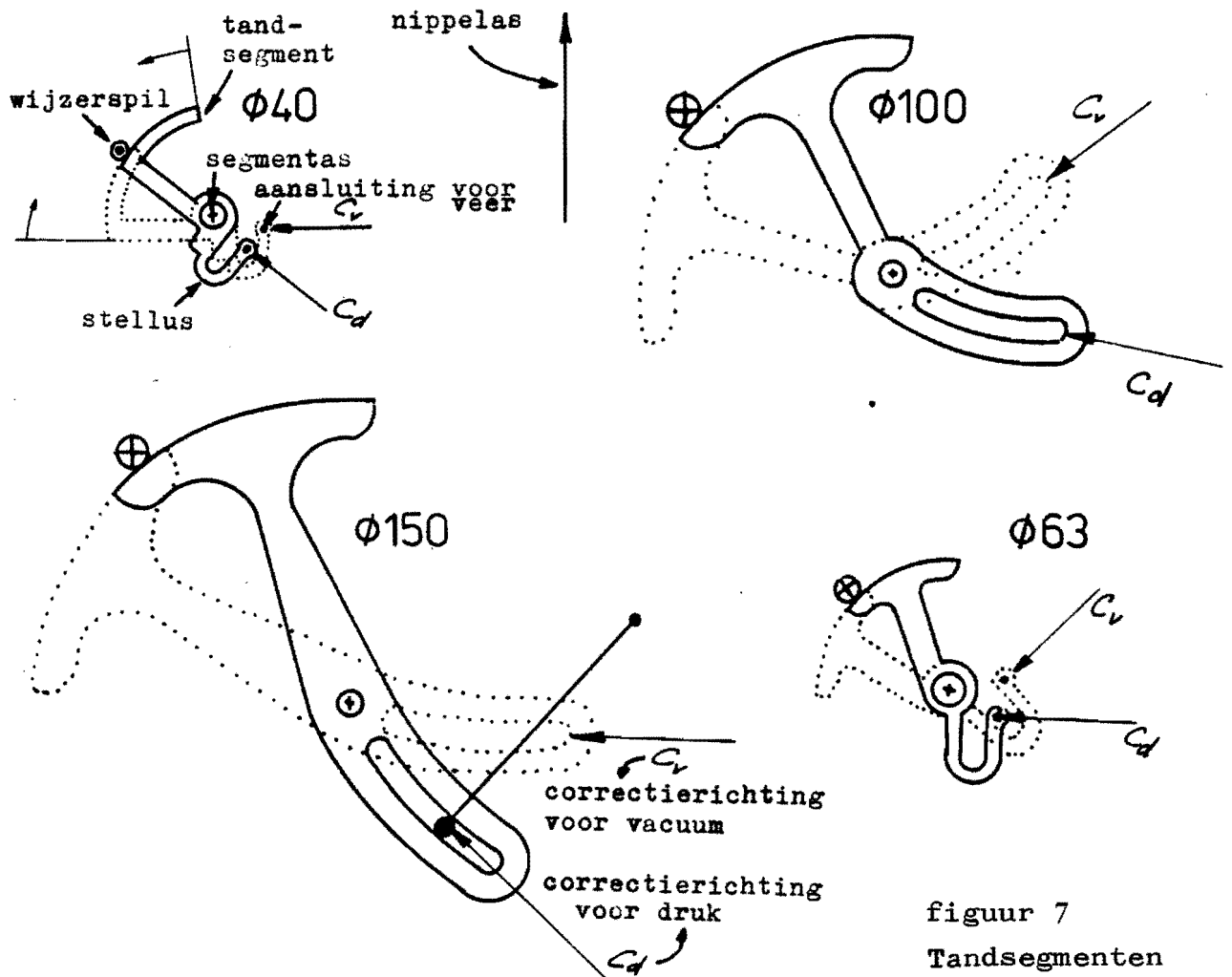
3.5 Machinefuncties

Uitgaande van de eis, dat alle 96 manometertypen geijkt moeten kunnen worden, kan men zich vervolgens afvragen, hoe al die typen t.o.v. elkaar op de ijkmachine gesitueerd moeten worden.

Op basis van de jaaromzetten van 1982 (bijlage 6) kan gekonkludeerd worden, dat ongeveer 70% van de gemonteerde produkten van het type \emptyset 63 mm als onderaansluiting voorkomen. Aangenomen, dat die 70% voor andere typen representatief is, kan als basissituering die opstelling gekozen worden, waarin alle oa-manometers met de nippelas op één lijn liggen. Dit houdt in, dat de houder

in 70% van de gevallen via dezelfde weg aangevoerd kan worden. In de overige 30% moet de houder anders aangevoerd worden (instelling).

De gangbare tandsegmenten, zijn, met de orientatierichting t.o.v. de nippelas en de correctierichting, getekend in figuur 7. Hierin is aangegeven hoe de onbelaste toestand van resp. druk- en vacuumanometers is.



figuur 7
Tandsegmenten

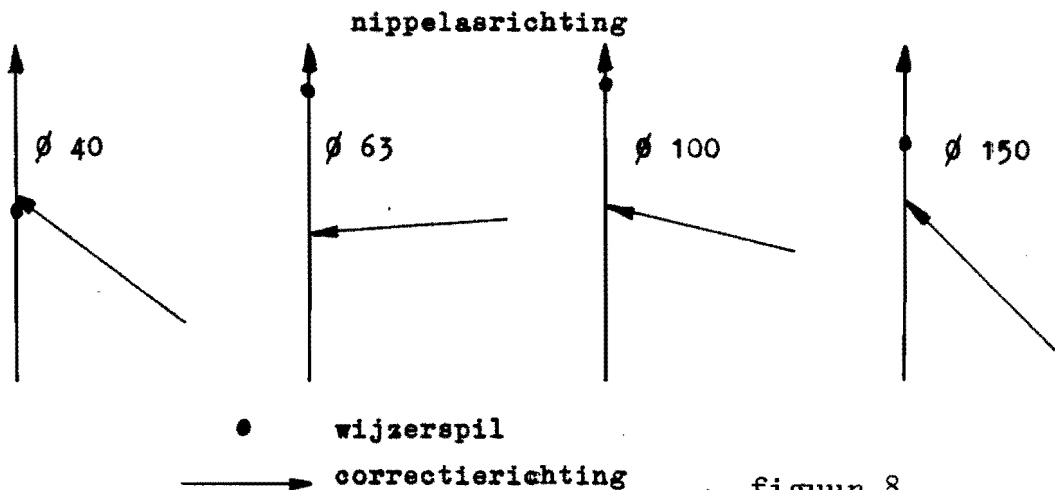
Wanneer nl. een druk-Bourdonveer onder druk gezet wordt, buigt deze uit. De stand van het segment in het mechaniek moet deze beweging mogelijk maken. Een vacuum-Bourdonveer krimpt onder vacuum in en ook hier moet deze beweging mogelijk zijn. Omdat deze beweging tegengesteld is aan een drukbeweging moet ook het tandsegment in de tegengestelde stand in het mechaniek staan. Met andere woorden de nulstand van drukmeters komt nagenoeg overeen met de belaste

stand van vauummeters en andersom. De nulstand van druk/vacuummeters ligt hier ergens tussenin, afhankelijk van de uitvoering van de manometer.

Dit heeft tot gevolg, dat de correctierichting, als men zowel bij druk- als vacuum- als druk/vacuummeters bij onbelaste toestand wil ijken, ook nog verschillend kan zijn.

Binnen een groep manometers (bv. $\varnothing 63$) geeft dit een extra instelling. Door nu alle nippelassen (oa) op één lijn te leggen en deze zó over die lijn te verschuiven, kan men bewerkstelligen, dat alle correctierichtingen van òf drukmeters òf vacuummeters òf druk/vacuummeters in één punt snijden. Dit heeft tot voordeel, dat de instelling voor de respektievelijke correcties dan draaibaar is om dat punt. Dit geeft een nauwkeurige en gemakkelijke instelling.

Omdat rekening gehouden moet worden met toe- en afvoer van onderdelen en functie-elementen naar de manometer wordt gesteld dat het draaipunt niet in die "gevaarzone" ligt. Het ligt voor de hand, om het snijpunt te bepalen door snijding van de drukcorrectierichtingen, omdat drukmanometers voor het overgrote deel van de produktie verantwoordelijk zijn. (figuur 8)

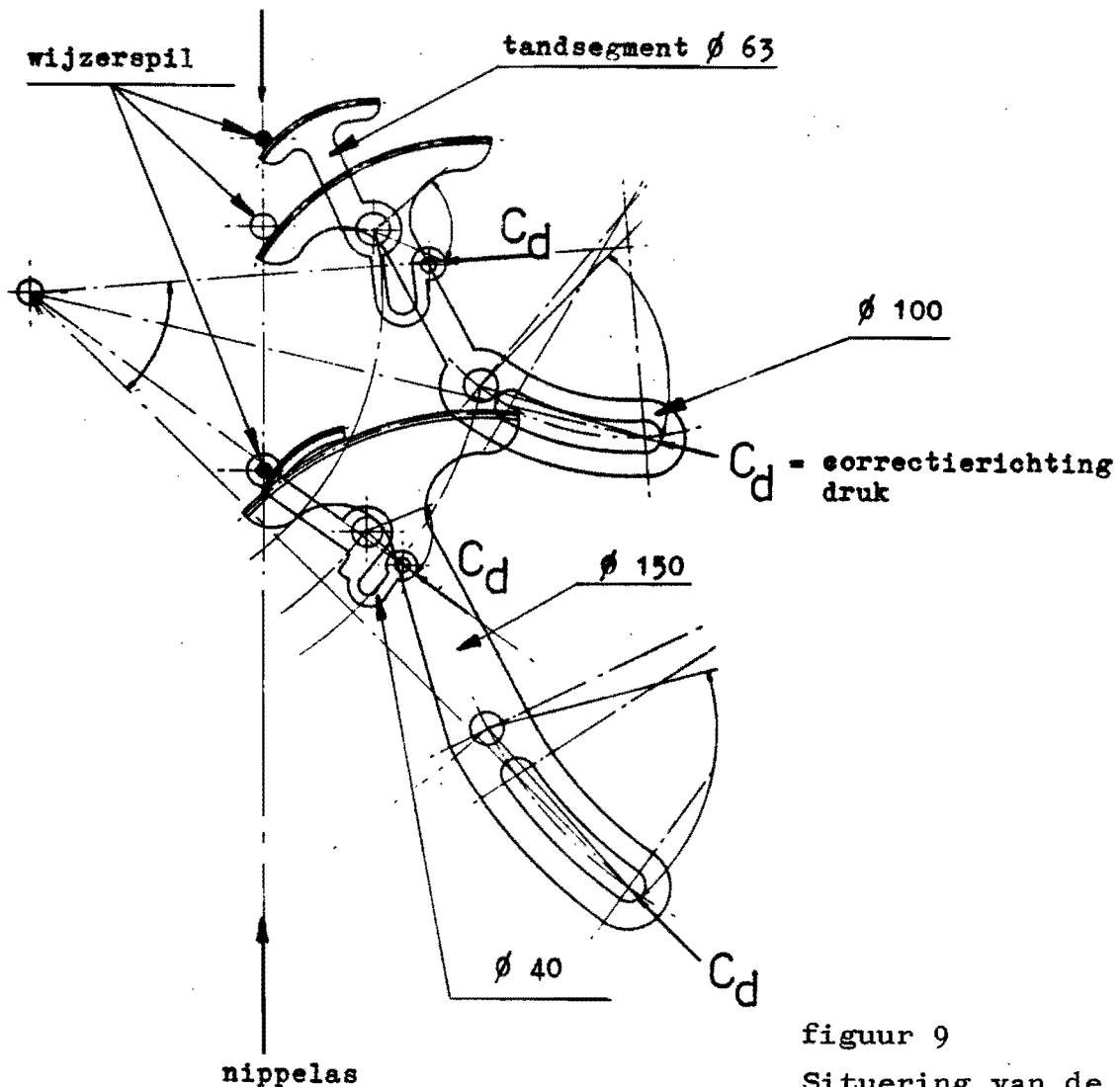


figuur 8

karacteristieken v.h.
mechaniek

Als snijpunt is gekozen, het snijpunt van $\varnothing 40$ en $\varnothing 150$ in onbelaste druktoestand, waarbij óók de resp. wijzerspilposities samenvallen. Zo werd een extra instelling voor spilhoekmeting overbodig (van 4 posities naar 3). In figuur 9 is de onderlinge opstelling

en de ligging van het snijpunt aangegeven. Bij andere principesituering werd het aantal instellingen talrijker en ingewikkelder en zouden daardoor de machine onnodig ingewikkeld maken. Om een indruk van deze mogelijkheden te krijgen, zijn ze verder uitgewerkt in bijlage 7.



figuur 9
Situering van de segmenten.

3.5.1. Corrigeren

De manier, waarop de correctie-eenheid toegevoerd gaat worden en hoe de correctie zal plaatsvinden, hangt af van de situering, zoals in figuur 9 aangegeven is. De eisen, die specifiek voor de correc-

tie-eenheid opgesteld kunnen worden, zijn:

1. De correctie-eenheid, als geheel moet draaibaar zijn om het geconstrueerde snijpunt van correctierichtingen (instelbaar per mechaniek).
2. De correctie-eenheid moet instelbaar zijn om behalve druk-, óók vacuum- en druk/vacuummeters te ijken.
3. De correctie-eenheid moet als geheel verplaatsbaar zijn om toe- en afvoer van de manometer mogelijk te maken en tijdens het ijken de mogelijkheid te bieden, dat de meter op druk, resp. vacuum gebracht wordt, omdat het segment dan wegdraait, o.i.v. de Bourdonveeruitwijking.
4. De correctie-eenheid moet alle mogelijke mechanieken kunnen ijken.
5. De correctie-eenheid moet kleine correcties mogelijk maken (0,1 mm).
6. In de instelling moet een controlesysteem voorhanden zijn, dat de aanwezigheid van de verschillende mechanieken en functie-elementen terugkoppelt, zodat niet een verkeerd mechaniek in de ingestelde machine ligt.

ad. 1.

Het geconstrueerde snijpunt is ontstaan door de correctierichtingen in "drukstand" te snijden. De correctie-eenheid wordt op een plateau geplaatst, dat om dit punt kan draaien. Wordt in de productie overgegaan op een ander type drukmanometer, dan moet het plateau gedraaid worden tot een corresponderende aanslag (zie figuur 9).

ad. 2.

De correctie-eenheid moet echter óók instelbaar zijn voor vacuum- en gecombineerde meters. Omdat de correctierichtingen voor deze meters niets gemeenschappelijks hebben met het snijpunt van de drukrichtingen, moet een subinstelling voor handen zijn om bovenbedoelde correcties toch door te kunnen voeren.

Deze twee eisen verenigd met figuur 9 geeft figuur 10.

ad. 3.

Behalve het weghalen van de correctie-eenheid uit de transport-

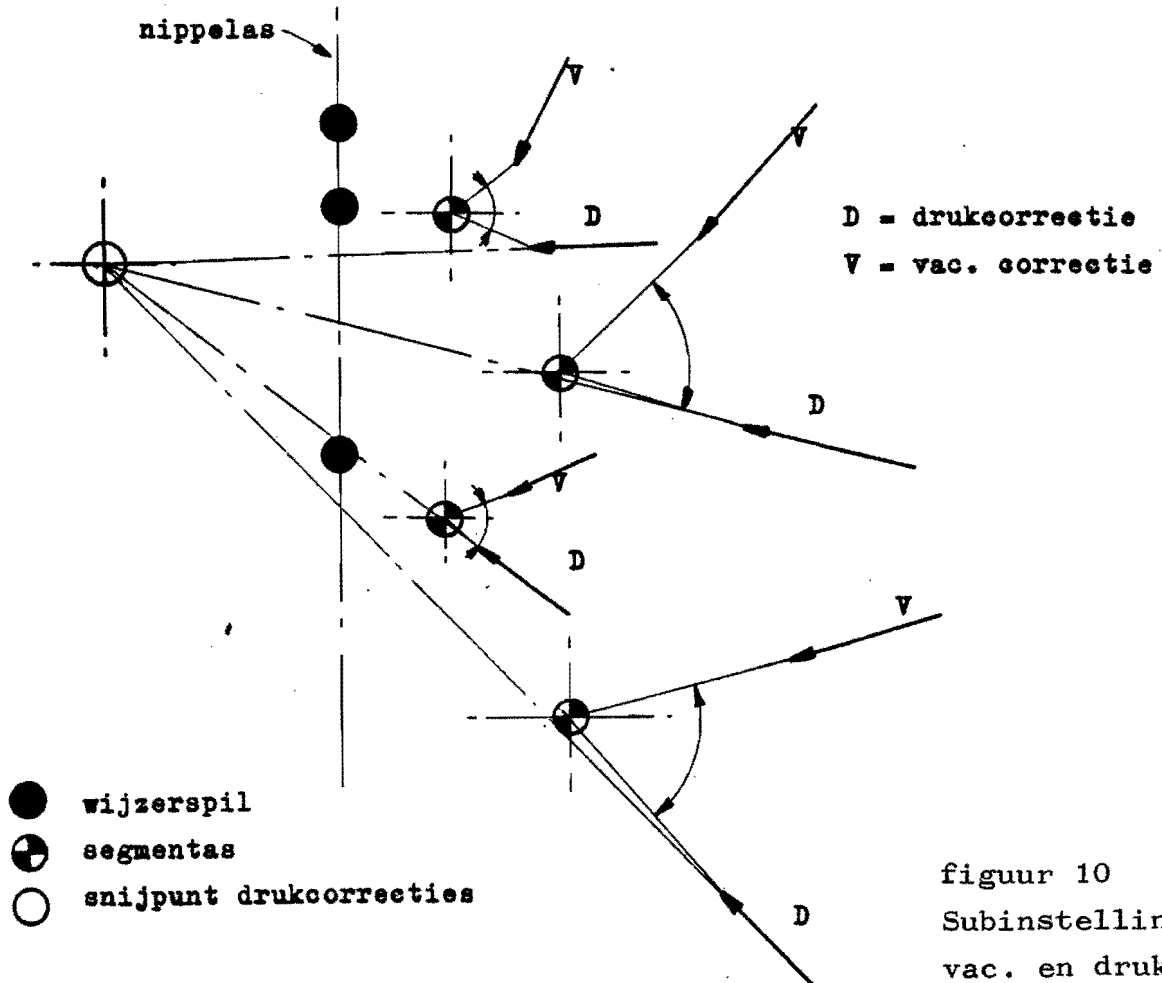
zone van de manometer, speelt nòg een belangrijk feit een rol. Bij twee mechanieken ($\varnothing 40$ en $\varnothing 63$) wordt gebruik gemaakt van plastische deformatie van de stellus. Om de reactiekracht op te vangen en om een referentie te hebben moet een aanslag achter de stellus gebracht worden. Dit kan gecombineerd worden met de toe- en afvoer van de correctie-eenheid.

Echter, de correctie-eenheid zal de correctie in het vlak van het tandsegment moeten uitvoeren, om het scheefdrukken van de lus tegen te gaan.

Verder moet rekening gehouden worden met de onderdelen van de manometer die eventueel de baan van de correctie-eenheid kunnen hinderen.

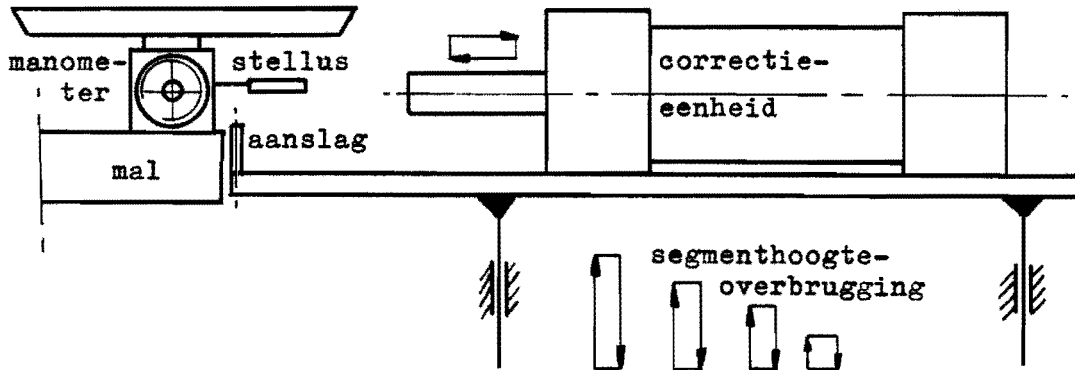
Resumerend zijn er drie criteria van toepassing op de correctie-eenheidbeweging:

- aanslag
- segmenthoogte (verschillend, door de gekozen opstelling)
- materiaalhinder



figuur 10
Subinstelling voor
vac. en druk/vac.

Er zijn zes mogelijkheden voor bovengenoemde beweging, nl. drie roterende en drie translerende. In bijlage 7a zijn deze t.o.v. de manometer geschetst en zijn de zes bewegingen getoetst aan de drie genoemde criteria. Mogelijkheid 6, een verticale rechtlijnige toevoer, blijkt de meest geschikte te zijn. (figuur 11).



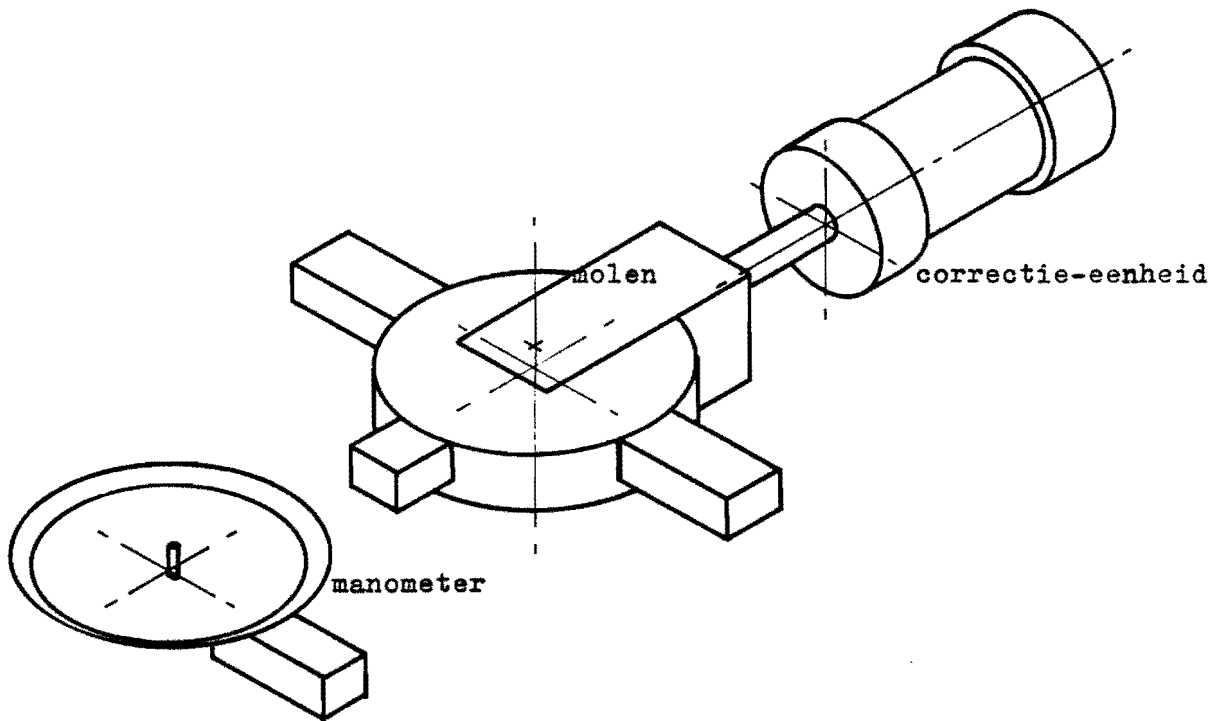
figuur 11

Toevoer v.d. correctie-eenh.

ad. 4.

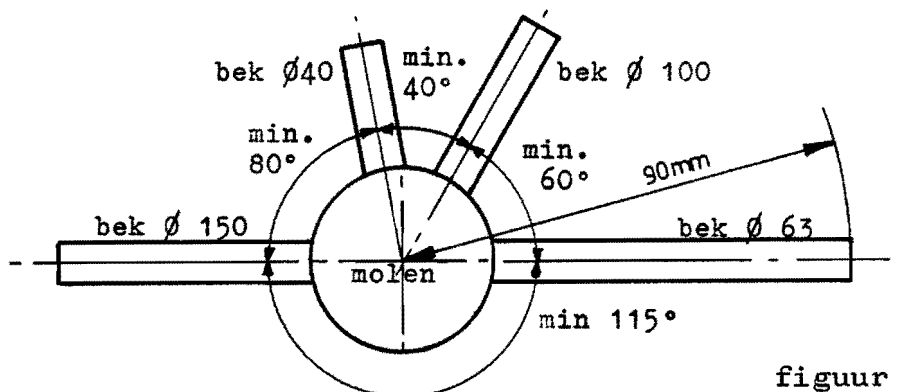
De eis, dat alle mechanieken gecorrigeerd moeten kunnen worden, en gezien het feit, dat alle vier mechanieken verschillend zijn en dan met name de tandsegmenten, resulteert in vier verschillende, specifieke correctiebekken. Deze zouden bij overgang naar een ander type manometer omgewisseld moeten worden. Er kan echter ook gedacht worden aan een molen, waarop deze bekken geplaatst zijn. Zodoende hoeft de molen alleen maar in de juiste stand gedraaid te worden.

Er zijn globaal drie manieren, waarop de bekken op een molen geplaatst kunnen worden. In bijlage 7b zijn ze weergegeven. Twee van de drie (enwel de molens 1 en 3) voldoen niet in verband met de reeds genoemde materiaalhinder. Molen 2 (figuur 12) is de beste oplossing.



figuur 12
Constructie v.d. molen

Daar bij mogelijkheid 2 materiaalhinder óók een probleem kan vormen, moeten de bekken zó geplaatst worden, dat de drie bekken, die niet gebruikt dienen te worden, niet in aanraking kunnen komen met de te ijken manometer. Wanneer, vooruitlopend op de constructieve uitwerking, aangenomen wordt, dat de langste bek, gemeten vanuit de hartlijn van de molen, 90 mm is, kunnen de minimaal toelaatbare hoeken tussen de bekken vastgesteld worden (figuur 13).



figuur 13
Minimale hoeken

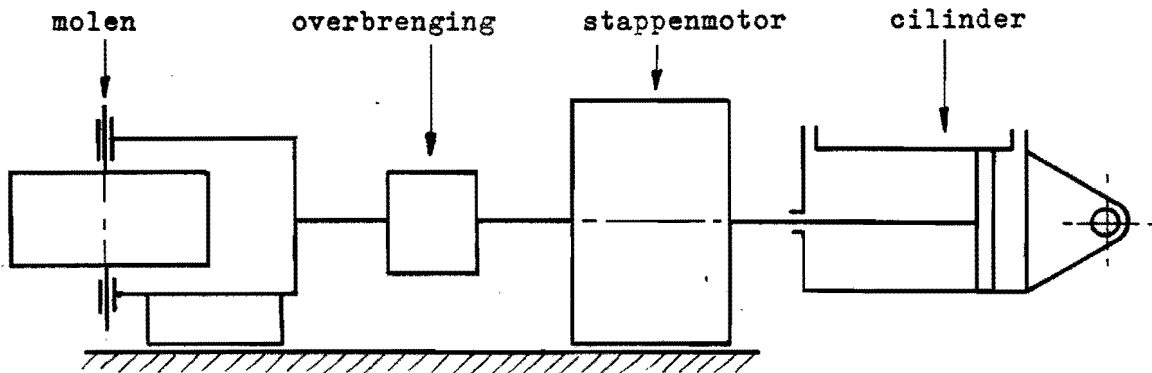
Ad. 5.

Ook voor de uitvoering van het mechanisme, dat de molen moet aansturen, zijn er verscheidene oplossingen. In bijlage 7c zijn er enkele geschetst. Daaruit blijkt, dat aan de indirecte uitvoering, d.w.z. een correctie door middel van een hefboomwerking, nogal wat bezwaren kleven.

Liever wordt daarom de direkte methode gekozen.

Mogelijkheid C verdient in eerste instantie de voorkeur, omdat mogelijkheid A als nadeel heeft, dat de stappenmotor een grotere massa moet verplaatsen (figuur 14).

De stappenmotor stelt zodoende de correctiegrootte in en de cilinder zorgt voor de benodigde kracht. Als de stappenmotor geen stappen vanuit een ingesteld nulpunt maakt en de cilinder wel bekrachtigd is, moet de bek precies tegen de stellus komen.



figuur 14
Principe van de
correctie-eenh.

Van belang bij het corrigeren zijn nog drie zaken:

1. kracht
2. elastische uitvering van de stellus bij $\varnothing 40$ en $\varnothing 63$.
3. correctiegrootte als functie van de fouthoek.

De kracht en de elastische uitvering zijn bepaald in een proefstand. Deze proefstand staat beschreven in bijlage 8.

ad. 1.

Door de druk op de cilinder langzaam te verhogen is het moment van plastische vervorming van de stellus vast te stellen. De minimale benodigde kracht op dit moment kan bepaald worden, door de druk te vermenigvuldigen met het oppervlak van de cilinder.

ad. 2.

De elastische uitvering wordt bepaald door op te meten, welke correctie de cilinder uit had moeten voeren en de correctie, die in werkelijkheid uitgevoerd is. Het verschil is dan de elastische uitvering.

ad. 3.

In bijlage 9 wordt de formule voor correctie afgeleid. Deze is:

$$X_{th} = A \times \frac{\Delta \phi}{\phi_{gew}}$$

waarbij X_{th} = correctiegrootte

A = karakteristieke maat van het tandsegment

$\Delta \phi$ = fouthoek

ϕ_{gew} = gewenste hoek tussen LD(LV) en HD(HV)

De correctiekracht is minimaal 100 N, terwijl de werkelijke correctie is:

$$X_w = X_{th} + X_{el}$$

waarbij $X_{el} = 0,4$ mm.

Resumerend: De correctie-eenheid bestaat uit een stappenmotor, die de totale berekende correctiegrootte instelt, en een cilinder, die met een minimale kracht van 100 N deze correctie in het mechaniek doorvoert. De hoeken worden gemeten door een systeem, hierna te behandelen.

3.5.2. Meten

De eisen, die voor het meetsysteem opgesteld kunnen worden, zijn:

1. Het meetsysteem moet instelbaar zijn in twee richtingen als gevolg van de gekozen basissituering: Door de nippelas op een lijn te leggen en een snijpunt van drukcorrectierichtingen te construeren, ontstaan zoals reeds eerder gezegd drie wijzer-spilposities. Deze posities verschillen door de mechaniekconstructie echter ook nog in hoogte.
2. Er moet een controlesysteem voorhanden zijn, om de instellingen terug te koppelen.
3. Ten behoeve van het hoekmeten wordt liever geen wijzer gebruikt, omdat deze steeds weer aan het begin van een ijkloop op LD(LV) gezet moet worden.
4. Een groot oplossend vermogen is gewenst i.v.m. de nauwkeurigheid van de meting.
5. De stand van LD(LV) moet wel herkend kunnen worden, omdat deze stand wezenlijke informatie voor het ijkproces inhoudt.
6. De meting moet niet te beïnvloeden zijn door de omgeving.
7. De bijbehorende electronica moet zo eenvoudig mogelijk zijn.
8. De kosten moeten zo laag mogelijk zijn.
9. In verband met een eventuele foutmelding door wrijving in het systeem moet deze zo laag mogelijk zijn.

Als hoekmeetsysteem zijn zes verschillende systemen onderzocht op grond van bovenstaande eisen. Een nadere uitwerking is gegeven in bijlage 10.

Uit bijlage 10 blijkt dat mogelijkheid 5 ook na een gevoeligheidsanalyse, als beste van de zes genoemde alternatieven uit de bus

komt. In dit geval is het een inkrementele (= relatieve) pulsgever gekozen, omdat dan op LD(LV) een resetsignaal aan de pulsteller gegeven kan worden, zodat de teller zonder veel moeite weer opnieuw kan beginnen. De pulsgever hoeft dus tijdens het ijken niet ge- en ontkoppeld te worden om LD(LV) te herkennen.

Er zijn drie zaken, die overwogen dienen te worden bij de conceptvorming van het koppelmechanisme tussen de pulsgever en de wijzerspil:

1. De plaats van de wijzerspil ligt niet eenduidig vast door montagefouten. Het koppelmechanisme zal zo uitgevoerd moeten zijn, dat het de uitlijnfout op kan vangen.
2. Bij het koppelen mag beslist geen axiale kracht uitgeoefend worden op de wijzerspil, omdat de daardoor ontstane wrijving vooral bij vacuum- en bij lage drukmeters tot foutaanduiding van de wijzer leidt. De koppeling mag dus pas gesloten worden, wanneer deze over de wijzerspil geschoven is.
3. Het koppelmechanisme moet een zo laag mogelijke massa-traagheid hebben om een "rustige" meting te bewerkstelligen (m.a.w. zo weinig mogelijk slingeringen om een evenwichtsstand).

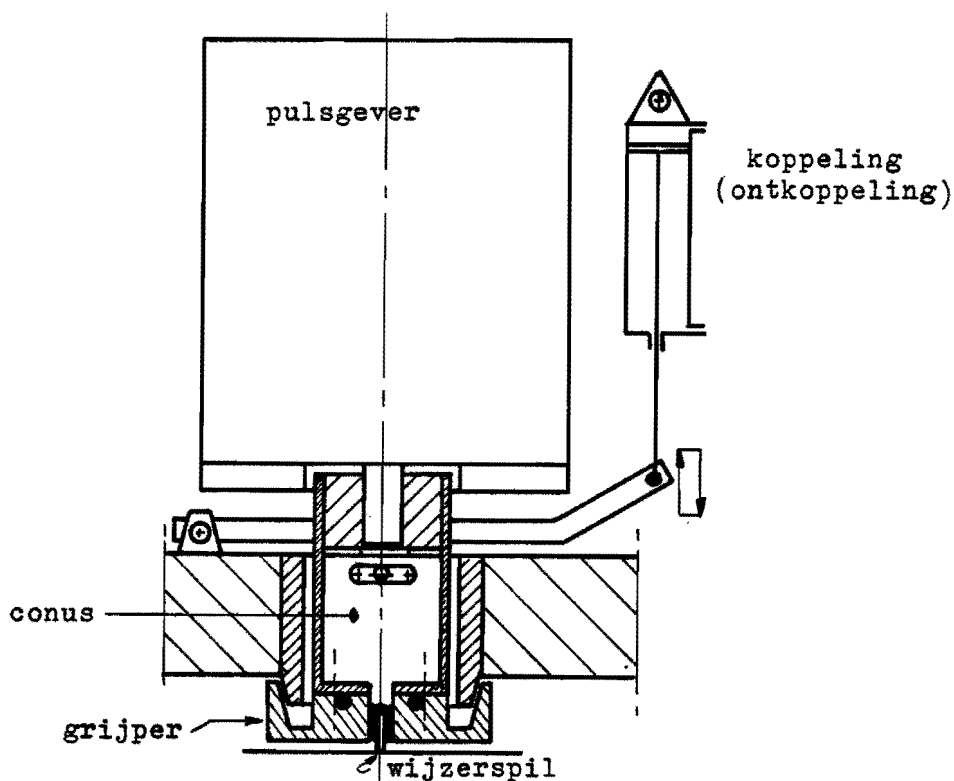
Er zijn twee soorten koppelingen, nl. vormgesloten en krachtgesloten koppelingen. Aan de vormgesloten koppelingen wordt bij rotatorische elementen, zoals de wijzerspil, niet gedacht.

Krachtgesloten koppelingen kunnen zijn:

1. spandoorn
2. grijper
3. klauwplaat
4. verende klem (mechanisch)
5. verende klem (rubber o-ring)

Principeschetsen en verdere uitwerking staan in bijlage 11.

De drie eisen, opgesteld voor de koppeling, toegepast op de vijf principe-oplossingen, leiden tot een voorlopige keuze. Als koppelmechanisme wordt voor een grijper gekozen, die door een uitwendige conus bediend wordt (bijlage 11 opl. 2C of figuur 15).



figuur 15
Hoekmeetsysteem

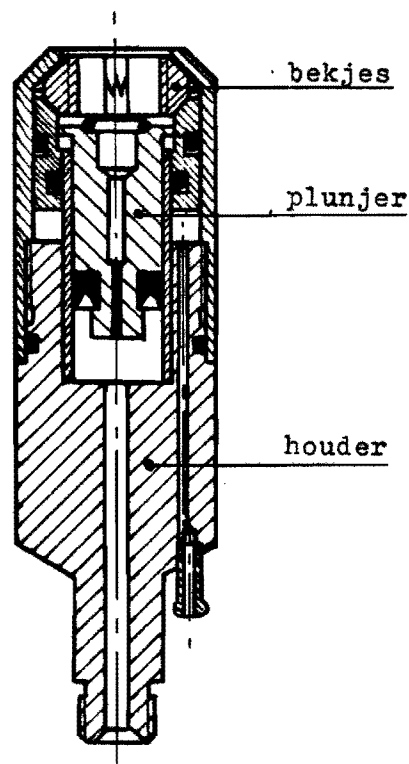
3.5.3. Houder toevoeren

De houder, die op dit moment bij het handijken gebruikt wordt, heeft twee functies inzicht, nl. het fixeren van de manometer en het toelaten van het medium onder druk. Het fixeren gebeurt op de draad van de nippel. Aangezien deze draad in verscheidene verschijningsvormen voorkomt, zoals metrische draad, gasdraad, BSP, NPT, tapse draad etc., zijn daarbij sets klembekjes aanwezig, aangepast aan de draad, die, steeds als de draad verandert, ook uitgewisseld moeten worden. Deze klembekjes worden bediend met perslucht van ongeveer 8 bar.

Zo'n houder is in figuur 16 getekend.

Een groot nadeel, wat bij het handijken op dit moment onvermijdelijk is, wordt meteen duidelijk. Het omschakelen van het ene type draad naar een ander type is nogal omslachtig. Om dat probleem te omzeilen, moet op een andere plaats gefixeerd worden. Bv. op een plaats, die bij alle manometers voorkomt. Dan is alleen een aandrukkracht van de houder nodig, die groter is dan de reactiekracht als gevolg van de druk op de manometer. Dit is nodig om een goede

afdichting op de onderkant van de nippel te bereiken. Bij de houder uit figuur 16 wordt dit bereikt door een plunjer, die onder invloed van druk omhoog bewogen wordt. De opwaartse kracht is door de druk op een groter oppervlak groter dan de neerwaartse reactiekracht. Echter levert dit systeem bij twee drukbereiken moeilijkheden op. Bij vacuummeters ontstaat geen opwaartse kracht en bij LD-meters (tot 1 bar) is de druk niet toereikend om de wrijving t.g.v. afdichting te overwinnen. Dit probleem kan opgelost worden door, ongeacht welk drukbereik toegepast wordt, de houder toe te voeren en aan te drukken door een cilinder, die onafhankelijk van de manometerdruk bekrachtigd wordt. Als deze aandrukkracht voldoende is, bestaat er altijd genoeg afdichting. Hierbij zijn twee zaken belangrijk:



figuur 16
Houder

1. reactiekracht a.g.v. de werkdruk, opvangen.
2. voldoende afdichting, rekening houdend met een eventuele scheefstelling van het ondervlak van de nippel t.o.v. de afdichting.

Ad. 1.

Er is reeds over een cilinder gesproken, die de houder toe moet voeren en die voldoende afdichting kan bewerkstelligen. Er zijn drie manieren:

1. Een standaard cilinder, bediend door 8 bar.

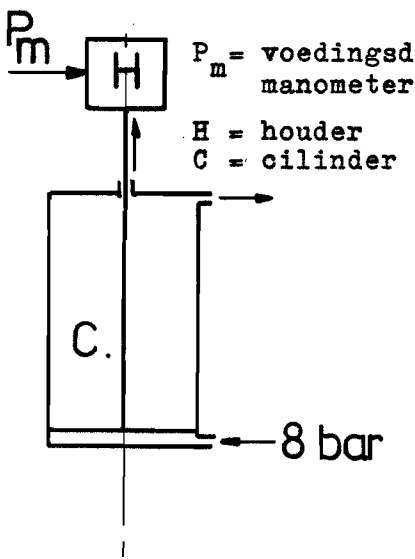
De minimale maat van dat deel van de houder, dat op de nippel afdicht, moet groter zijn dan de maximale maat van de pakkingzoeker. Deze maximale maat komt voor bij een nippel $\varnothing 22$ mm en $d_{pak} = 5,8$ mm. De werkelijke oppervlakte, waarop de druk werkt,

zal waarschijnlijk iets groter zijn: $d_{\text{pak}} = 6 \text{ mm}$. De maximale druk, die op kan treden is 1000 bar. De reactiekracht t.g.v. deze druk op bovengenoemd oppervlak van 6 mm doorsnede is 2827 N. Bij bediening door perslucht van 8 bar, moet de werkzame doorsnede van de cilinder minimaal 68 mm zijn (figuur 17 en bijlage 12).

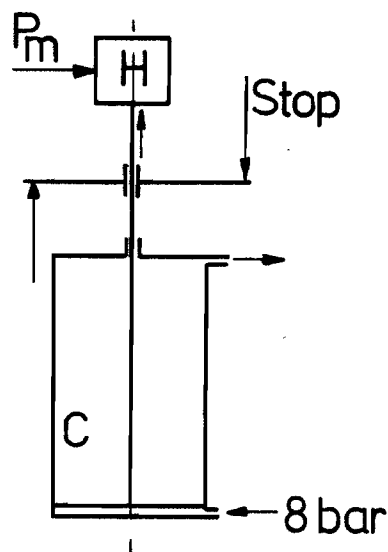
2. Een stopcilinder.

Deze cilinder is opgebouwd uit een standaard cilinder bediend door 8 bar, en een vergrendelingsmechanisme (figuur 18). Het vergrendelingsmechanisme bestaat uit een ring, waardoor de zuigerstang beweegt. Wanneer deze ring bewust schief gesteld wordt, wordt de zuigerstang a.h.w. geborgd tegen beweging. De zgn. houdkracht is vele malen groter dan de kracht door de cilinder te leveren bij 8 bar (bijlage 13). Daardoor kan de cilinder veel kleiner uitgevoerd worden dan bedoeld in 1. De cilinder voert de houder toe, dicht af en wordt vervolgens vergrendeld, waardoor de reactiekracht opgevangen kan worden.

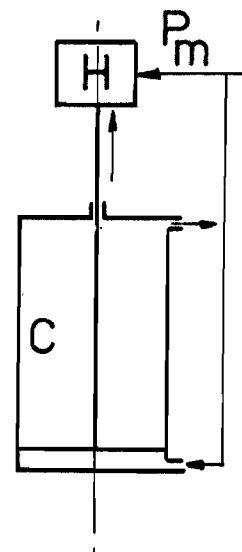
3. Een derde mogelijkheid is het plunjerprincipe uit de houder in figuur 16 toe te passen (figuur 19).



figuur 17
Standaardcilinder



figuur 18
Stopcilinder



figuur 19
Plunjer

Ad. 2.

De afdichting is te bereiken op de volgende wijzen:

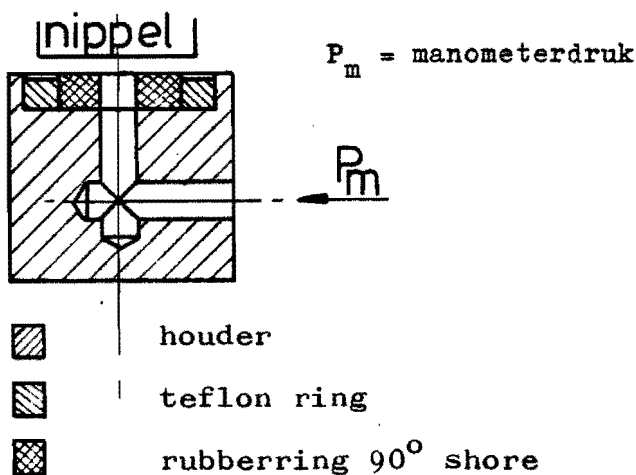
1. Een rubberring, ingebed in teflon (figuur 20). De rubberring laat scheefstelling tussen het ondervlak van de nippel en de houder toe zonder afdichting te verliezen. De rubberring moet echter wel in teflon ingebed worden, om niet onder invloed van de hoge druk tussen de nippel en de houder uitgeblazen te worden.
2. De afdichting met een o-ring is in de praktijk van de E.N.F.M. al jaren met goed resultaat toegepast. Echter de o-ring laat geen scheefstelling toe. Er moet dus een mechanisme toegepast worden om een eventuele scheefstelling op te vangen (figuur 21).

Resumerend: - Een standaard cilinder levert altijd een hoge kracht, ook als het niet nodig is.

- Stopcilinders zijn erg duur.

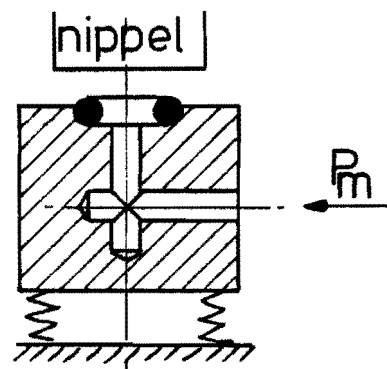
- Een plunjer is een beproefd systeem, dat goed voldoet en die een van de werkdruk afhankelijke tegenkracht levert. Er zijn echter extra maatregelen nodig voor vacuum- en lage drukmanometers (≤ 2 bar). Zie ook figuur 16.

- Beide afdichtmogelijkheden kunnen volgens verschillende deskundigen voldoen, maar er is in overleg met de E.N.F.M. voor een o-ring-afdichting gekozen.



figuur 20

Rubberringafdichting



figuur 21

O-ring-afdichting

3.5.4. Wijzer plaatsen

Zoals zoveel onderdelen in de manometermontage, komt ook de wijzer in veel verschillende maten en soorten voor. Er moeten zoveel maten zijn, omdat manometers in allerlei verschillende diameters te koop zijn. Daarbij komt nog, dat men kan kiezen tussen een vast gemonteerde wijzer of een verstelbare. De wijzer zelf (zonder voorge-monteerde wijzerbus) is in alle gevallen gelijkvormig, maar komt in 8 verschillende groottes voor. De wijzerbus heeft 6 verschillende verschijningsvormen. Dat wil echter niet zeggen, dat er 6 maal 8 = 48 combinaties zijn, want één bepaalde wijzerbus past maar bij één bepaalde wijzer. In tabel 2 is aangegeven, welk type bus bij welke wijzer past.

Tabel 2

Wijzertypen

Wijzer	Wijzerbus	
	vast	verstelbaar
∅ 40	x	
∅ 50	x	
∅ 60	x	x
∅ 63	x	x
∅ 80	x	x
∅ 100	x	x
∅ 150	x	x
∅ 160	x	x

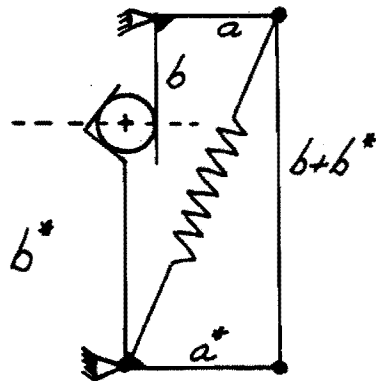
x x

dezelfde bus voor een
andere wijzer

Het grote nadeel, dat zich hierbij voordoet voor wat betreft de mechanisatie, is dat er geen gemeenschappelijk kenmerk (i.e. maat) in de wijzerrange aanwezig is. Hierdoor zal het moeilijk zijn met één mechanisme alle wijzers toe te voeren en dan zodanig, dat de wijzer boven de wijzerspil gepositioneerd is. Omdat uit figuren 9 en 10 blijkt, dat er drie wijzerspilposities zijn, zal ook 't wijzertoevoermechanisme instelbaar moeten zijn.

Een tang, die een relatief grote range van diameters kan vast-

grijpen, is schematisch weergegeven in figuur 22. De afmetingen van de hefboomen moeten wel aan een bepaalde voorwaarde voldoen, om bij variatie van diameters, de wijzerbusas toch op dezelfde plaats te houden.



$$b/a = (b^*/a^*) \times \frac{1}{2}\sqrt{2}$$

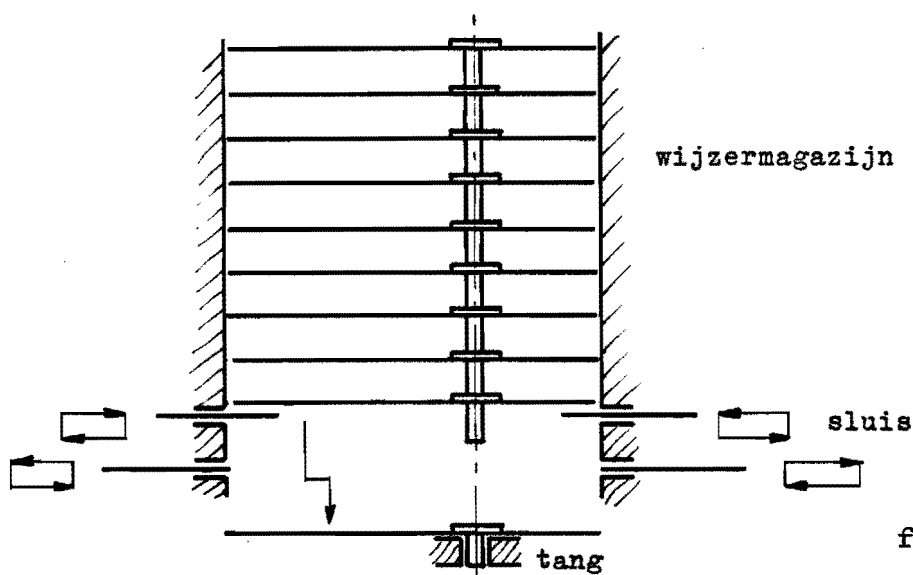
figuur 22
Wijzertang

Met een tang volgens bovenstaande konstruktie kunnen alle mogelijke wijzers uit de resp. magazijnen gepakt worden en met de bus hartlijn precies boven de wijzerspil gebracht worden. Daar de spil iets taps is gemaakt, mag een zekere afwijking toegestaan worden (0,075-0,1 mm). Binnen deze tolerantie "zoekt" de wijzerbus zijn positie op de wijzerspil. Een andere mogelijkheid zou een magnetische grijper kunnen zijn, ware het niet, dat de wijzer met bus niet magnetisch is.

Alle wijzers dienen in geordende voorraad in de machine aanwezig te zijn. Dit is mogelijk door de resp. magazijnen op een draaiplateau of schuif te monteren, zodat die wijzer, bestemd voor montage, gemakkelijk boven de tang ingesteld kan worden. Signaalgevers koppelen dan terug welke wijzer dat is. De wijzers zijn in theorie op verscheidene manieren in voorraad te houden (bijlage 14):

1. Om en om op het zijvlak
2. Op het zijvlak in dezelfde richting
3. Hangend op rails
4. Gestapeld op de bussen

De stapeling volgens mogelijkheid 4 is de meest stabiele. Deze stapeling is weergegeven in figuur 23.



figuur 23
Wijzermagazijn

3.6. Concept

Wat betreft de belangrijkste onderdelen van de toekomstige machine, kan men nu een eerste concept opstellen.

1. De correctie-eenheid als geheel wordt via een verticale rechtgeleiding toegevoerd.
2. De correctie-eenheid bestaat uit een cilinder, die de benodigde kracht voor de correctie levert en een stappenmotor, die de correctiegrootte instelt.
3. De verschillende bekken zijn op een molen gemonteerd, waarin de geometrierverschillen verwerkt zijn.
4. De houder bestaat uit een aansluitstuk, die het medium onder druk toelaat tot de manometer en voor de benodigde afsluiting zorgt, en een plunjer, die de benodigde aandrukkracht levert.
5. Het meetsysteem is een inkrementele pulsgever, die via een uitwendig bediende elastische koppeling krachtgesloten verbonden is met de wijzerspil.
6. De wijzers zijn als geordende voorraad in magazijnen op een instelbaar plateau aanwezig.

koppelstang vrij spiraalveer span

voorwaarde

BEGIN IJKEN

transport

manometer plaatsen

positioneren/fixeren

houder toevoeren

hoekmeter toev.

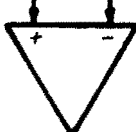
houder sluiten

LD

reset $\varphi = 0^\circ$

HD $\rightarrow \varphi = \alpha^\circ$

gewenst bij HD: $\varphi = \alpha_g$



$\Delta \varphi = \alpha - \alpha_g$

>|klasse|, B=0

grootte van $\Delta \varphi$

<|klasse|, B=1

hoekmeter toev.



wijzer

wijzer bus

vastpersen

ontluchten

houder openen

houder weg

defix-/positioner

manometer weg

IJKSCHEMA ALS BASIS VOOR MACHINEONTWERP.

figuur 24
Flow-chart voor
nieuw ijkproces

7. De wijzertang is een passief positionerende inrichting, die een relatief grote range van diameters kan klemmen.
8. Alle instelbare functies hebben een terugkoppelend controlesysteem, waardoor alle tezamenhorende onderdelen toegevoerd en geijkt kunnen worden. Een isometrische projectie van het voorlopige concept is getoond in bijlage 15.

Het ijkproces behoeft een vaste volgorde van functies, die uitgevoerd moeten worden, teneinde een manometer goed te ijken. De functies en de functievolgorde zijn weergegeven in figuur 24 en bijlage 16.

Het verband tussen de signaalgevers enerzijds en de functies zelf anderzijds (c.q. logische functies) kan men verwerken in een logische schakeling. Door beproeving op de Programmable Logic Controller kan men een indruk krijgen van de cyclustijd van een te ijken manometer. Globaal kan gezegd worden, dat de tijd, nodig voor een ijkloop 15 sec. is en dat voor de rest van het programma 25 sec. nodig is. Het bewegingsplan, ontstaan uit figuur 24, de logische functies en het bijbehorende ladderdiagram staan in bijlage 17.

3.7. Konklusie

Vanuit alle principes moet nu gezocht worden naar reële constructieve oplossingen. De wegen hiervoor zijn aangegeven.

De toepassing van een éénstationsmachine, zoals beschreven in bijlage 15 is waarschijnlijk niet haalbaar, omdat de totale cyclustijd met één ijkloop al precies aan de gestelde eis van $t_c = 40$ sec. zit. Er zijn misschien meerdere ijkloops nodig, waardoor die eis niet meer haalbaar is.

4. MACHINEVORM

4.1. Inleiding

In hoofdstuk 3 is vastgesteld, dat een éénstationsmachine waarschijnlijk niet voldoet. In het navolgende wordt onderzocht, welke machinevorm voor het ijkproces beter geschikt is. Niet alleen het corrigeren en het plaatsen van de wijzer, maar ook het reeds genoemde spiraalveer spannen zijn handelingen die voorkomen. Andere handelingen zijn, voorcorrectie bij critische meters en borging van de schroefinstelling bij mechanieken \emptyset 100 en \emptyset 150. Deze handelingen zullen nader beschreven worden in bijlage 19.

4.2. Keuze van machinevorm

Er zijn vier machinevormen, die voor de bovengenoemde situatie geschikt kunnen zijn:

- éénstationsmachine
- draaitafel
- carrousel
- lijnmaschine

In bijlage 18 zijn deze vier machinevormen nader uitgewerkt. Op grond van de verscheidene criteria zijn er twee machinevormen, die het meest geschikt zijn. Dit zijn de draaitafel en de carrousel.

Vooruitlopend op de constructie, blijkt de carrousel drie nadelen te hebben, die niet van toepassing zijn op een draaitafel:

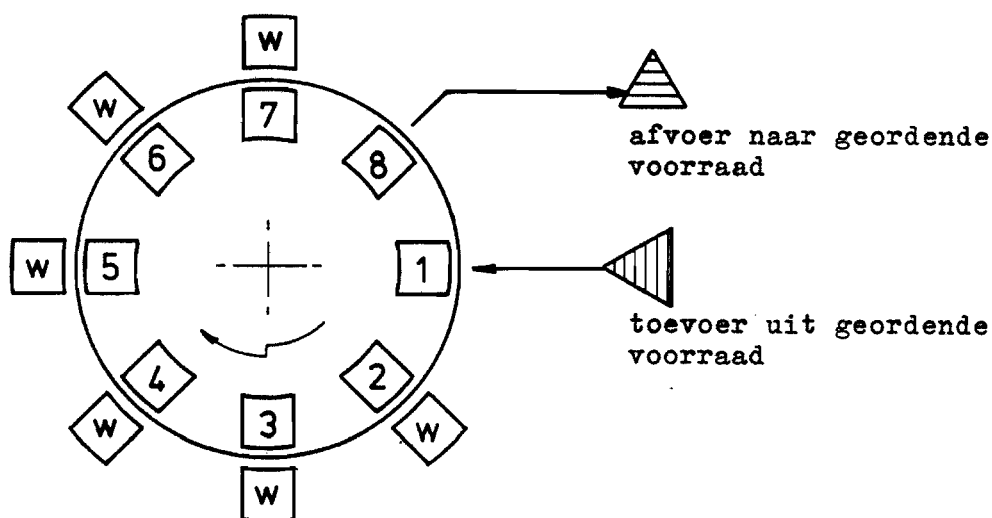
- Fixatie/positionering van de draagblokken is moeilijker. Elk draagblok moet gepositioneerd worden. Een draaitafel met draagblokken wordt als geheel gepositioneerd c.q. gefixeerd.
- Er is een ingewikkeld mechanisme nodig, om de draagblokken van de ene rechtgeleiding over te zetten op een andere rechtgeleiding, waarover de draagblokken geretourneerd worden naar de operator. Bij een draaitafel doorloopt het draagblok door de staprust-beweging van de draaitafel de cyclus om vervolgens weer op de beginpositie terug te komen.

-In de constructie was géén plaats om een geschikte transportbaan (i.e. rechtgeleiding) te verkrijgen. De draaitafel kan rond de hartlijn gelagerd worden, zodat de draagblokken a.h.w. in de werkblokken gestoken worden.

De uiteindelijke keuze is hierdoor gevallen op een draaitafel.

4.3. Concept

In bijlage 19 en 20 is het concept weergegeven voor de draaitafel met werk- en draagblokken. Hieruit blijkt, dat er 7 werkblokken nodig zijn. Omdat het gebruikelijke aantal draagblokken op een draaitafel 4, 6, 8, 12 etc. is, is op een draaitafel met 8 draagblokken een vacante plaats voorhanden. Deze kan eventueel gebruikt worden, als uitbreiding van het ijkproces gewenst is (figuur 25).



w = werkblokken
1 t/m 8 = draagblokken

figuur 25
Principe van de
draaitafel

5. PROEFOPSTELLING

5.1. Inleiding

Op grond van de definitieve opdrachtomschrijving uit paragraaf 2.5. is, in overleg met het bedrijf, besloten het ijkwerkblok uit het uiteindelijke concept tot een ontwerp uit te werken. De eis, dat dit ontwerp zó moet zijn, dat het ijkblok nu als ijkhulpgereedschap kan dienen, maar later ook in een geautomatiseerde montagelijng gebruikt kan worden, moet hierbij in acht genomen worden.

De onderlinge opstelling van de verschillende typen manometers, zoals gekozen in hoofdstuk 3, figuur 9, leidt bij het ontwerpen van het werkblok tot een scala van maten. Deze maten, aangegeven in bijlage 21, liggen aan het ontwerp ten grondslag.

In de navolgende paragrafen worden constructieve aspecten van het ijkwerkblok behandeld.

5.2. Correctieslede

De correctieslede bestaat globaal uit een molen met de specifieke bekken, een cilinder, een stappenmotor en de overbrenging daartussen. Dit alles is gemonteerd op een instelbare slede. Zoals al eerder gesteld is, moet deze slede instelbaar zijn voor het ijken van zowel druk-, als vacuum- en druk/vacuummeters.

1. Molen met specifieke bekken

Bij het corrigeren spelen drie geometrische feiten een rol:

- Uit bijlage 21 blijkt, dat de tandsegmenten bij de gekozen opstelling niet op dezelfde hoogte boven de nippelas liggen. In subpar. 3.5.1. is gekozen voor een verticale toevoer van de correctie-eenheden. Daarmee kon bovengenoemd hoogteverschil overwonnen worden, Deze toevoer moet dan echter een variabele slaglengte hebben. Dit is een extra instelling, en dus een nadeel. Het is veel eenvoudiger om dit hoogteverschil te verwerken in

de constructie van de molen. Daardoor is een constante slag van de toevoer mogelijk.

- Er is reeds eerder gesteld, dat geen correctie doorgevoerd wordt in het tandsegment, wanneer de stappenmotor géén stappen heeft gemaakt en de cilinder wèl bekrachtigd is. In deze situatie raakt de correctiebek het tandsegment juist. Deze positie is specifiek voor de verschillende mechanieken. Dus de afstand van deze positie tot het geconstrueerde snijpunt is óók specifiek voor een mechaniek. Zie bijlage 21.

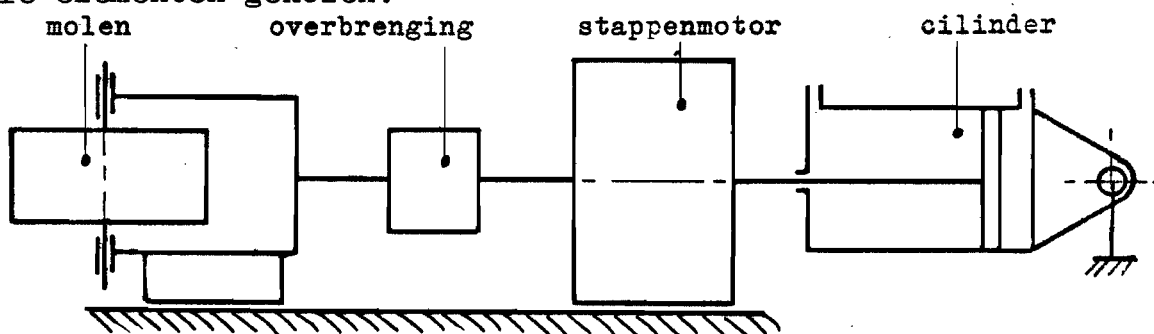
Omdat de correctie-eenheid draaibaar is om bovengenoemd snijpunt, moet de zgn. nulcorrectie (d.w.z. het juist raken van de correctiebek aan het tandsegment) instelbaar zijn. Er is echter geen extra (nadelige) instelling nodig, als deze afstandsverschillen verwerkt worden in de lengte van de correctiebekken.

- De hoeken tussen de verschillende bekken kunnen naar eigen inzicht veranderd worden, zolang ze maar aan de voorwaarden uit subpar. 3.5.1. voldoen.

Het bovenstaande is geïllustreerd in bijlage 22.

2. Cilinder/stappenmotor/overbrenging

In principe was voor de volgende opstelling van de genoemde functie-elementen gekozen.



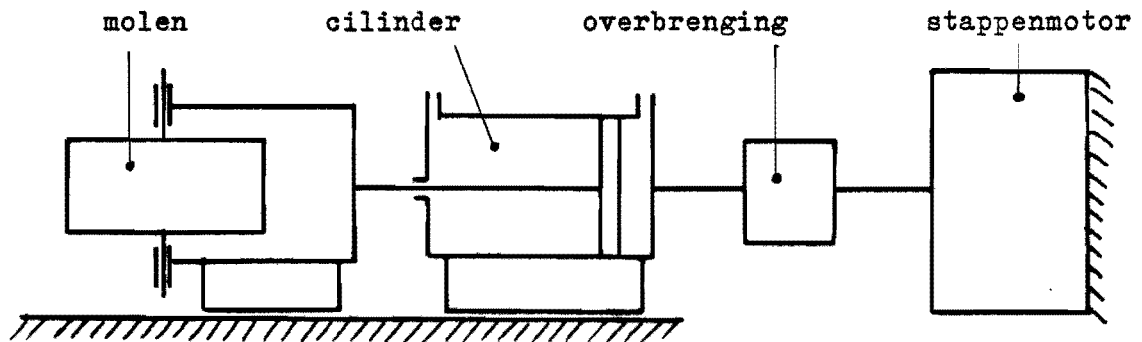
figuur 26

Opstelling functie-elementen

Deze opstelling werd, eenmaal uitgewerkt tot een constructie, vrij omvangrijk, zowel in hoogte als in lengte. Daarbij kwam nog, dat de krachtdoorleiding ongunstig was. Getracht moest worden, om de

krachtlijn zo vloeiend mogelijk te laten verlopen en daarbij toch zo klein mogelijk te construeren.

Uiteindelijk resulteerde dit in een constructieve oplossing, gebaseerd op de tweede mogelijkheid, schematisch weergegeven in figuur 26 a.



figuur 26 a

Opstelling functie-elementen

Een aspekt, wat ook bij de molenconstructie naar voren kwam, is mogelijk te combineren met de constructie van de correctie-eenheid. Bedoeld wordt de verticale toevoer. Twee mogelijke problemen, nl. segmenthoogte en materiaalhinder (par. 3.5.1.) zijn al opgelost in de molenconstructie. Twee andere, het aanbrengen van de aanslag achter de stellus van $\varnothing 40$ - en $\varnothing 63$ - mechanieken en het weghalen van de molen uit de transportzone van de manometer, worden bereikt door verticale toevoer. Deze laatste problemen kunnen eenvoudiger worden opgelost: De slag van de cilinder kan vergroot worden, om zodoende de hele molen met bekken uit de transportzone te halen. Hierdoor wordt een extra functie in de latere besturing en een rechtgeleiding overbodig.

De aanslag zal dan in de draagblokken verwerkt moeten worden. In bijlage 23 zijn enkele berekeningen, die van toepassing zijn op de overbrenging tussen cilinder en stappenmotor, weergegeven. Het betreft de nauwkeurigheid van de correctiegrootte en het opvangen van de correctiekracht door de stappenmotor.

3. Instelbare slede

Zoals bekend, moet het correctiesysteem (cilinder + stappenmotor) zowel druk-, vacuum- en druk/vacuummeters kunnen corrigeren. Gebleken is, dat het grootste deel van de te ijken meters, drukmeters zijn. Binnen deze "drukgroep" kan de instelling gemakkelijk gerealiseerd worden. Dit geschiedt door verdraaiing van een slede waarop het correctiesysteem gemonteerd is. Echter het overige gedeelte (vac. en druk/vac.), moet ook geijkt kunnen worden. Deze extra instelling kan op drie manieren gerealiseerd worden:

1. een subinstelling op de drukinstelling
2. een parallellograminstelling
3. drukinstelling in combinatie met besturing

Uit bijlage 24 wordt duidelijk, waarom oplossing drie de beste is. Deze is kort beschreven:

De stand van het tandsegment van de belaste vacuuummeter komt ongeveer overeen met de onbelaste stand van een drukmetersegment. Wanneer de drukmeters onbelast geijkt worden en de vacuummeters belast geijkt worden, behoeft dit géén extra instelling. Blijven over de druk/vacuummeters. De stand van het tandsegment in onbelaste toestand ligt ergens tussen de onbelaste standen van 100%-druk en 100%-vacuummeters. Dit soort meters worden geijkt m.b.v. de hulppunten LD en HD (beide DRUK). Om de stand van het tandsegment op het moment van corrigeren samen te laten vallen met de segmentstand van belaste vacuummeters en onbelaste drukmeters, moet, nadat bij druk de fouthoek gemeten is, vacuum gezogen worden. Hierna kan gecorrigeerd worden. Door deze gang van zaken per groep in de besturing vast te leggen, blijft de instelling zeer eenvoudig; nl. een rotatie om het eerder genoemde snijpunt.

De uiteindelijke constructie van de correctieslede is weergegeven in bijlage 25.

Opmerking: De bekken zijn zo uitgevoerd, dat alleen een positieve correctie doorgevoerd kan worden; m.a.w. de hefboom van het tandsegment kan alleen kleiner gemaakt worden. Hierdoor moet altijd vanuit de onderzijde van het punt HD (HV) naar HD(HV) gecorrigeerd worden. Er moet dus voor gezorgd worden, dat de correctie niet te groot is.

5.3. Meeteenheid

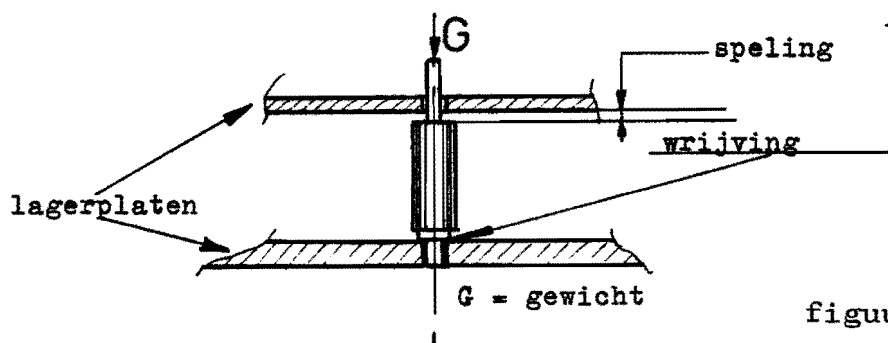
In subpar. 3.5.2. is voor het meetsysteem reeds het principe voor een constructieve oplossing weergegeven. Ook de koppeling is geconcipieerd.

- Echter twee zaken beïnvloeden de meting nadelig, nl. massatraagheid en wrijving door uitoefening van een axiale kracht op de wijzerspil. Massatraagheid heeft een slingering rond een bepaalde drukstand tot gevolg, welke groter wordt naarmate de massatraagheid groter wordt; wrijving geeft een foutstelling van de wijzer (reproduceerbaarheid is niet gegarandeerd).

Deze twee mogelijke problemen waren aanleiding tot een proefneming, waaruit de invloed van beide geanalyseerd kon worden. De proefopstelling is beschreven in bijlage 26.

Uit deze proef konden twee konklusies getrokken worden:

1. De massatraagheid kan opgevoerd worden tot $0,4 \text{ kgmm}^2$.
2. De wrijving tussen de rug van de wijzerspil en de lagerplaat moet opgeheven worden (figuur 27). Dit kan door de wijzer iets op te lichten.

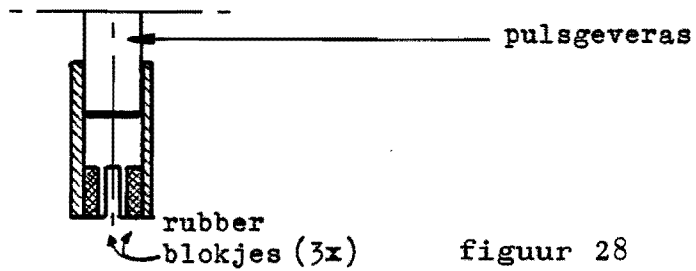


figuur 27

Lagering van de
wijzerspil

ad. 1

Er moest een pulsgever gevonden worden met een koppeling, waarvan de totale massatraagheid kleiner is dan $0,4 \text{ kgmm}^2$. Omdat de wijzerspil toch opgelicht moet worden, kan de koppeling veel eenvoudiger uitgevoerd worden dan eerst het geval was. Gekozen wordt voor de koppeling uit bijlage 11 nummer 4. (figuur 28).



figuur 28
Koppeling

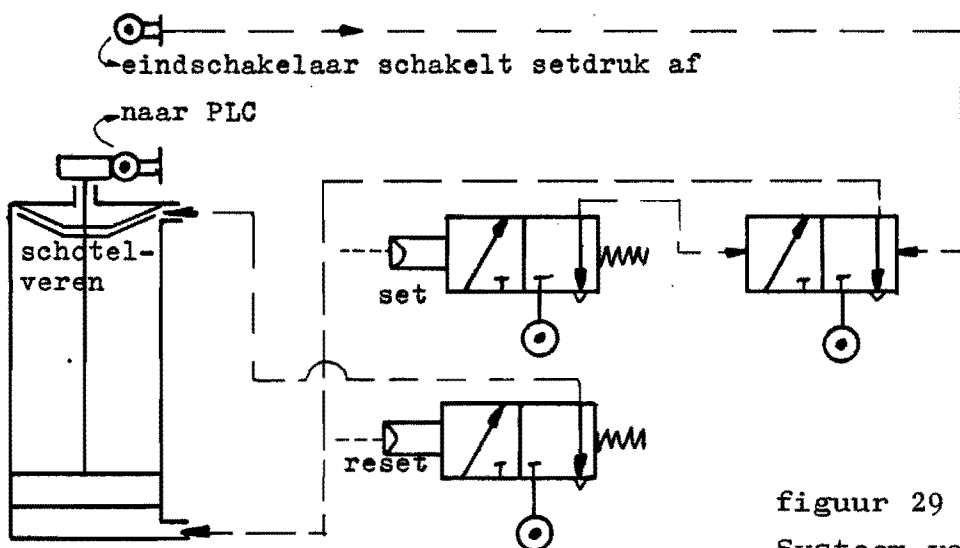
Om te koppelen is een axiale kracht echter wel noodzakelijk.

ad. 2

Het oplichten van de wijzerspil en daarmee de eliminering van wrijving in het mechaniek kan op twee manieren:

1. Het omhoogdrukken met een kogeltje, zoals in bijlage 26 is beschreven.
2. Het systeem, dat de pulsgever moet toevoeren vanuit rustpositie naar de wijzerspil, zó uitvoeren, dat deze na gekoppeld te zijn, 0,05-0,15 mm teruggetrokken wordt.

De grootte van terugtrekking moet tussen 0 en 0,2 mm liggen. Meer dan 0 mm, omdat anders in de onderste lagerplaat wrijving optreedt. Minder dan 0,2 mm, omdat anders wrijving in de bovenste lagerplaat ontstaat. Dit is onder andere mogelijk door toepassing van het systeem, beschreven in figuur 29.

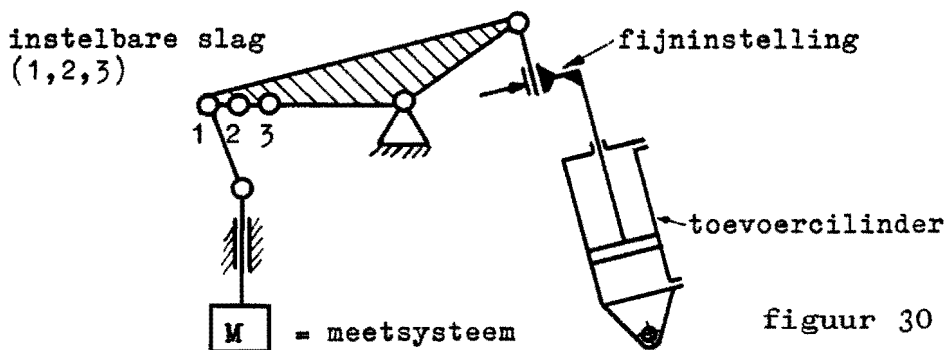


figuur 29
Systeem voor het liften
van de wijzerspil

Een signaal uit de besturing (setsignaal) bekrachtigt de cilinder. Wanneer de pulsgever gekoppeld is met de wijzerspil, schakelt de pulsgevertoevoer zelf, door bediening van een eindschakelaar, de "set"-druk af. Een schotelverenpakket in de cilinder duwt de zuigerstang terug. Het afvoeren en ontkoppelen van de pulsgever wordt verkregen door een signaal uit de besturing (resetsignaal).

Oplossing 2 zal worden toegepast in de constructie.

- Een geometrisch probleem volgt uit bijlage 21. De onderlinge opstelling geeft drie wijzerspilstanden, die ook in hoogte boven de nippelas verschillen. Dit heeft tot gevolg, dat bovenbeschreven meetsysteem instelbaar moet zijn. Dit kan op vier manieren, die in bijlage 27 zijn beschreven. Hieruit volgt, dat oplossing 3 het meest geschikt is. Omdat deze oplossing, wat betreft maatvoering, niet helemaal in de hand te houden is, moet een fijne nastelling mogelijk zijn. Dit is verkregen door gebruik te maken van de spoed op de zuigerstang. De zuigerstang kan nl. in het cilinderhuis verdraaid worden (figuur 30). De constructie van het meetsysteem is weergegeven in bijlage 28.



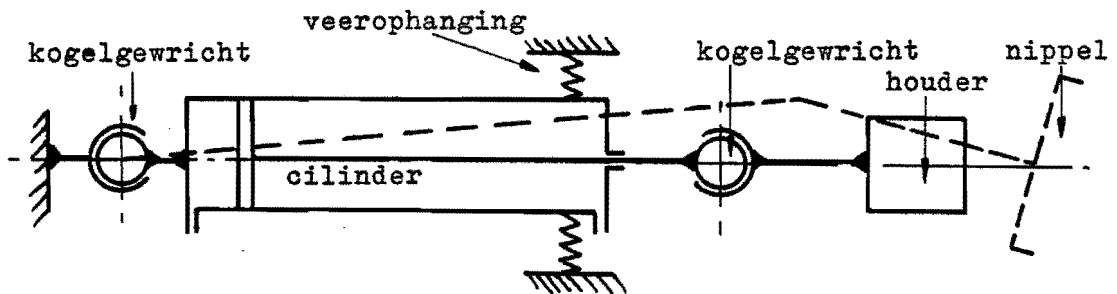
figuur 30
Hoogteinstelling

5.4 Houder c.q. druk toevoeren.

Het principe van afdichting en toevoer is in subpar. 3.5.3. reeds gegeven. Tevens is er gesproken over een mechanisme, dat een eventuele scheefstelling tussen nippelondervlak en houder op moet vangen. Dit kan op vier manieren:

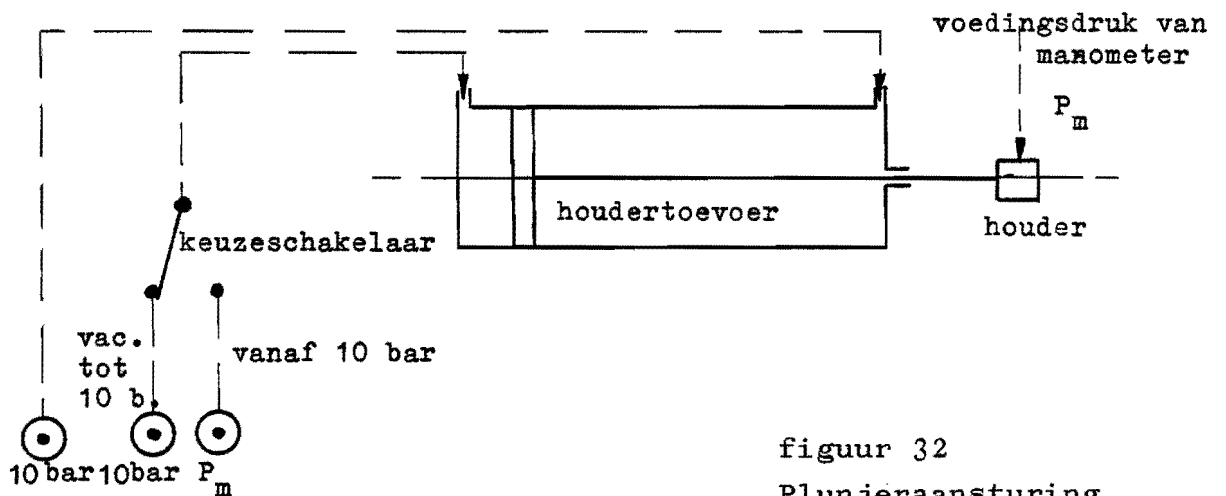
1. Stangenmechanisme
2. Kogelgewrichten
3. Elastisch opgehangen cilinder
4. Elastisch opgehangen houder

Alle 4 oplossingen zijn in bijlage 29 verwerkt. Uiteindelijk is gekozen voor de kogelgewrichten. Het totale concept voor de houder wordt dan, zoals in figuur 31 getekend is.

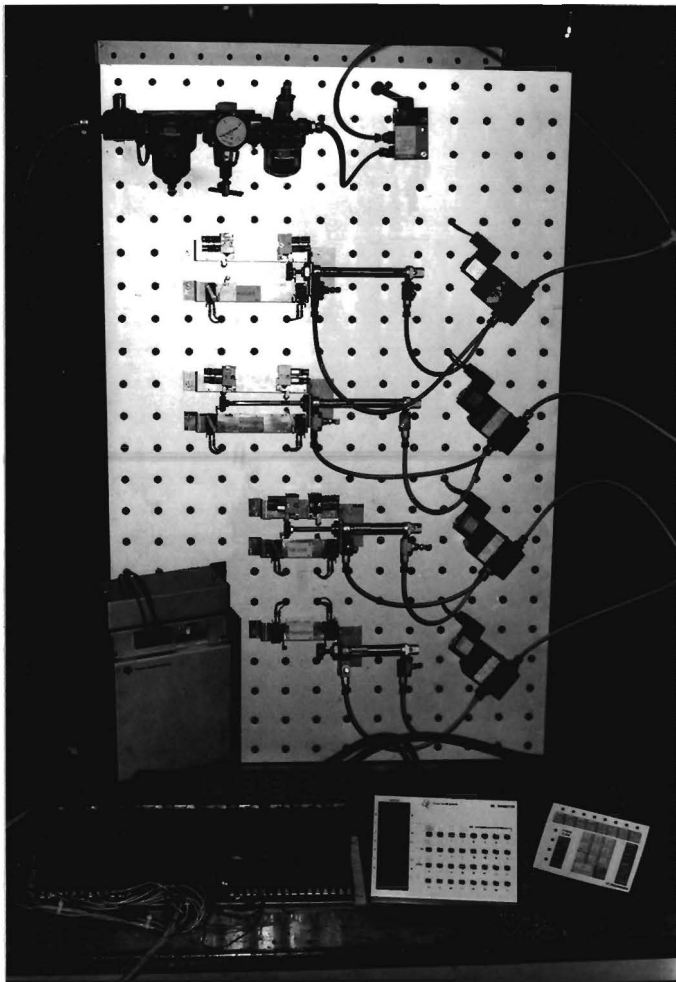


figuur 31
Houdertoevoer

Om de wrijvingskrachten in de plunjer te overwinnen, zodat de houder toegevoerd kan worden, moet de bedieningsdruk groter zijn dan 2 bar. Voor manometers, die een LD-trap hebben, die groter is dan 2 bar, kan de manometerdruk gebruikt worden als bedieningsdruk. Echter voor vacuumanometers en lage drukmeters (tot 10 bar) moet een aparte bedieningsdruk aanwezig zijn (figuur 32).



figuur 32
Plunjeraansturing



Ook de constructie van de houder(toevoer) is getekend in bijlage 28. In bijlage 30 is door berekening gecontroleerd, of de draad in het voor- en achterdeksel van de plunjer voldoende sterk is om de druk van 1000 bar op te vangen.

5.5. Besturing.

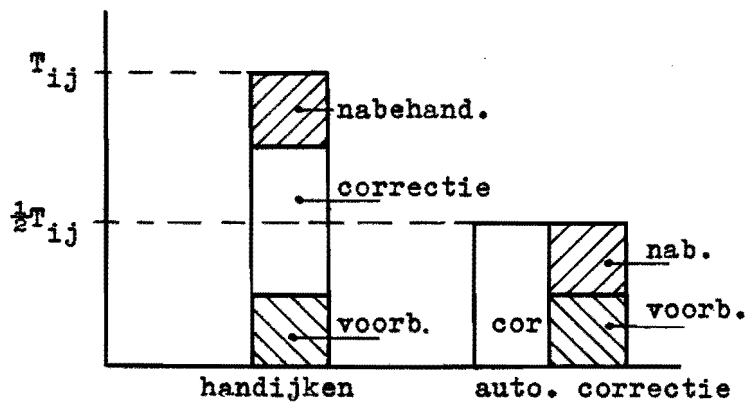
Zoals al eerder geschreven, kan vanuit een gewenste functievolgeorde een bewegingsplan voor het ijkwerkblok opgesteld worden. Hierin is dan meteen de besturing verwerkt, die nodig is voor het ijken van resp. druk-, vacuum- en druk/vacuummeters. Men kan het bewegingsplan realiseren met verscheidene typen besturingen, waarvan er vier vergeleken zullen worden in bijlage 31. Hieruit volgt, dat de PLC-besturing voor deze toepassing het meest geschikt is.

Het programma, wat voor de PLC aan de hand van het bewegingsplan geschreven is en het bewegingsplan zelf, staan in bijlage 32. Op de apparatuur, op de THE aanwezig, is dit programma uitgetest en goed bevonden. Een foto van de bewuste opstelling is hieronder weergegeven.

De besturing van de machine mag niet gestart worden, als niet alle instellingen overeenkomen met het type manometer, dat op het draagblok ligt. Het controlesysteem (samenspel van signaalgevers) geeft een zgn. clearingsignaal, als dat wèl het geval is (bijlage 33).

5.6. Kosten en besparingen.

Gezien het feit, dat alleen het corrigeren gemechaniseerd is, worden de voor- en nabehandelingen tijdens het automatisch corrigeren uitgevoerd door de operator. Dit in tegenstelling tot het handijken, waar alle handelingen na elkaar uitgevoerd worden. Omdat de tijd voor het automatisch corrigeren ongeveer tweemaal korter is dan de tijd, nodig voor het handijken, kan met behulp van de proefopstelling ongeveer tweemaal sneller gewerkt worden. Zie figuur 33.



figuur 33
IJKtijd

In een handmontagelijijn zijn drie operators belast met het ijken van de manometers. Omdat de benodigde tijd met een factor twee daalt, door gebruik van de proefopstelling als ijkhulpmiddel, kan m.b.v. (theoretisch) $1\frac{1}{2}$ mankracht dezelfde produktie gehaald worden. Daar het praktisch niet mogelijk is om $1\frac{1}{2}$ man te besparen per lijn, kan men dus uiteindelijk 1 man besparen. Per Montagelijijn staat dit gelijk met f50.000,= per jaar.

Echter in de nieuwe situatie veranderen twee zaken, nl.:

1. De energiekosten nemen toe door gebruik van electronica en pneumatische functie-elementen.
2. Het totaal benodigde grondoppervlak voor het ijken neemt af.

Omdat deze effecten geen grote rol spelen, worden alleen de materiaalkosten berekend. De constructie, zoals die in bijlage 25 en 28 is weergegeven, bestaat uit een aantal ingekochte en een aantal zelf gefabriceerde onderdelen. Een schatting van de materiaalkosten is gemaakt in bijlage 34. Hieruit blijkt, dat de totale materiaalkosten ongeveer f40.000,= bedragen.

Gezien het feit, dat er niet voldoende gegevens beschikbaar waren om een volledige kostenberekening te geven, en het feit, dat het om een proefopstelling handelt, kan de Pay-Out-Time (P.O.T.) in zeer vereenvoudigde vorm uitgerekend worden.

$$\text{P.O.T.} = \text{Investeringsen/Besparingen} = 40.000/50.000 = 0,8 \text{ jaar.}$$

De constructie voor de complete draaitafel is alleen in concept gegeven. Inclusief het ijkwerkblok, wordt de totale investering op f100.000,= tot f125.000,= geschat. De verwachting bestaat, dat, wanneer deze "ijkmachine" in de toekomst in de Montagelijjn ingepast gaat worden, nóg een man bespaard kan worden. Dit is mogelijk door verbeteringen aan het ijkproces en de vertrouwdheid van de operator met de machine. Er is echter nog steeds een operator nodig voor aan- en afvoer van de manometers (ergo, een uiteindelijke besparing van twee mankrachten = f100.000,=).

Zeker hier geldt, dat er niet voldoende gegevens zijn om een verantwoorde kostenberekening op te zetten. De P.O.T. volgens de eerder genoemde omschrijving is derhalve 1 à 1¼ jaar.

In de verre toekomst, als de Montagelijjn geheel geautomatiseerd is, is er in het ijkproces een besparing te verwachten, wat betreft de loonkosten, van 3 mankrachten = f150.000,=.

Gezien de te verwachten besparingen en de toepassing van nieuwe technologiën (zoals de PLC-besturing en elektronische verwerking van gegevens), lijkt deze machine een geschikte oplossing van het ijkprobleem. De eerder genoemde verbeteringen aan het ijkproces bestaan hierin, dat na het testen van de proefopstelling, door toepassing van opgedane ervaring, getracht moet worden de correctieformule zodanig bij te stellen, dat er zo weinig mogelijk ijkloops nodig zijn. Hierdoor kan men nog sneller produceren.

Aangezien er nog verscheidene kinderziekten overwonnen dienen te worden, zullen de besparingen pas over geruime tijd aan de orde zijn.

6. SLOT

Tenslotte is er nog een aspect, dat, los van de opdracht zelf, de aandacht verdient.

Het afstuderen in het bedrijfsleven is voor mij een zeer leerzame periode geweest. De vrij theoretische leerstof, aangeboden op de Technische Hogeschool, kan zodoende in de praktijk toegepast worden. Deze kennis, getoetst aan de grote praktische ervaring in de industrie, wordt op die manier waardevoller. M.a.w. de praktijk levert de beperkingen aan en de aanvullingen op de theoretische benadering van een gesteld probleem. Deze wisselwerking reeds in de opleiding te leren kennen is volgens mij zeer nuttig.

Daarom wil ik nog een dankwoord richten aan allen, die dit afstuderen in het bedrijfsleven mogelijk hebben gemaakt en hebben begeleid, met name:

- de heren J. en D. Donkervoort en C. Ossewaarde, E.N.F.M., Schiedam
- prof. ir. H.P. Stal en ir. A.T.J.M. Smals, vakgroep WPB, Eindhoven

LITERATUURLIJST

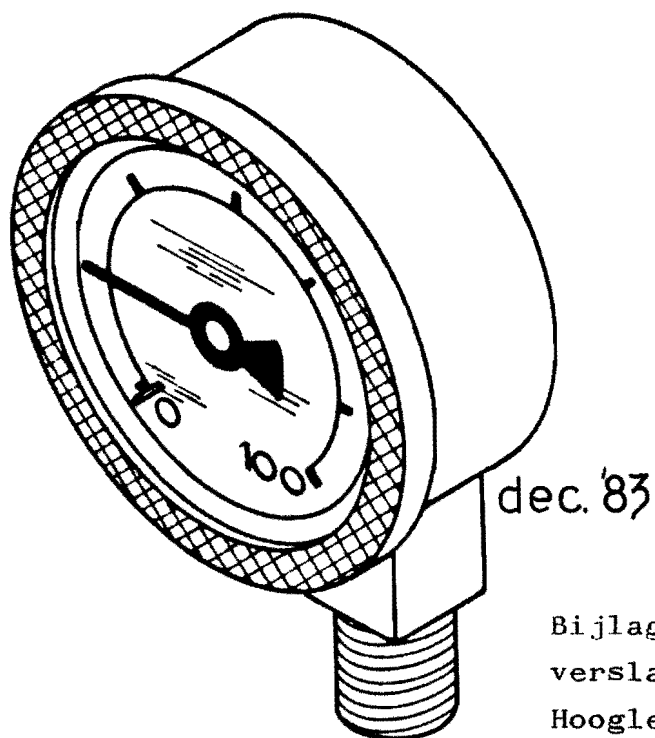
1. H.J. Dilling en Th. Rauschenbach
Rationalisierung und Automatisierung der Montage.
2. prof. ir. J. Erkelens
BM deel 1, Oorsprong en grondslagen van het vakgebied.
3. ing. J.J.M. Schrauwen
diktaatnr. 4017, Machinebesturingen.
4. ing. H.W.A.M. van Rooij
Programmable Logic Controller.
5. Collegediktaat Bedrijfsmechanisatie A
6. prof. ir. W. van der Hoek
Het voorspellen van Dynamisch gedrag en Positioneringsnauwkeu-
righeid van constructies en mechanismen.
7. Kenneth R. Treer
Automated Assembly.

Bijlagen bij het verslag

ONDERZOEK NAAR DE MECHANISERING
VAN DE MANOMETERMONTAGE

A.H.M. Bakermans

Rapp.nr.: WPB 0049



Bijlagen bij het

verslag van de I2-opdracht

Hoogleraar: Prof. Ir. H.P. Stal

Begeleider THE: Ir. A.T.J.M. Smals

Begeleider ENFM: J. Donkervoort

BIJLAGEN

	blz.
Bijlage 1: Mechaniekopbouw	1
" 2: Flow-schema van de productopbouw	3
" 3: Montagelijin in schemavorm	3
" 4: Klasseïndeling van manometers	4
" 5: "Oud" ijkproces	5
" 5a: Tabel van uitvoeringen	5
" 6: Verkoopaantallen \emptyset 63 mm-manometers 1982	5
" 7: Mogelijke manometersitueringen	7
" 7a: Toevoer van de correctie-eenheid	10
" 7b: Molenprincipes	11
" 7c: Alternatieven voor de correctie-eenheid	12
" 8: Proefstand ter bepaling van kracht en elast. uitvering	13
" 9: Berekening van de ijkformule	15
" 10: Alternatieven voor het hoekmeetsysteem	17
" 11: Koppelingen tussen hoekmeetsysteem en wijzerspil	18
" 12: Standaard cilinder	20
" 13: Stopcilinder	21
" 14: Alternatieven voor de wijzermagazijnen	22
" 15: Isometrische projectie van een éénstationsmachine	24
" 16: Flow-chart van machinefuncties en electronica	24
" 17: PLC voor de éénstationsmachine	25
" 18: Machinevormen	28
" 19: Definitief concept	30
" 20: Isometrische projectie van de definitieve machine	33
" 21: Maten, volgend uit de gekozen manometersituering	33
" 22: Molen met bekken	34
" 23: Spindelberekening	35
" 24: Instelling voor vacuum- en druk/vacuumcorrecties	36
" 25: Constructie van de correctie-eenheid	40
" 26: Proefstand ter bepaling van toelaatbare massatraag- heid en wrijving	40
" 27: Instelbaarheid van het hoekmeetsysteem	42
" 28: Constructie van het hoekmeetsysteem en de houdertoev.	43
" 29: Instelmechanismen	44

		blz.
Bijlage 30:	Berekening van het voor- en achterdeksel van de houdertoevoer	45
"	31: Vergelijking van besturingen	46
"	32: Bewegingsplan en besturing	47
"	33: Clearingsignaal en display	53a
"	34: Materiaalkosten	54
"	35: Doorbuiging van de Bourdonveer	73

Automatische Montage von Manometerwerken

Von Jakob Gautschi, Grenchen, Schweiz

Beschrieben wird die Montage von Manometerwerken aus je zehn Teilen auf einer Längstransfer-Montageanlage mit Lineartransport und taktungebunden umlaufenden Werkstückträgern, mit elektronischem Speichersystem für diverse Daten der Werkstücke und 21 Arbeitsstationen. Montiert werden 1500 Werke je Stunde.

The Automatic Assembly of Pressure Gauge Mechanisms. *The mechanical assembly of ten manometer component parts is described in this article. Each workpiece revolves on its own workholding fixture in a random cycle motion, along a linear-transport assembly line. The specific component-related data are stored, and programmed to interact with each of the 21 successive workstations they pass through. Up to 1500 manometer mechanical assemblies may thus be produced in an hour.*

1 Problemstellung

Gefordert wurde eine Anlage, auf der drei verschiedene Manometerwerke (Bild 1) mit je zehn verschiedenen Einzelteilen zu montieren waren. Die verlangte Produktion betrug 1500 Werke pro Stunde. Die Umrüstzeit von einem Werk auf ein anderes sollte 5 Stunden nicht überschreiten.

2 Problemlösung

Die Lösung war die Längstransferanlage in Bild 2 von 6 m Länge mit 21 Arbeitsstationen. Ihre Basis bildet das taktungebundene Werkstückträger-Transportsystem, welches aus ausbaufähigen Normgruppen besteht. Die hier beschriebene Anlage setzt sich aus fünf Grundelementen von 1 m Länge zusammen. Für die Aufnahme der Einzelteile sind 65 Werkstückträger (Bild 3) im Umlauf. Diese bestehen aus der systemeigenen Basisplatte und dem aufgesetzten, kundenspezifischen Trägerteil mit drei Aufnahmepositionen für die Untergruppenmontage (Segmentgruppe, Grundplatinengruppe) bzw. die Gesamtmontage.

Jeder Werkstückträger hat einen mechanischen Fehlerspeicher, der bei jeder Station gesetzt und gelesen werden kann (Bild 4 links), um nach einem erkannten Fehlvorgang die nachfolgenden Vorgänge zu sperren. Eine neue Möglichkeit der Speicherung beliebig vieler Daten pro Werkstückträger bringt die elektronische Datenhinterlegung, bei der jeder Werkstück-

träger eine Codenummer hat. Ein Lesekopf erfasst die Codenummer, unter welcher im Datenspeicher die verschiedenen Daten abgerufen oder gespeichert werden können (Bild 4 rechts).

Der Transport der Werkstückträger erfolgt längs über ein direkt angetriebenes Doppelgurten-System und quer über Bahnen mittels Schiebezylinder (Bild 5). Bei jeder Station wird spielfrei positioniert und geklemmt mit der in Bild 4 rechts vorn erkennbaren Positioniervorrichtung, die formschlüssig

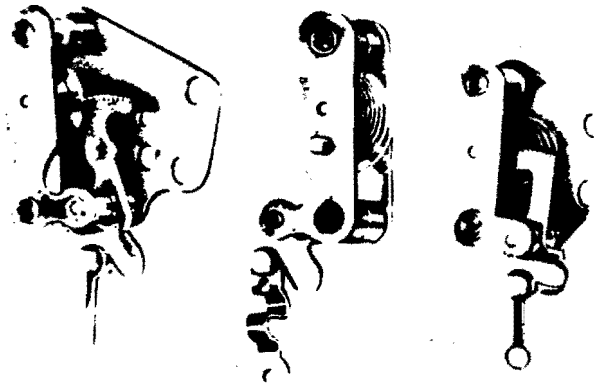


Bild 1. Manometerwerke

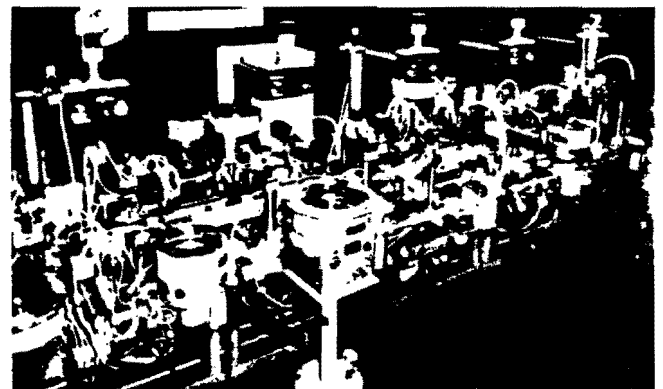


Bild 2. Längstransfer-Montageanlage LTA



Bild 3. Werkstückträger

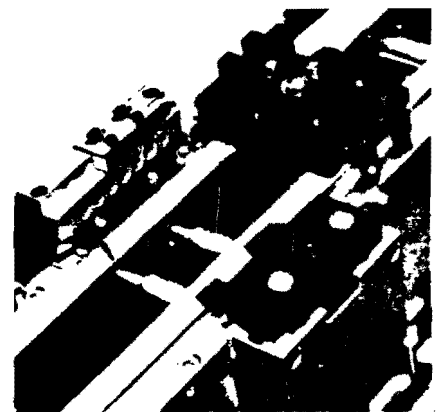
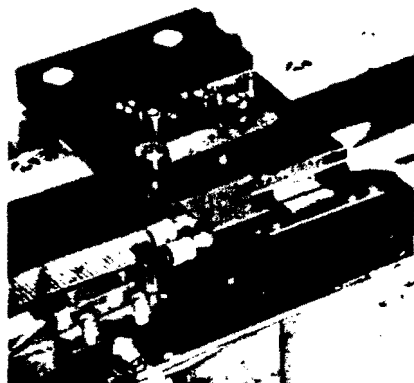


Bild 4. Lesestation für Fehlerspeicher (links: mechanisch, rechts: elektronisch)

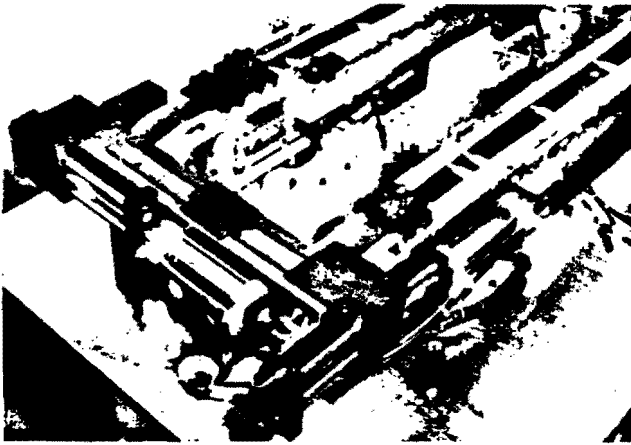


Bild 5. Transportsystem

am Werkstückträger (Bild 3) eingreift. Die Positioniergenauigkeit beträgt $\pm 0,02$ mm.

Längs des Transportwegs sind auf dem Maschinentisch 15 automatisch arbeitende Stationen aufgebaut, wovon zwei als Satellitenstationen mit je drei Nebenstationen ausgelegt sind. Die pneumatischen Elemente sind im Maschinenständer untergebracht; die elektrische Grundausrüstung sowie die frei-programmierbare Steuerung (PLC 016 Biviator, Siemens S5-130 oder Bosch) sind in einem freistehenden Schrank eingebaut. Die Bedienungselemente und die Diagnoseanzeigen sind in fünf Bedienungspulten, d. h. einem Pult pro Grundelement, untergebracht.

3 Montageablauf

Bild 6 verdeutlicht den Ablauf und zeigt die Einzelteile. Station 1 ist aufgeteilt in die Stationen 1a Zuführen und Einlegen des Segments, 1b Zuführen und Einlegen der Segmentwelle, 1c Verstemmen des Segments mit der Segmentwelle; 1d Segment mit Segmentwelle in den Werkstückträger einlegen. In Station 2 wird der Hebel zugeführt und eingelegt, in Station 3 der Niet, zugeführt und eingelegt. In Station 4 wird die Anwesenheit der vier Einzelteile kontrolliert und der Niet verstemmt. Die Untergruppe 1 (Segment) ist nun komplett montiert.

In der Station 5 werden zwei Pfeiler zugeführt und auf Anwesenheit im Werkstückträger kontrolliert. Dann wird in Station 6 die Grundplatte zugeführt und auf Pfeiler gesetzt, wieder mit integrierter Kontrolle, und in Station 7 werden die Pfeiler mit der Platte verstemmt. Damit ist die Untergruppe 2 (Grundplatte) nun komplett montiert.

In Station 8 wird die Untergruppe 2 angehoben, gewendet und in einer neuen Position des Werkstückträgers abgelegt. Das Ergebnis wird in Station 9 kontrolliert, dann wird dort Untergruppe 1 in Untergruppe 2 eingesetzt.

Station 10 ist wieder aufgeteilt in die Stationen 10a Trieb zuführen und einlegen, 10b Feder ab einem Flächenmagazin (X-Y-Tisch mit Magazinbunker für 15 Magazine à 100 Federn) zuführen und einlegen, 10c Feder mit Trieb verstemmen, 10d Feder mit Trieb in Untergruppe 2 eingehen. In Station 11 wird die Deckplatte zugeführt und aufgesetzt; in Station 12 wird die Anwesenheit aller Teile kontrolliert.

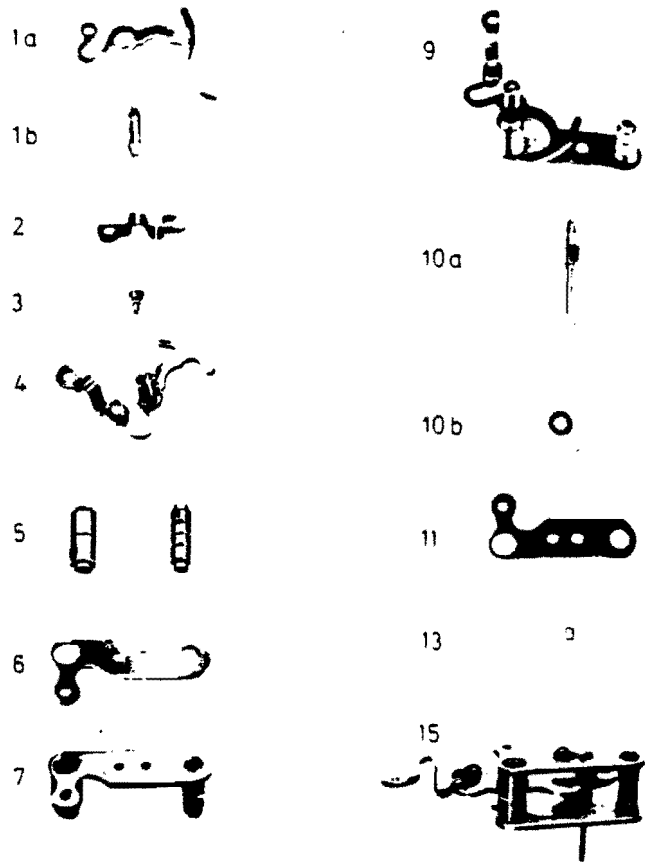


Bild 6. Montageablauf in den Stationen 1 bis 15

Station 13 beinhaltet Klöbchen Zuführen, Deckplatte mit Pfeiler verstemmen und Klöbchen in Deckplatte einpressen. Station 14 das Verstemmen des Federendes mit dem Pfeiler. In Station 15 wird schließlich das fertige Werk auf ein Förderband entladen, fehlerhafte Teile werden als Schüttgut ausgeworfen.

4 Technische Daten

Alle Endlagen der einzelnen Handling-Geräte sind überwacht (Folgesteuerung). Alle Ein- und Ausgänge werden mit Leuchtdioden an den entsprechenden Leiterplatten angezeigt. Alle zu beschickenden Einzelteile werden auf Anwesenheit kontrolliert und evtl. Störungen angezeigt. Die Anlage montiert 30 Teile je Minute. Ihr Platzbedarf sind 7×3 m, sie hat 3000 kg Gewicht, 5 kW Anschlussleistung und $60 \text{ m}^3/\text{h}$ Luftverbrauch.

Der Autor dieses Beitrags

Prokurist Jakob Gauschi leitet Entwicklung und Konstruktion der Ebosa S. A., Grenchen, Schweiz.

11195

Alle Werkzeuge: Ebosa S.A. Grenchen, Schweiz.

Bijlage 2: Flow-schema van de productopbouw.

Het flow-schema, waarin alle soorten buisveermanometers te herkennen zijn, staat op tekening (A1-formaat). Deze tekening maakt deel uit van het bijgevoegde tekeningenpakket.

Bijlage 3: Montagelijijn in schemavorm.

Het genoemde schema staat, zoals bijlage 2, eveneens op tekening. Deze tekening op A1-formaat is bijgevoegd in het tekeningenpakket.

Bijlage 4: Klassefindeling van manometers volgens DIN 16005.

Pressure gauges, technical terms of delivery

Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Stellungnahme vorgelegt.

Da sich der Inhalt noch in wesentlichen Teilen ändern kann, bitten wir, sich noch nicht auf die Arbeit nach diesem Norm-Entwurf einzustellen, sondern die endgültige Fassung des Normblattes abzuwarten.

Soll jedoch ausnahmsweise nach dem Norm-Entwurf gearbeitet werden, so muß das zwischen den Vertragspartnern vereinbart werden.

Einsprüche und Änderungsvorschläge (möglichst zweifach) zu diesem Norm-Entwurf werden erbeten an den Arbeitsausschuß Manometer und Flüssigkeits-Federthermometer im Deutschen Normenausschuß, 1 Berlin 30, Burggrafenstraße 4-7.

Deutscher Normenausschuß

Herausgegeben im Einvernehmen mit der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt.

1. Geltungsbereich

1.1. Die Technischen Lieferbedingungen gelten für anzeigende Druckmeßgeräte mit einem Verwendungsbereich (bisher Betriebsmeßbereich genannt), der bei ruhender Belastung bis zu $3/4$ und bei wechselnder Belastung bis zu $2/3$ des Skalenendwertes bzw. der Summe der Skalenendwerte beträgt.

Sie gelten auch für solche mit Zusatzeinrichtungen, wie z. B.

Kontaktgeber
Ferngeber
Schleppzeiger,

die der Hersteller selbst an- oder einbaut.

Das auf dem Zifferblatt angegebene Klassenzeichen bestimmt die Fehlergrenzen auch für solche Druckmeßgeräte (im folgenden kurz Geräte genannt) mit an- und eingebauten Zusatzeinrichtungen.

1.2. Die Technischen Lieferbedingungen gelten nicht für Sonderkonstruktionen, wie z. B. Geräte mit

Überdrucksicherung
unterdrücktem Nullpunkt
erweitertem Skalenanfang.

Druckmeßgeräte mit Zusatzeinrichtung, wie Kontaktgeber, Ferngeber, Schleppzeiger, die nachträglich vom Verbraucher an- oder eingebaut werden, fallen nicht unter die Bedingungen dieser Norm. Diese Geräte werden ohne Angabe der Klassenzeichen auf dem Zifferblatt geliefert.

2. Klasseneinteilung

Druckmeßgeräte sind in die Klassen

0,3	0,6	1,0	1,6	2,5	4,0
-----	-----	-----	-----	-----	-----

eingeteilt.

(Kurzzeichen z. B. Kl. 1,0).

3. Zulässige Fehlergrenzen

Die nachstehenden Fehlergrenzen (Eich- und Verkehrsfehlergrenzen) beziehen sich für Überdruckmeßgeräte und für Unterdruckmeßgeräte in % des Skalenendwertes; für Überdruck-Unterdruckmeßgeräte in % auf die Summe bei beiden Skalenendwerten¹⁾. Die Fehlergrenzen gelten an allen Skalenstellen des Anzeigebereiches.

3.1. Fehlergrenzen für die Anzeige

Eich- und Verkehrsfehlergrenzen für die Anzeige siehe Tabelle 1.

Tabelle 1

Druckmeßgerät Klasse	Eichfehlergrenzen % des Skalenendwertes	Verkehrsfehlergrenzen % des Skalenendwertes
Kl. 0,3	0,25	0,3
Kl. 0,6	0,5	0,6
Kl. 1,0	0,8	1
Kl. 1,6	1,3	1,6
Kl. 2,5	2	2,5
Kl. 4,0	3	4

3.2. Fehlergrenzen für den Unterschied der Anzeige

Eich- und Verkehrsfehlergrenzen für den Unterschied der Anzeige siehe Tabelle 2.

Der Unterschied der Anzeigen, der sich bei gleichem Prüfdruck aus der Anzeige beim Rückwärtsgang vermindert um die Anzeige beim Vorwärtsgang ergibt, muß innerhalb des in Tabelle 2 angegebenen Bereiches liegen. Dabei ist vorausgesetzt, daß das Druckmeßgerät vor Beginn der Prüfung des Rückwärtsganges während 20 Minuten mit einem Druck belastet wird, der dem Skalenendwert bzw. der Summe der beiden Skalenendwerte entspricht.

Tabelle 2

Druckmeßgerät Klasse	Eichfehlergrenzen % des Skalenendwertes	Verkehrsfehlergrenzen % des Skalenendwertes
Kl. 0,3	0 bis + 0,25	0 bis + 0,3
Kl. 0,6	0 bis + 0,5	0 bis + 0,6
Kl. 1,0	0 bis + 0,8	0 bis + 1
Kl. 1,6	0 bis + 1,3	0 bis + 1,6
Kl. 2,5	0 bis + 2	0 bis + 2,5
Kl. 4,0	0 bis + 3	0 bis + 4

¹⁾ Fehlergrenzen in Zahlenwerten für die auf dem Zifferblatt angegebene Druckeinheit für Überdruckmeßgeräte siehe DIN 16130 Blatt 1 } (z. Z. noch
Unterdruckmeßgeräte siehe DIN 16130 Blatt 2 } Entwürfe)
Überdruck-Unterdruckmeßgeräte siehe }
DIN 16130 Blatt 3 }

Fortsetzung Seite 2 bis 4

Bijlage 5: "Oud" ijkproces.

Het "oude" ijproces is weergegeven op tekening (A1-formaat).

Bijlage 5a: Tabel van uitvoeringen.

Een overzicht van alle typen buisveermanometers (BVM), die in de normale productie gemonteerd worden, staat in de volgende tabel.

TABEL

type BVM (diam.)	mech \emptyset 40		mechaniek \emptyset 63				m. \emptyset 100 m. \emptyset 150		
	\emptyset 40	\emptyset 50	\emptyset 60	\emptyset 63	\emptyset 80	\emptyset 100L	\emptyset 100	\emptyset 150	\emptyset 160
aansluiting oa	X	X	X	X	X	X	X	X	X
exa				X			X	X	X
cca	X	X		X					

In totaal zijn er dus 16 verschillende combinaties van diameters en aansluitingen. De diameter zelf speelt geen rol voor het ijken, maar wel het, van de diameter afhankelijk, mechaniek. Als men bedenkt, dat de nippel nog gemiddeld met 6 verschillende draadaansluitingen uitgevoerd kunnen zijn (zoals NPT, BSP, Conisch gasdraad, metrisch), zijn er dus 6 maal 16 = 96 combinaties. Het onderlinge onderscheid naar type wijzer, type wijzerplaat, type huis of al dan niet gevuld, is niet gemaakt, omdat die verschillen, uitgegaan van de aanbevelingen uit par. 3.2., irrelevant zijn voor het ijkproces.

Bijlage 6: Verkoopaantallen \emptyset 63 mm-manometers 1982.

Van het totale verkoopaantal is 80% onderzocht. In de overige 20% vallen dan de relatief kleine verkopen van het jaar 1982 (relatief kleine montageseries). Deze 80% was als volgt over de 3 typen aansluitingen verdeeld:

- totaal verkoopaantal $\emptyset 63$ in 1982: 284300 st.
- 80% : 227440 st.
- waarvan - oa : 160607 st.(71%)
- exa : 36841 st.(16%)
- cca : 29992 st.(13%)

Konklusie: 71% van de gemonteerde produkten van het type $\emptyset 63$ mm komt als onderaansluiting voor.

Bijlage 7: Mogelijke manometersitueringen.

Een mechaniek heeft vier karakteristieke elementen in zich:

- segmentas
- nippelas
- wijzerspil
- correctierichtingen

Men verkrijgt daardoor ook vier verschillende situeringen, nl.

1. segmentassen van alle mechanieken samen laten vallen (fig. B7.1)
2. nippelassen van alle mechanieken samen laten vallen (fig. B7.2)
3. wijzerspillen van alle mechanieken samen laten vallen (fig. B7.3)
4. gemeenschappelijke instelling voor de correctierichtingen (fig. B7.4)

ad. 1

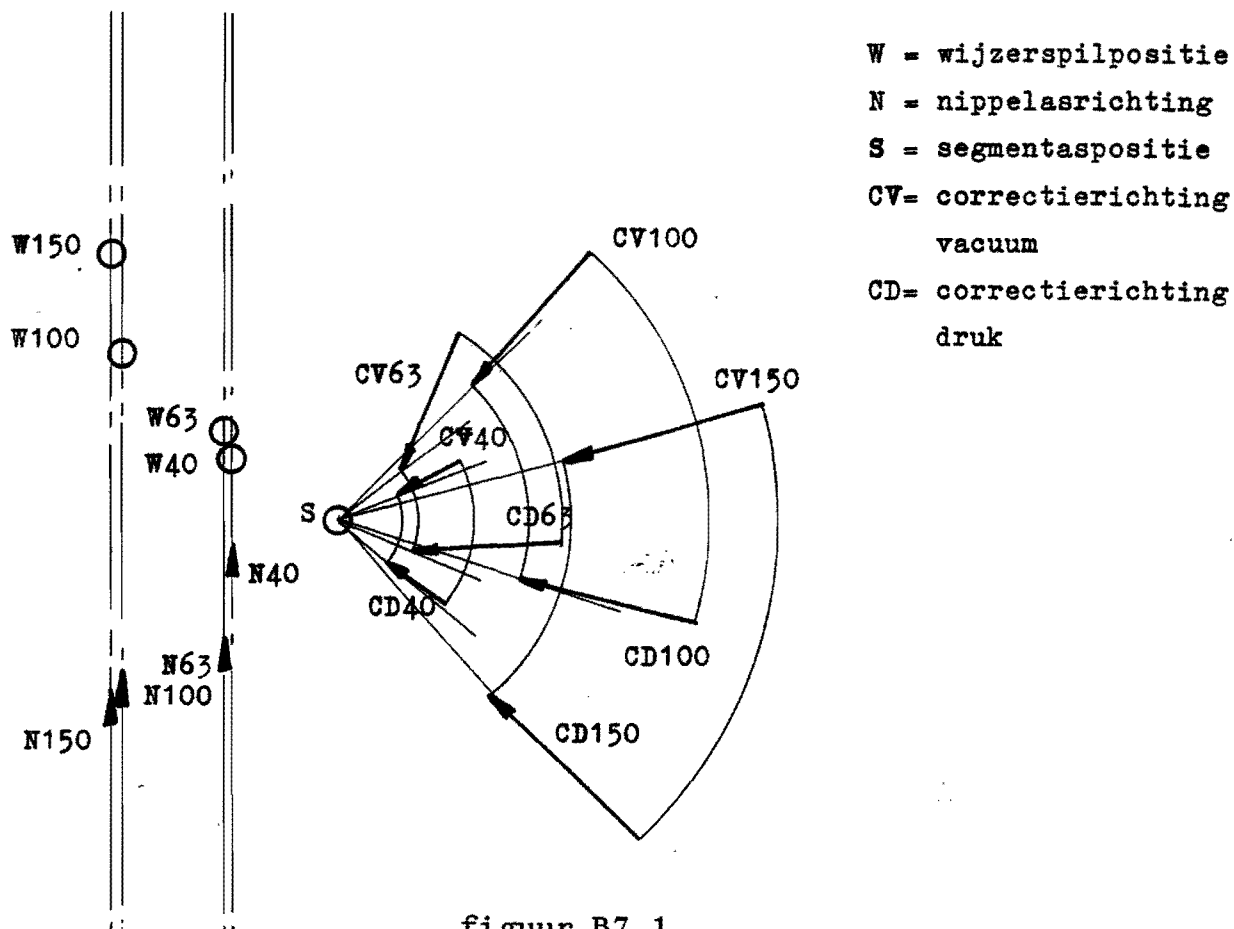
De correctierichtingen zijn erg moeilijk in te stellen. Er zijn nl. twee instellingen nodig: een rotatie om de segmentas om de goede richting te verkrijgen en een translatie om de juiste correctieplaats te bereiken. Tevens zijn er nog instelmogelijkheden om de verschillende functie-elementen met de 4 wijzerspilposities en de 4 nippelassen te koppelen.

ad. 2

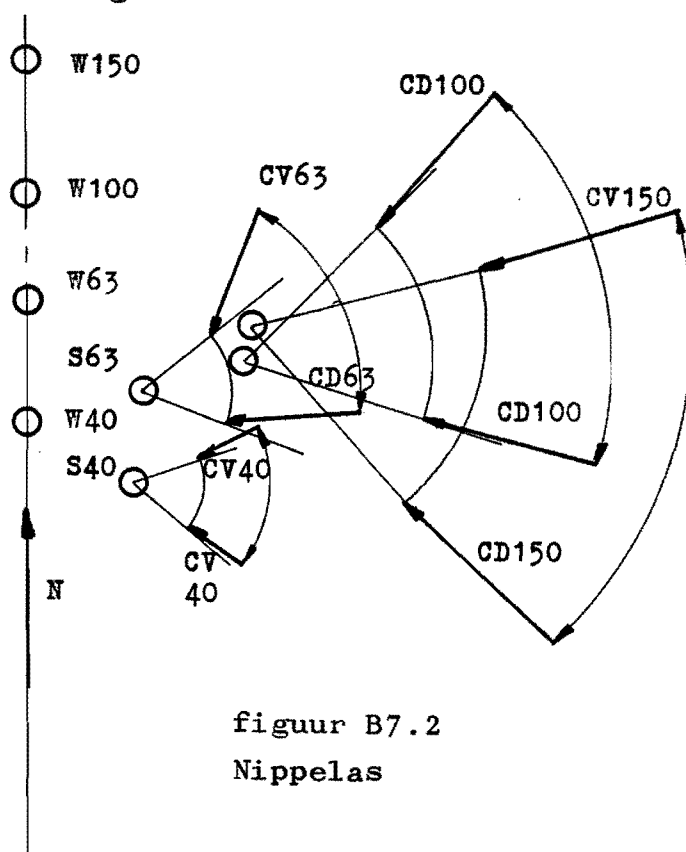
Een meer eenvoudige opstelling is in figuur B7.2 weergegeven. De instelling voor de correctierichtingen is niet veranderd. De instelling voor de wijzerspilposities is niet meer tweedimensionaal, maar geschiedt door verplaatsing over een lijn (eendimensionaal). De houder kan bij deze opstelling over een lijn aangevoerd worden.

ad. 3

In figuur B7.3 is de opstelling weergegeven, waarbij de wijzerspilposities samenvallen. Daardoor kan de houder over een lijn aangevoerd worden en gekoppeld worden met de nippel. Het aantal instellingen is hiermee tot een minimum teruggebracht. Echter is de instelling voor de juiste correctierichting nog steeds moeilijk. Het zou eenvoudiger zijn, als uitgaande van figuur B7.3 een opstelling gevonden wordt, waarbij tussen de correctierichtingen een gemeenschappelijke eigenschap bestaat, b.v. een snijpunt van correctierichtingen.



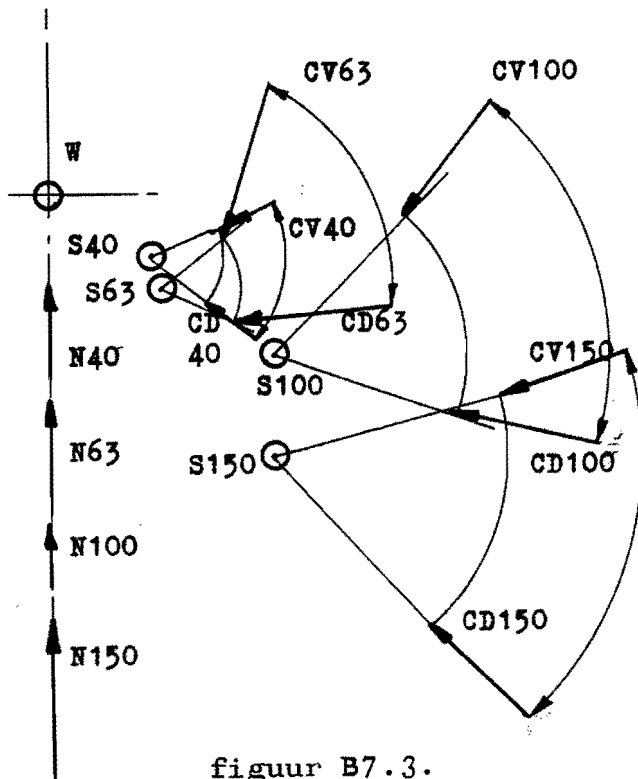
figuur B7.1
Segmentas



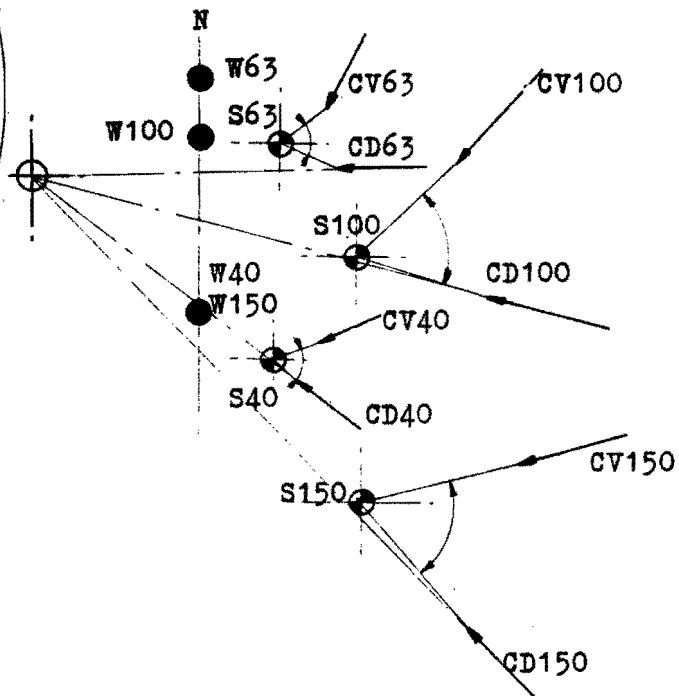
figuur B7.2
Nippelas

ad. 4

De situering van de mechanieken, waarbij een instelling voor de correctie een rotatie is en waarbij de instelling voor de wijzerspil toch op een lijn ligt, is weergegeven in figuur B7.4. Hierin is ook de toevoer van de houder eenvoudig gebleven. Er is gezocht naar een snijpunt van drukcorrectierichtingen, omdat drukmanometers het grootste deel van de productie voor hun rekening nemen (zie ook verslag, par. 3.5.).



figuur B7.3.
Wijzerspil



figuur B7.4
Correctierichtingen.

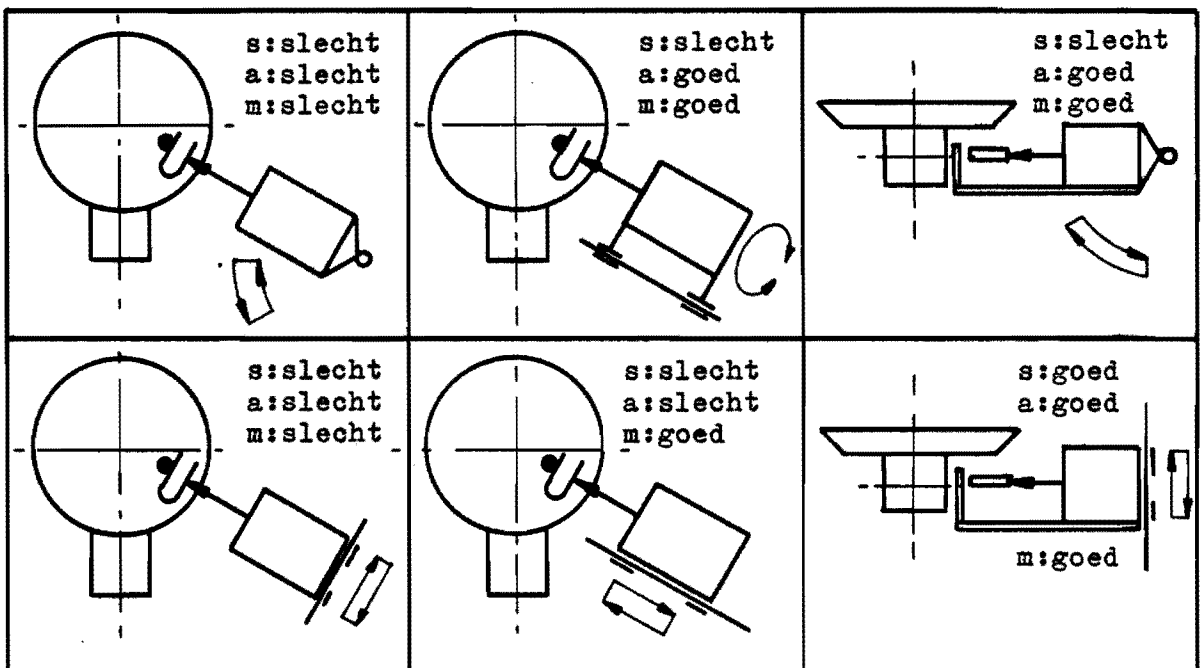
Vanuit figuur B7.4 wordt de verdere constructie uitgewerkt.

Bijlage 7a: Toevoeren van de correctie-eenheid.

De correctie-eenheid kan op 6 manieren toegevoerd worden, nl. door 3 roterende en 3 translerende bewegingen. Er zijn drie criteria, die voor de keuze belangrijk zijn.

- Door de gekozen mechanieksituering uit figuur 9 (par. 3.5.) en door het feit, dat de nippelassen van alle manometers op één lijn liggen, zijn er specifieke hoogteverschillen van de tandsegmenten t.o.v. de nippelas. Dus óók de correctie geschiedt op verschillende hoogten. (s)
- Bij twee tandsegmenten ($\emptyset 40$ en $\emptyset 63$) wordt gebruik gemaakt van plastische deformatie van de stellus. Om de reactiekracht op te vangen moet een aanslag aangebracht worden achter de stellus. (a)
- Materiaal hinder a.g.v. de plaats van de wijzerplaat en de positie van de nippel beperkt een aantal mogelijkheden. (m)

In figuur B7A zijn de verschillende criteria toegepast op de 6 mogelijkheden.



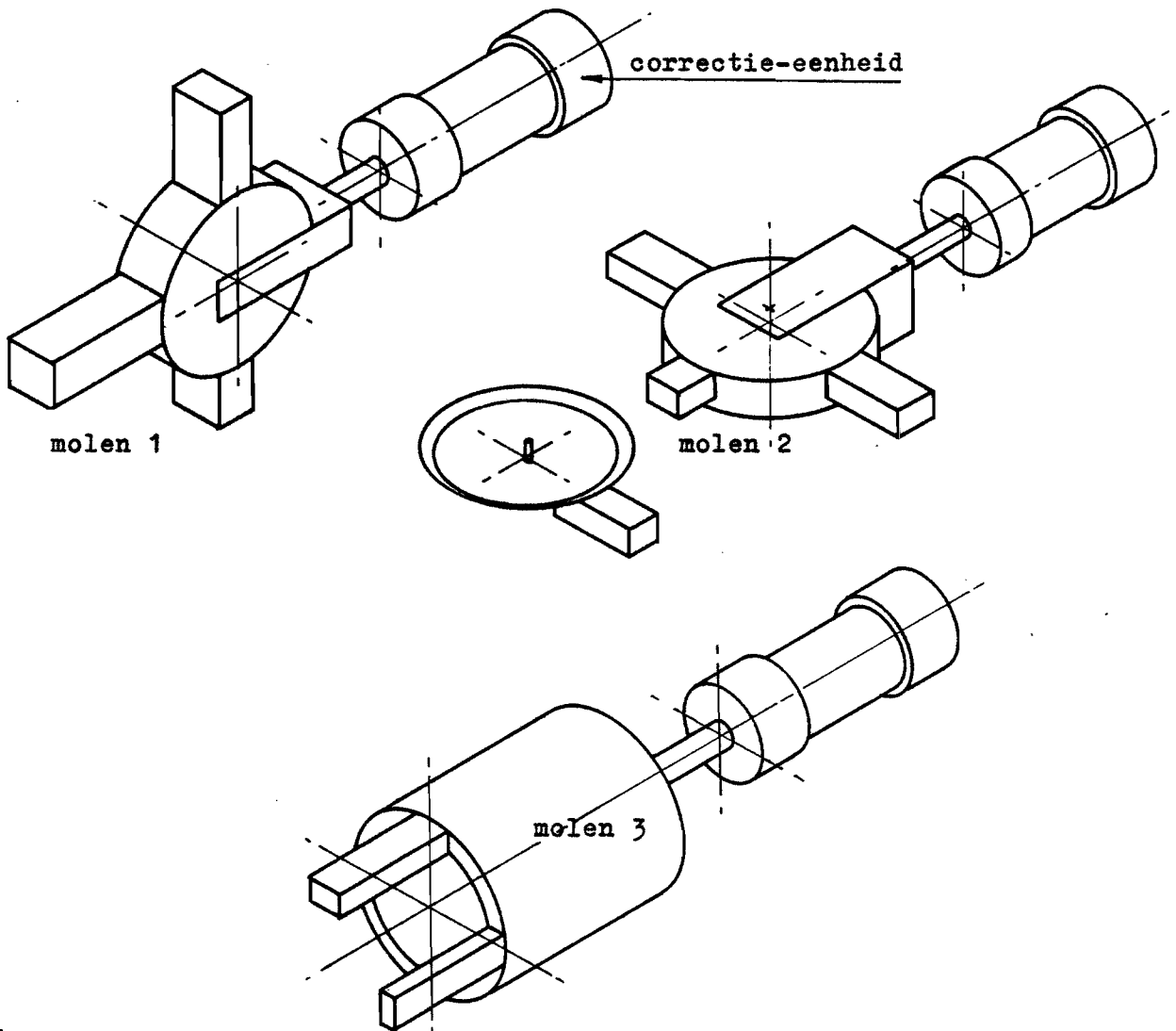
figuur B7A

Toevoer van
correctie-eenheid.

Hieruit blijkt, dat een verticale rechtgeleiding het best voldoet aan genoemde criteria.

Bijlage 7b: Molenprincipes.

Het principe om de specifieke correctiebekken op een molen te plaatsen, kan op drie manieren uitgewerkt worden. In de ruimte zijn er drie onderling loodrechte rotatieassen. Om deze rotatieassen kunnen de bekken geplaatst worden (figuur B7B).

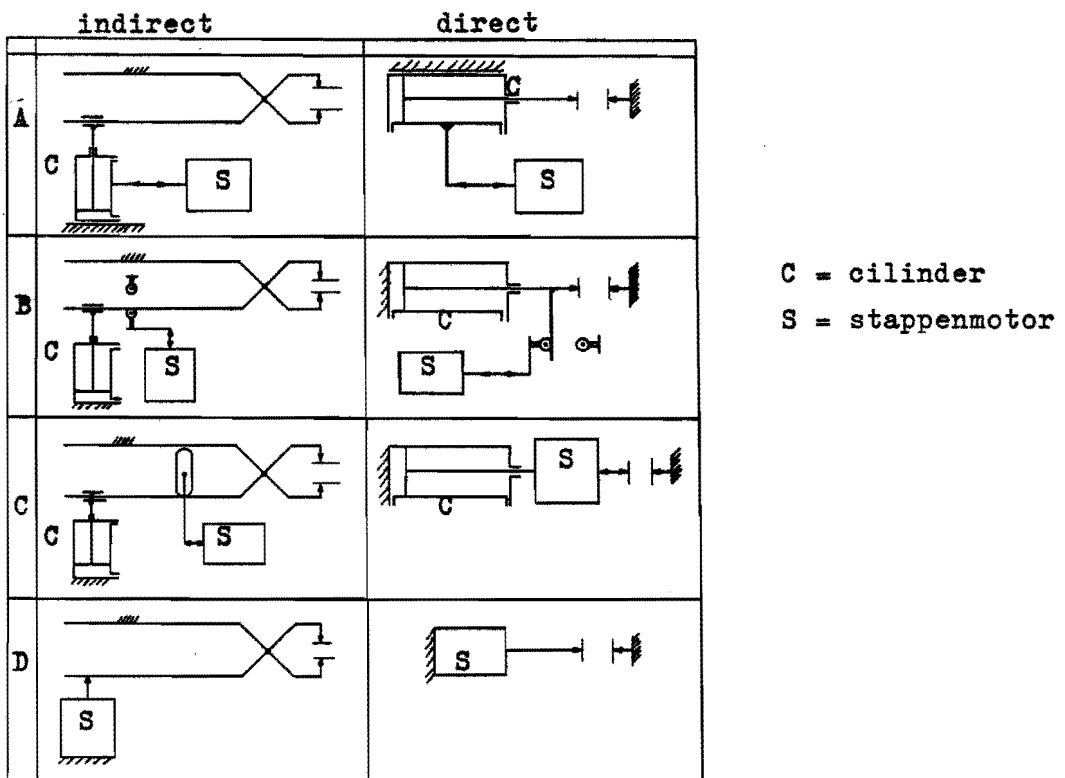


figuur B7B
Molens.

De 2^e oplossing is de meest geschikte, omdat materiaalhinder door de wijzerplaat en de nippelpositie de beweging van mogelijkheid 1 en 3 verhindert.

Bijlage 7c: Alternatieven voor de correctie-eenheid.

Voor het mechanisme, dat de molen moet bewegen zijn er verschillende oplossingen. In figuur B7C zijn er enkele aangegeven. Aan de indirecte correctie, d.w.z. een correctie d.m.v. een hefboomwerking, kleven nogal wat bezwaren. Om een kleine correctie van b.v. 0,1 mm te bewerkstelligen moet de hefboom een overbrenging hebben van $i' = s/0,1$ waarbij s de slaglengte van de cilinder is. Aangezien deze al gauw in de orde van 5 mm ligt, zal $i' = 50$. Daardoor wordt het bouwvolume groot en buigt de hefboom o.i.v. de kracht enigszins door. Dit heeft onnauwkeurigheid tot gevolg. Tevens bestaat in de noodzakelijk geworden draaipunten speling. Liever wordt daarom de directe methode gekozen.



figuur B7C

Correctie-eenheid.

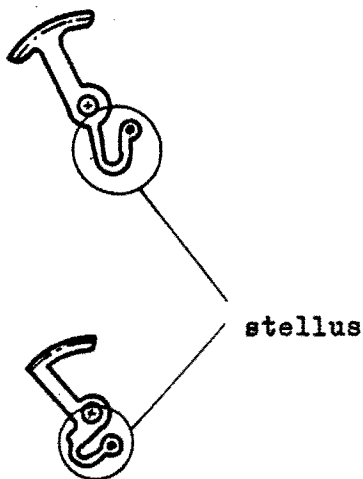
Mogelijkheid A of C wordt uitgewerkt. Bij mogelijkheid B is de nauwkeurigheid niet gewaarborgd als met instelbare aanslagen gewerkt wordt. Mogelijkheid D is te langzaam.

Bijlage 8: Proefstand ter bepaling van de correctiekracht en elastische uitvering.

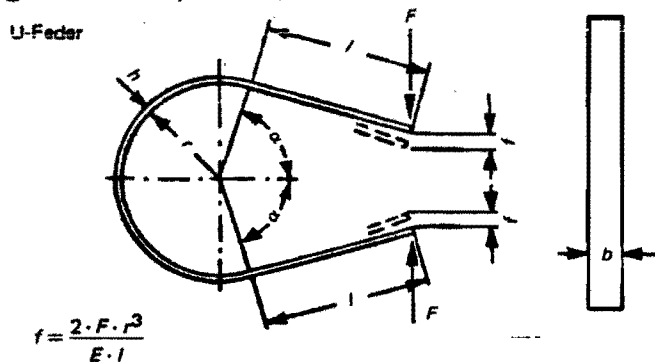
In figuur 7 (verslag) zijn de 4 tandsegmenten getekend. Twee daarvan, nl. $\varnothing 40$ en $\varnothing 63$ bezitten een stellus (figuur B8.1). Deze moet door middel van plastische deformatie gecorrigeerd worden. Bij plastische deformatie zijn twee zaken belangrijk: - kracht

- elastische uitvering

In eerste instantie zijn bovengenoemde grootheden m.b.v. een theoretisch model berekend (figuur B8.2).



figuur B8.1
Werkelijke stellus.



$$f = \frac{2 \cdot F \cdot l^3}{E \cdot I}$$

$$\left[\frac{m^3}{3} + m^2 \cdot \beta + 2m \right]$$

$$(1 - \cos \beta) + 0,5 \cdot \beta - 0,25 \sin 2 \cdot \beta$$

$$m = \frac{l}{r}$$

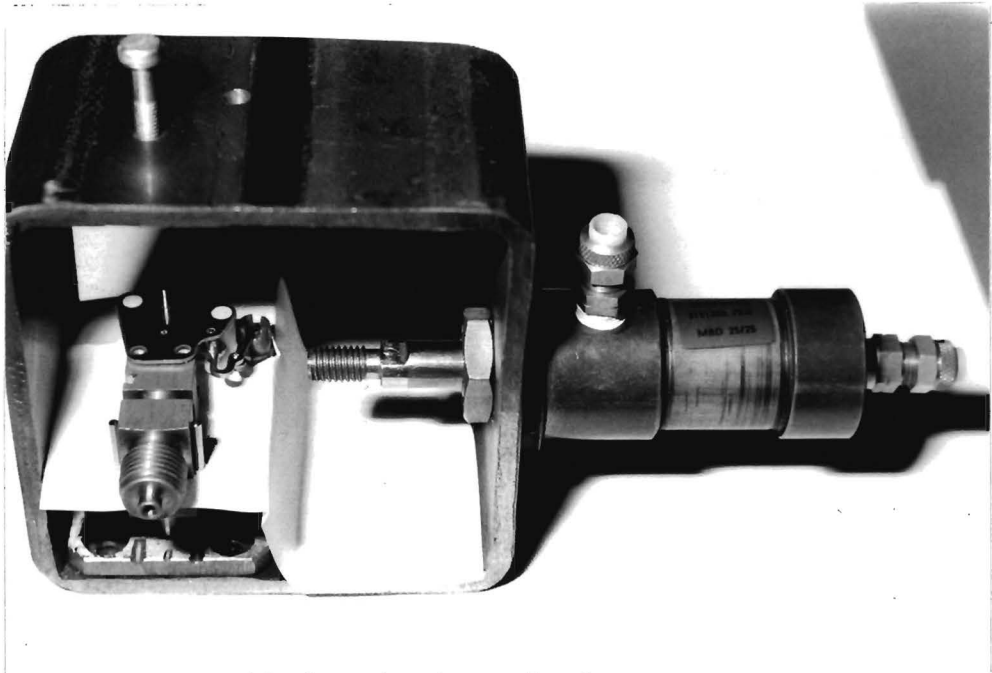
$$\beta = \pi - \alpha$$

$$\sigma =$$

$$\frac{6 \cdot F \cdot l}{b \cdot h^2} (1 + \cos \alpha + m \cdot \sin \alpha)$$

figuur B8.2
Model.

De gevonden waarden waren echter niet realistisch, zodat besloten is om ze proefondervindelijk vast te stellen. Dit is gebeurd met de onderstaande proefopstelling (figuur B8.3). De cilinder kan een bepaalde bekende correctie doorvoeren. Door het verschil op te meten tussen de correctie, die doorgevoerd had moeten worden, en de werkelijke correctie, is de elastische uitvering bekend. De kracht kan bepaald worden door de druk op de cilinder langzaam te verhogen. Door, op het moment van plastische vervorming van de stellus, de druk te meten en te vermenigvuldigen met het zuigeroppervlak, is de minimaal benodigde kracht te bepalen.



figuur B8.3
Proefstand.

Bijlage 9: Berekening van de ijkformule

Uit de huidige ervaring is bekend, dat de correctiegrootte afhangt van de fouthoek bij een ongeijkte meter. De mate van afhankelijkheid is nog niet bekend.

Stel: X = correctiegrootte

ϕ_{gew} = gewenste hoek tussen LD en HD (resp. LV en HV)

ϕ = hoek, die een ongeijkte meter aflegt vanaf LD (LV)

$\Delta\phi$ = $\phi_{gew} - \phi$

A = karakteristieke maat (figuur B9.1) - $\phi 40$: 5 mm

- $\phi 63$: 6,4 mm

- $\phi 100$: 14,3 mm

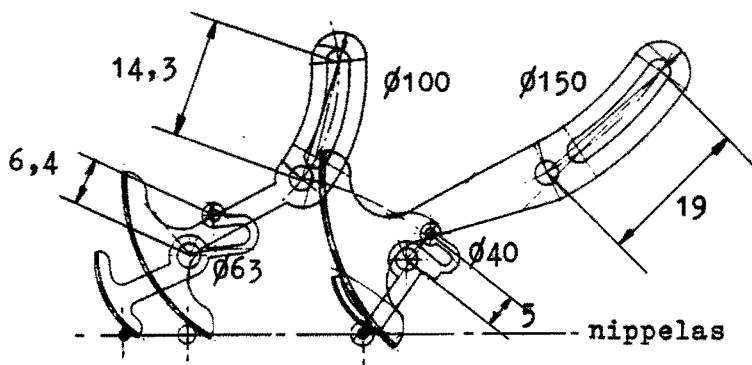
- $\phi 150$: 19 mm

A_{gew} = karakteristieke maat na correctie

i = overbrengingsverhouding tandsegment-wijzerspil

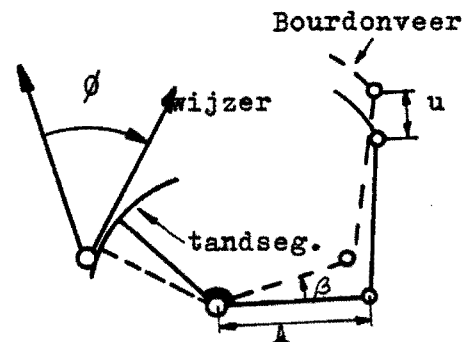
u = uitwijking van de Bourdonveer

β = hoekverdraaiing in radialen van tandsegment



figuur B9.1

Karakteristieke maat.



figuur B9.2

Ongeijkte situatie.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Vóór correctie: } \beta = u/A \quad \phi = \beta \times i = (u \times i)/A \\ \text{Ná correctie : } \beta_{gew} = u/A_{gew} \quad \phi_{gew} = \beta_{gew} \times i = (u \times i)/A_{gew} \end{array} \right\} \rightarrow$$

$$\phi_{gew} = \phi \left(\frac{A}{A_{gew}} \right)$$

De grootte van correctie: $X = A - A_{gew}$. De fouthoek: $\Delta\phi = \phi_{gew} - \phi$.

$$\Delta \phi = \phi_{\text{gew}} - \phi = \phi \left(\frac{A}{A_{\text{gew}}} - 1 \right) = \phi \left(\frac{A - A_{\text{gew}}}{A_{\text{gew}}} \right) = \phi \left(\frac{X}{A_{\text{gew}}} \right) = \phi_{\text{gew}} \left(\frac{X}{A} \right), \text{ zodat}$$

de correctieformule wordt: $X = (A \times \Delta \phi) / \phi_{\text{gew}}$.

Bijlage 10: Alternatieven voor het meetsysteem.

Zoals reeds in het verslag gesteld is, is het ijken met een wijzer nu noodzakelijk, maar wel omslachtig. Het zou gemakkelijker zijn, als het mogelijk is zonder wijzer te ijken. Er zijn 6 systemen onderzocht op voor- en nadelen.

De hoekmeetsystemen zijn:

1. Fotodiodes
2. Reflecterende fotodiodes
3. Naderingsschakelaars
4. Reedschakelaars
5. Roterende inkrementele pulsgever
6. Analoge potmeters

De signaalgevers uit mogelijkheid 1 t/m 4 staan opgesteld aan de omtrek van de wijzerplaat. De hoekmeetsystemen uit mogelijkheid 5 en 6 zijn direct aan de wijzerspil gekoppeld. In de volgende tabel worden de 6 systemen met elkaar vergeleken door een aantal eisen op te stellen.

Aan de eisen zijn weegfactoren toegekend. Voor de weegfactoren zijn 2 gevoeligheidsniveau's gekozen. De hoekmeetsystemen zijn beoordeeld aan de hand van de volgende waarderingen:

- voordelig : 3
- middelmatig : 2
- nadelig : 1

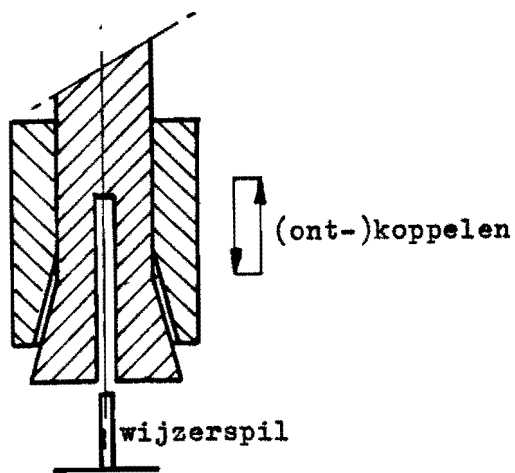
TABEL.

Eisen	Weegfact.		Hoekmeetsystemen					
	w1	w2	1	2	3	4	5	6
Oplossend vermogen	4	6	1	1	1	1	3	3
wijzer noodzakelijk?	1	1	1	1	1	1	3	3
op lage druk pl. v.w.	5	5	1	1	1	1	3	3
Omgevingsinvloeden	2	2	1	1	3	3	3	3
Kosten	3	3	2	2	2	2	2	2
Wrijving	5	7	3	3	3	3	2	1
Electronica	3	4	2	2	2	2	2	2
Totaal aantal punten 1:			39	39	43	43	58	53
Totaal aantal punten 2:			49	49	53	53	<u>70</u>	63

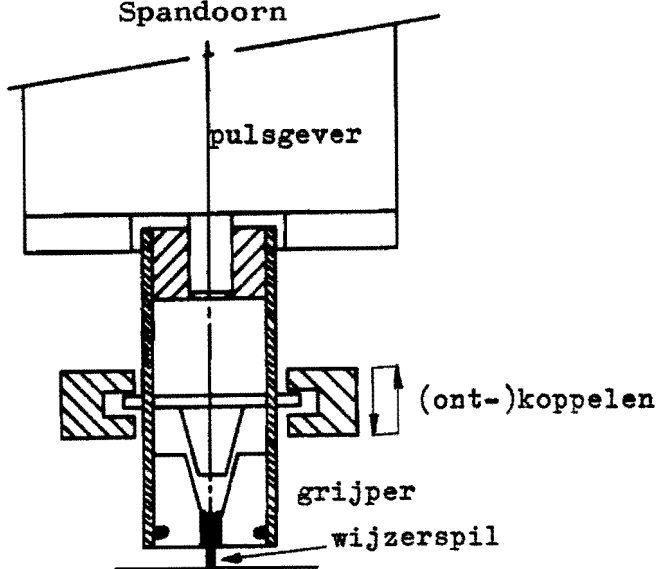
Bijlage 11: Koppelingen tussen hoekmeetsysteem en wijzerspil.

Krachtgesloten koppelingen kunnen zijn:

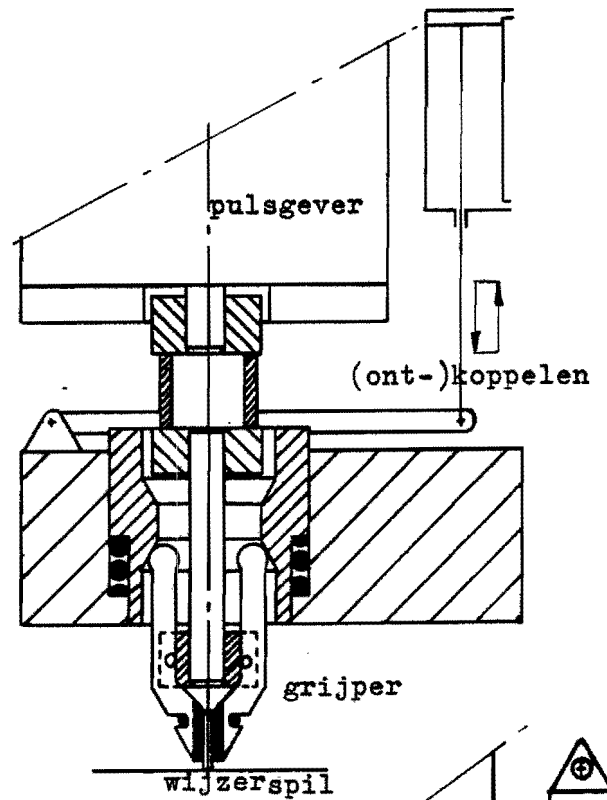
1. Spandoorn
2. Grijper
3. Klauwplaat
4. Verende klem (mechanisch)
5. Verende klem (rubber o-ring)



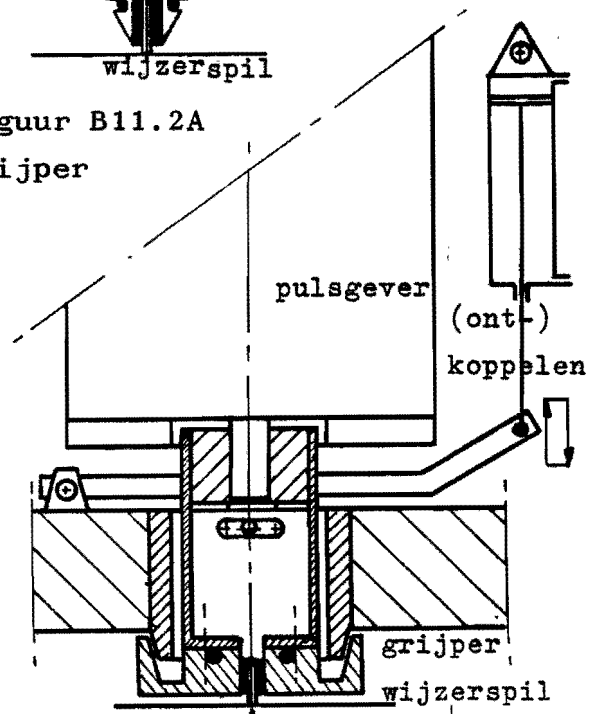
figuur B11.1
Spandoorn



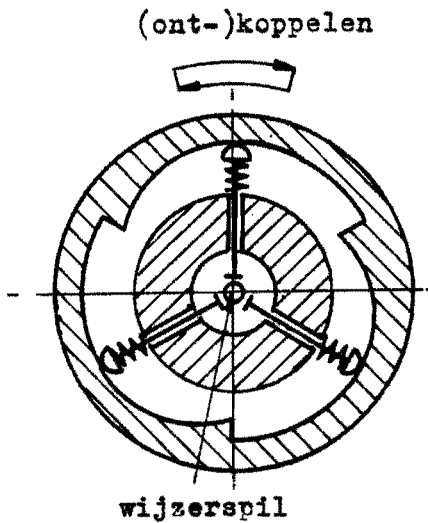
figuur B11.2B
Grijper



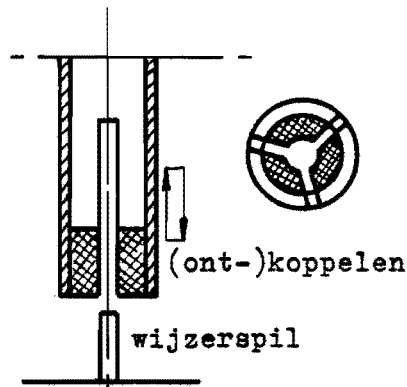
figuur B11.2A
Grijper



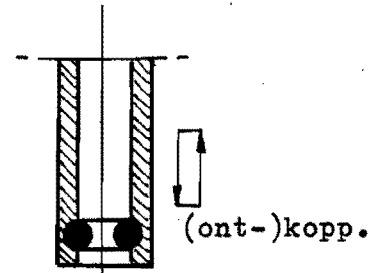
figuur B11.2C
Grijper



figuur B11.3
Klauwplaat



figuur B11.4
Verende klem



figuur B11.5
O-ring klem

De eisen, die gesteld zijn in subpar. 3.5.2., zijn kort beschreven:

1. Uitlijnfout tussen wijzerspil en koppeling opvangen.
2. Geen axiale kracht uitoefenen.
3. Lage massatraagheid.

ad. 1

De uitlijnfout is altijd op te vangen door een elastische koppeling tussen pulsgever-as en wijzerkoppeling. De massatraagheid wordt hierdoor echter groter.

ad. 2

Oplossing 4 en 5 vervallen doordat deze bij het koppelen een axiale kracht op de wijzerspil uitoefenen.

ad. 2

Lage massatraagheid is vereist, zodat de slingering van het meet-systeem om een bepaalde evenwichtsstand tot een minimum beperkt kan worden. Daarmee vallen mogelijkheid 1, 2A, 2B en 3 af.

Konklusie: In eerste instantie voldoet mogelijkheid 2C het best aan de gestelde eisen.

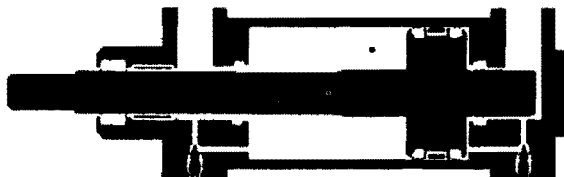
Bijlage 12: Standaard cilinder.

Pneumatische cilinders volgens CETOP SPWG/8032 tot SPWG/8200

Norm	CETOP RP43P RP53P, DIN 24335 en ISO/DIS 6431 ¹⁾
Werking	Dubbelwerkend met instelbare buffers
Boring	32 tot 200 mm
Werkdruk	1 tot 16 bar
Toelaatbare temperatuurgrenzen	-5 tot +80° C Afwijkende temperaturen in overleg
Materiaal	Cilinderbuis: Staal Zuigerstang: RVS Bodem, deksel en zuiger: Aluminium Pakkingen: Nitrilrubber
Luchtconditionering en smering	Zie gegevens op blad 4.1.7-1 e.v.

1) De CETOP aanbevelingen zijn, op enkele maatafwijkingen na, overgenomen door de ISO.
In overleg met MARTONAIR kunnen de SPWG/8000 cilinders desgewenst met deze maten gekorrigeerd o.e.k. ISO/DIS 6431 geleverd worden.

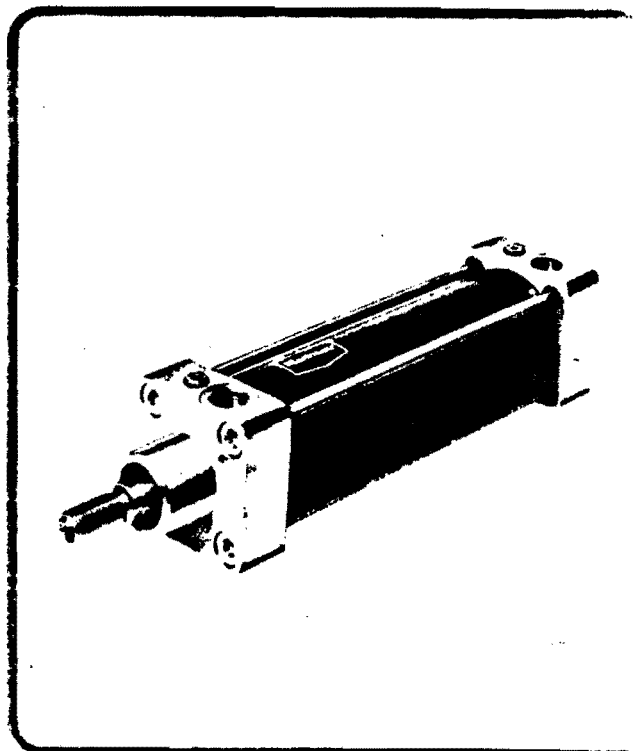
Door gebruik te maken van pakkingen met geringe wrijving hebben deze cilinders een rendement van 95 tot 98%, (afhankelijk van de boring) en een lange levensduur. De cilinders hebben een lagerbusvoering met hoge slijtvastheid. De buffertappen aan de zuiger zijn pakkingloos, de bufferkamers in bodem en deksel zijn voorzien van bufferpakkingen. Hierdoor ontstaat een maximaal dempingevolume. De ruime aansluitpoorten verzekeren hoge cilindersnelheden (tot 3 m/sek.).



Standaard slaglengten voor alle cilinderboringen

25, 50, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400 en 500 mm.
Afhankelijk van de cilinderboring zijn slaglengten tot 3000 mm leverbaar.

Bij het vaststellen van de slaglengte dient men rekening te houden met de soort bevestiging en met de wijze waarop de cilinder wordt gebruikt.



Naast alle door CETOP en DIN genormaliseerde standaard slaglengten zijn ook afwijkende slaglengten leverbaar. Om het aantal mogelijkheden tot inbouw van de cilinders te verruimen zijn naast de door CETOP en DIN voorgeschreven bevestigingen andere bevestigingen beschikbaar. Alle bevestigingen, met uitzondering van de H-bevestiging, zijn zonder demontage van de cilinder aan te brengen.

Opmerking I

De cilinders zijn eveneens in een veelheid van speciaal-uitvoeringen te leveren. Voor mogelijkheden en specificaties zie blad: SP 2.5.241-1 e.v.

Opmerking II

Voor de SPWG/8000 serie, uitgevoerd als magneetcilinders, eventueel met opgebouwde reed-schakelaars voor contactloze eindstandsignalering; zie blad SP 2.3.189-1.

Opmerking III

De SPWG/8000 cilinders worden standaard geleverd met een moer op de zuigerstang.
Bij uitvoering/J (doorlopende zuigerstang), worden twee moeren meegeleverd.

Bijlage 13: Stopcilinder.

Materialen

- 1 AC4C
- 2 SK 3
- 3 SS 41
- 4 SWP-A
- 5 SUS440A
- 6 SPC C
- 7 LBC 3
- 8 SK 5
- 9 SCM 3
- 10 NBR

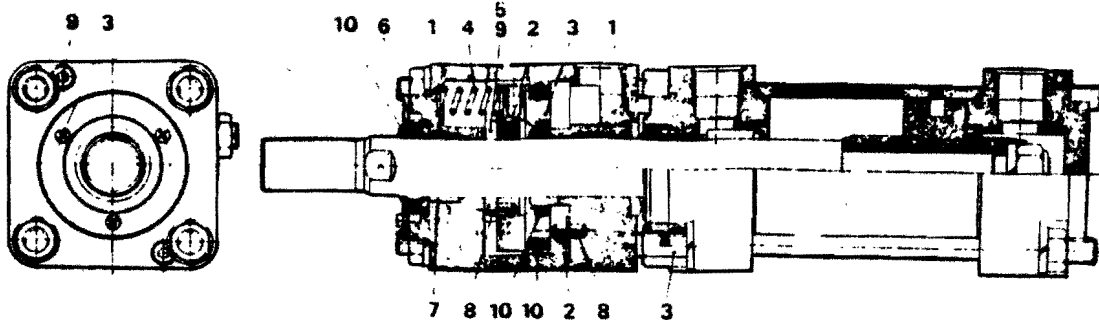


Fig. a) druk op stuurpoort:
stang vrij

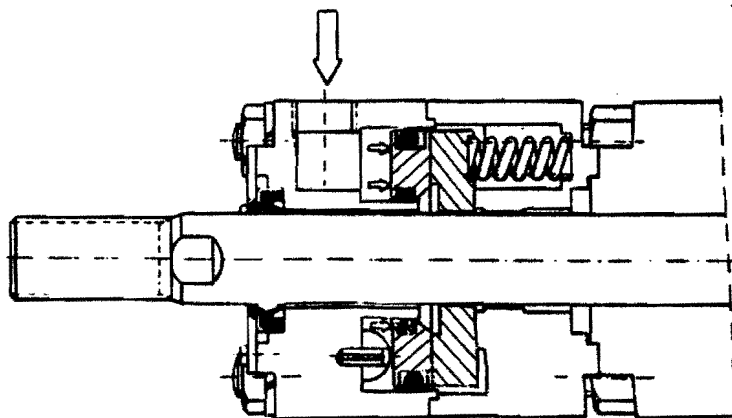
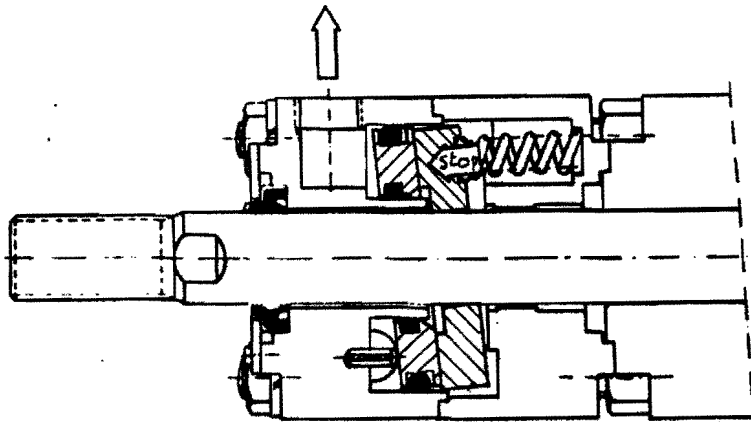


Fig. b) stuurpoort ontucht:
stang vergrendeld



Bijlage 14: Alternatieven voor de wijzermagazijnen.

Alle wijzers dienen in geordende voorraad in de machine aanwezig te zijn. Dit is mogelijk door de resp. magazijnen op een plateau te plaatsen, zodat die wijzer, bestemd voor montage, gemakkelijk boven de wijzertang ingesteld kan worden. De wijzers zijn in theorie op verscheidene manieren in voorraad te houden:

1. om en om op het zijvlak.
2. op het zijvlak in dezelfde richting
3. hangend op rails
4. gestapeld op de wijzerbussen

ad. 1

Het zijvlak van de wijzer is maar 0,4 mm breed, m.a.w. is 0,4 mm dik. Dit geeft in de richting loodrecht op het vlak van tekening een instabiele stapeling, hoewel de stapeling in het vlak van tekening wel stabiel is (figuur B14.1).

ad. 2

Door de stapeling is de wijzeroriëntatie niet meer gegarandeerd (figuur B14.2).

ad. 3

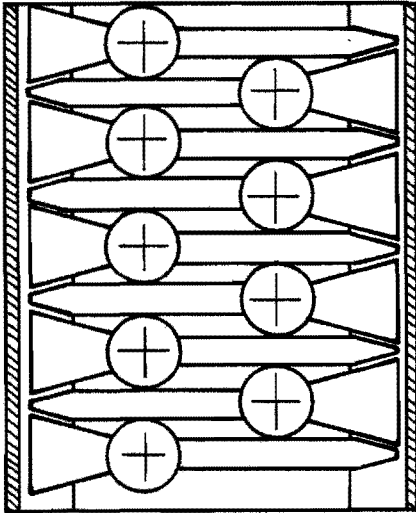
Doordat het contragewicht van de wijzer taps toeloopt, zullen de wijzers o.i.v. de zwaartekracht gaan roteren om de lengte-as en tussen de geleidingen doorvallen (figuur B14.3).

ad. 4

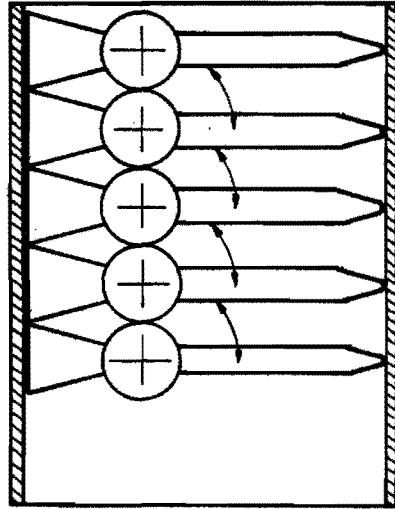
De wijzer is zo geconstrueerd, dat het zwaartepunt precies binnen de wijzerbus valt. Dit is gedaan om de massatraagheid van de wijzer zo klein mogelijk te houden. Als de wijzers gestapeld worden volgens deze manier, dan ontstaat een stabiele stapeling in alle richtingen. Om een vaste oriëntatie te garanderen moeten de wijzers geleid worden (figuur B14.4)

Konklusie: de stapeling volgens figuur B14.4 is het meest stabiel.

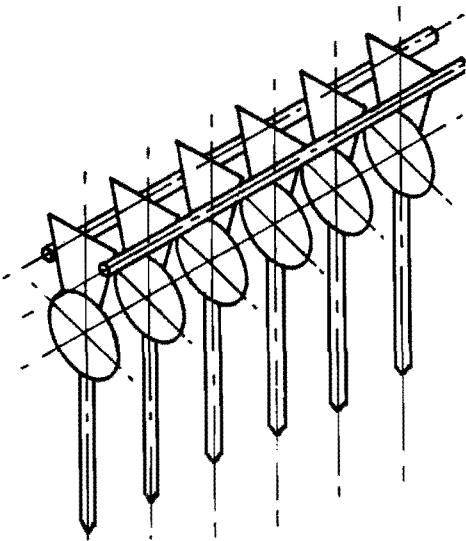
Wijzermagazijnen



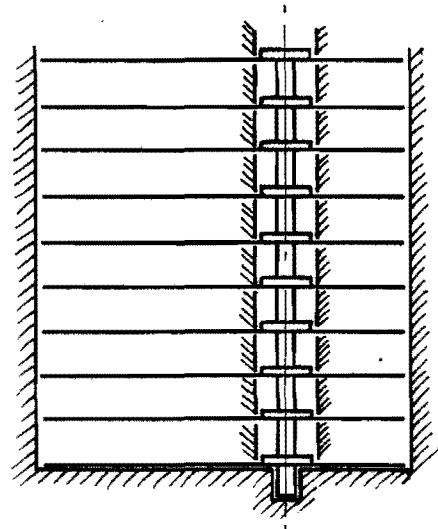
figuur B14.1
Om en om op het zijvlak



figuur B14.2
Op het zijvlak



figuur B14.3
Hangend



figuur B14.4
Gestapeld op de bussen

Bijlage 15: Isometrische projectie van de éénstationsmachine.

Een isometrische projectie van de éénstationsmachine in concept is weergegeven. Een tekening is bijgevoegd in het tekeningenpakket.

Bijlage 16: Flow-chart voor machinefuncties en electronica.

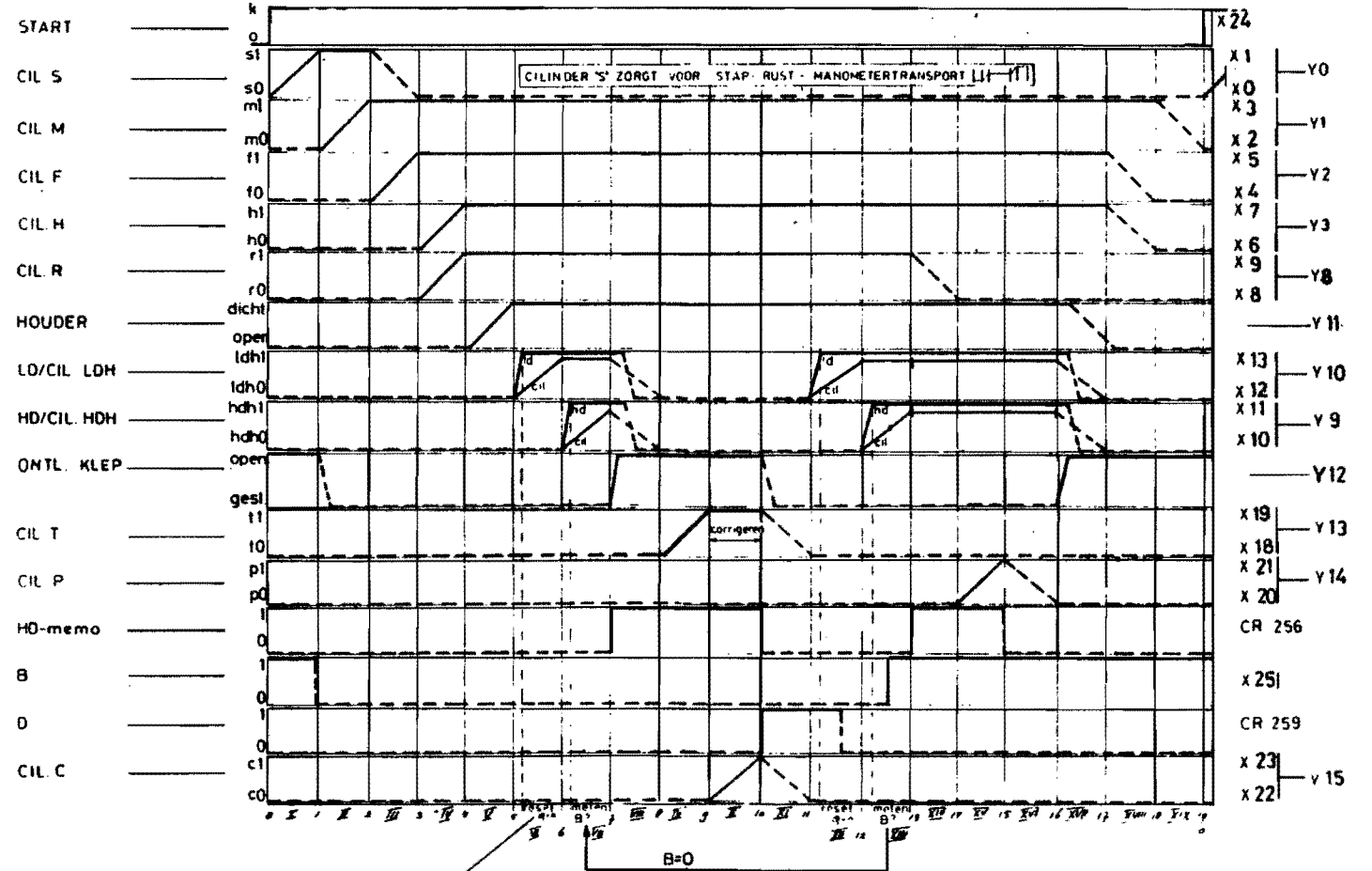
De benodigde functies en de volgorde daarvan enerzijds en de verwerking van gemeten en ingestelde gegevens anderzijds staan weergegeven in een flow-chart, welke is bijgevoegd in het tekeningenpakket. Het samenspel van de functies en de electronica wordt duidelijk.

Bijlage 17: PLC-besturing voor de éénstationsmachine.

Om een indruk te krijgen van de benodigde tijd voor het compleet iijken met een éénstationsmachine, is hiervoor een PLC-programma geschreven. Deze is gesimuleerd op de apparatuur, welke op de THE aanwezig is. Het bewegingsplan, de logische functies en het daaruit volgende ladder- (of relais-) diagram zijn hierna weergegeven. De logische functies zijn:

Startsignaal	=	K
Transport S	=	$KM_0 S_0 \bar{S}_1 F_0 H_0 R_0 + \bar{M}_1 \bar{S}_0 (M_0 + S_1)$
Meter pl. M	=	$S_1 + \bar{F}_0 + \bar{H}_0 + \bar{M}_0 \bar{B}$
Goedkeur B		
Pos./Fix. F	=	$M_1 (\overline{LDH}_0 + \overline{HDH}_0 + \bar{B})$
Houder H	=	$F_1 (\overline{LDH}_0 + \overline{HHD}_0 + \bar{B})$
Pulsgever R	=	set: $F_1 B$ reset: B H D M
HDH _{memo}	=	set: $HDH_1 R_1$ reset: $DT_1 + P_1$
LDH(LD)	=	$R_1 H_1 T_0 \overline{HDM}$ timer
HDH(HD)	=	$LDH_1 R_1 \overline{HDM} + B (\bar{R}_0 + \bar{P}_0 + HDM)$
Corr.eenheid T	=	$HDM \bar{B} HDH_0$
Correktie C	=	set: $T_1 \bar{D} C_0$ reset: D
Persen P	=	set: $P_0 R_0 B HDM$ reset: P_1
D	=	set: C_1 reset: X_{26}
Ontluchten O	=	$\bar{B} \overline{HDM} + B R_0 P_0 \overline{HDM}$

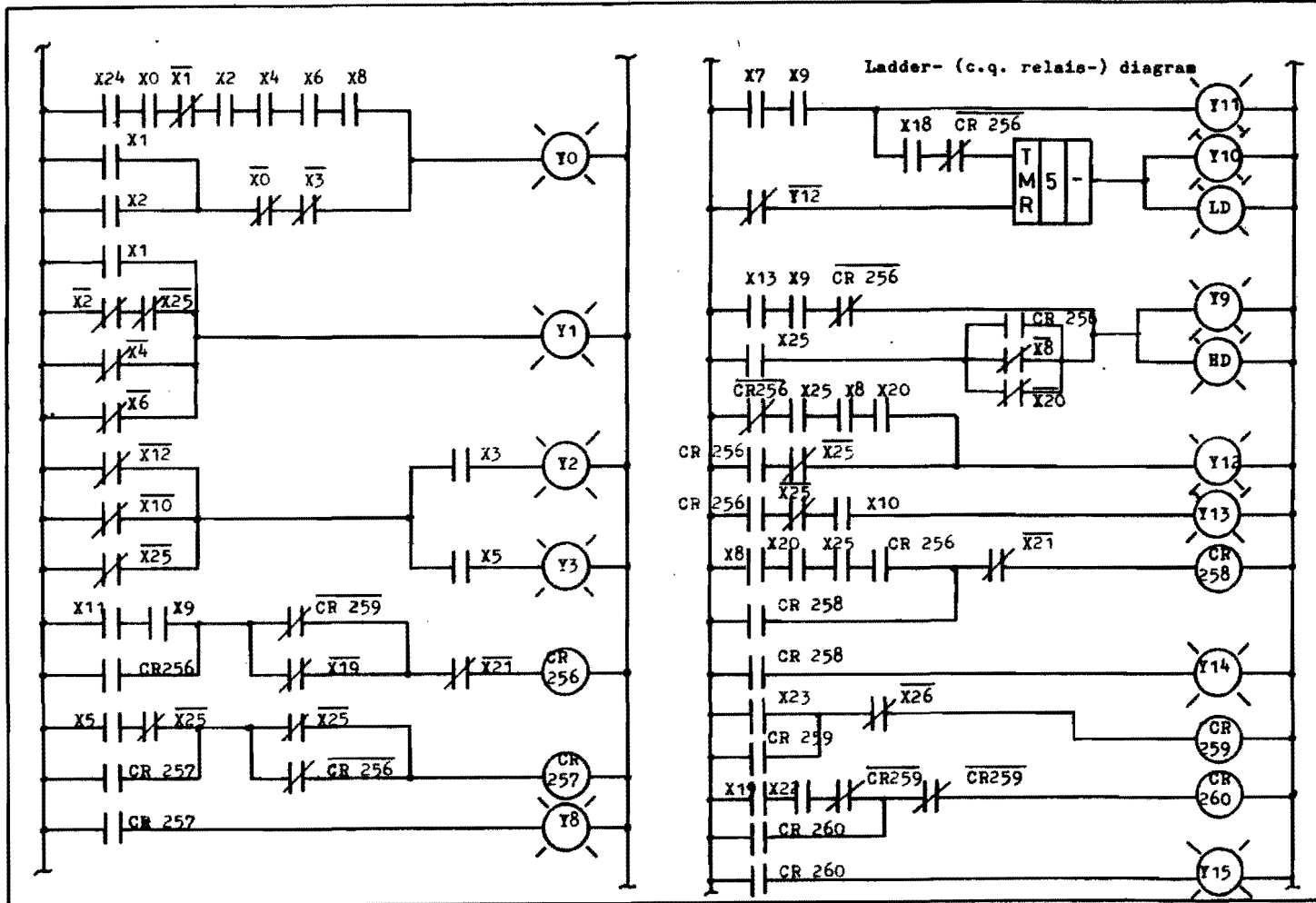
PLC - SYMBOLEN



door X 26

B=0

BEWEGINGSPLAN IJKMACHINE										E.N.F.M. BV SCHIEDAM		
FORMAAT A 2										A 2		
REG. NR.	PLAATS	TOEGANG	TOEGANG	TOEGANG	TOEGANG	TOEGANG	TOEGANG	TOEGANG	TOEGANG	TOEGANG	TOEGANG	TOEGANG
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30



Bijlage 18: Machinevormen.

De volgende vier machinevormen worden m.b.v. een waardeanalyse beoordeeld op een aantal eisen.

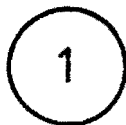
1. éénstationsmachine (figuur B18.1)
2. draaitafel (figuur B18.2)
3. carroussel (figuur B18.3)
4. lijnmachine (figuur B18.4)

De waardeanalyse geschiedt met twee gevoeligheidsniveau's.

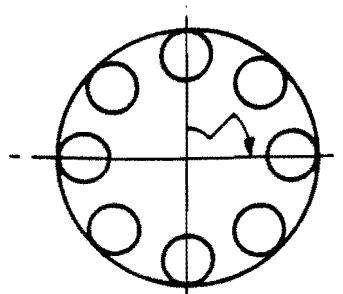
TABEL.

Eisen	weegfact.		Machinevormen											
	W1	W2	1			2			3			4		
Aantal te autom.hand.	2	3	2	4	6	4	8	12	5	10	15	5	10	15
Toegankelijkheid (verstelb./onderhoud)	5	5	3	15	15	5	25	25	5	25	25	5	25	25
Bedienbaar door 1 man	4	5	5	20	25	5	20	25	5	20	25	2	8	10
Omvang van de machine	2	2	5	10	10	4	8	8	3	6	6	3	6	6
Produktiegrootte	3	3	2	6	6	4	12	12	4	12	12	4	12	12
				55	62		<u>73</u>	<u>82</u>		<u>73</u>	<u>83</u>		51	68

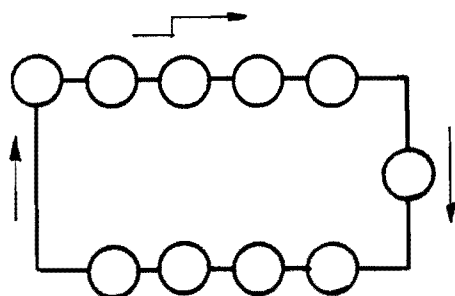
Vastgesteld kan worden, dat de draaitafel of de carroussel het meest geschikt is als basis voor de toekomstige ijkmachine.



figuur B18.1
Eénstationsmachine



figuur B18.2
Draaitafel



figuur B18.3
Carroussel



figuur B18.4
Lijnmachine

Bijlage 19: Definitief concept.

Achtereenvolgens zullen de verschillende handelingen, die per werkblok verricht moeten worden, beschreven worden. De ontwerpen, die uit dit concept volgen, moeten gebaseerd worden op de manometersituering, weergegeven in figuur 9 van het verslag. Deze situering is nl. verwerkt in de draagblokken.

Er zijn 7 handelingen te onderscheiden:

1. Toevoer van de ongeijkte manometer.

De handeling moet in de toekomst, wanneer de montagelijng geautomatiseerd is, tevens gemechaniseerd worden. Bijplaatsing van de draaitafel in de huidige montagelijng gebeurt de toevoer door een operator.

2. Voorcorrectie.

Bij zgn. critische meters ligt de maat van de geijkte stellus in de buurt van de karakteristieke maat van de stellus voor correctie (A). Om toch steeds van de onderzijde van HD naar HD toe te corrigeren, moet de stellus voor het corrigeren uitgebogen worden, zodat de ongeijkte meter altijd een lagere druk aangeeft op de wijzerplaat, dan dat deze zou moeten aangeven.

3. Spiraalveer spannen.

Waarom deze handeling uitgevoerd moet worden, is reeds beschreven. De spanning van de spiraalveer is dan voldoende, wanneer de wijzerspil precies één omwenteling tegen zijn "natuurlijke" beweging in geroteerd wordt. Met natuurlijke beweging wordt bedoeld: de beweging van de wijzer van LD naar HD of van LV naar HV. Deze spilverdraaiing kan bereikt worden door bv. een stappenmotor te koppelen met de spil. Om de verdraaiing mogelijk te maken, moet het tandsegment zoveel verdraaid worden, dat geen "koppeling" meer aanwezig is tussen tandsegment en wijzerspil.

4. IJken.

Deze handeling is reeds uitgebreid behandeld en zal in hoofdstuk 5 van het verslag als werkblok in een constructie weergegeven worden.

5. Schroefinstelling borgen.

Bij manometers uit de groep $\emptyset 100$ en $\emptyset 150$ is geen stellus in het mechaniek aanwezig. Zoals uit figuur 7 blijkt, geschiedt de instelling bij deze groep door verschuiving van een schroef in een sleuf. Met de schroef is de verbinding gemaakt tussen Bourdonveer en tandsegment.

Als een manometer van de montagemachine afkomt zorgt de bewuste operator ervoor, dat de schroefinstelling achter in de sleuf gezet wordt. M.a.w. de afstand van dat punt tot de segmentas moet zo groot mogelijk gemaakt worden. Zodoende ontstaan de resp. karakteristieke maten.

Nadat de handvast gedraaide schroefinstelling gecorrigeerd is, doordat door de wrijving heengedrukt is, moet de instelling geborgd worden. Dit geschiedt door de schroef verder aan te draaien. De positie van de schroef in de sleuf van het tandsegment kan vanuit het ijkwerkblok onthouden worden. Daar werd immers de stand door de grootte van de correctie bepaald.

6. Wijzer toevoeren, vastpersen en controleren.

In subpar. 3.5.4. is deze handeling reeds weergegeven. Tevens moet op deze plaats gecontroleerd worden of de wijzer in de goede stand op de wijzerspil gemonteerd is. Zo niet, moet een terugmelding naar de operator volgen. Hierna moet onderzocht worden, waarom de wijzer fout gemonteerd is. Dit kan b.v. voorkomen door een verkeerde instelling van het ijkwerkblok of een verkeerde toevoer van de wijzer. In bijlage 35 is een mogelijk probleem bij het wijzermonteren beschreven. Het betreft hier de Bourdonveerdoorbuiging.

7. Afvoer van de geijkte manometer.

Evenals de handeling in werkblok 1 moet deze handeling in de toe-

komst gemechaniseerd worden. Voorlopig zal de handeling door een operator uitgevoerd worden.

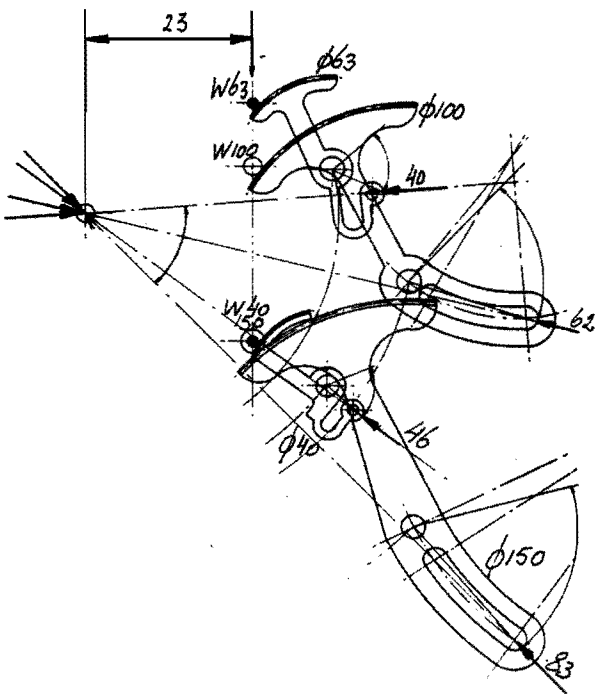
Vooruitlopend op de constructie, kan gesteld worden, dat het onmogelijk is om universele draagblokken te maken. M.a.w. het is niet mogelijk om alle 96 typen manometer op één draagblok te positioneren en te fixeren. Wél is het mogelijk om per mechaniekgroep ($\emptyset 40$, $\emptyset 63$, $\emptyset 100$ en $\emptyset 150$) een specifiek draagblok te maken, welke gemakkelijk op de daarvoor bestemde plaats in de draaitafel gemonteerd kan worden.

Bijlage 20: Isometrische projectie van het definitieve concept.

Een tekening van het definitieve concept is bijgevoegd in het tekeningenpakket.

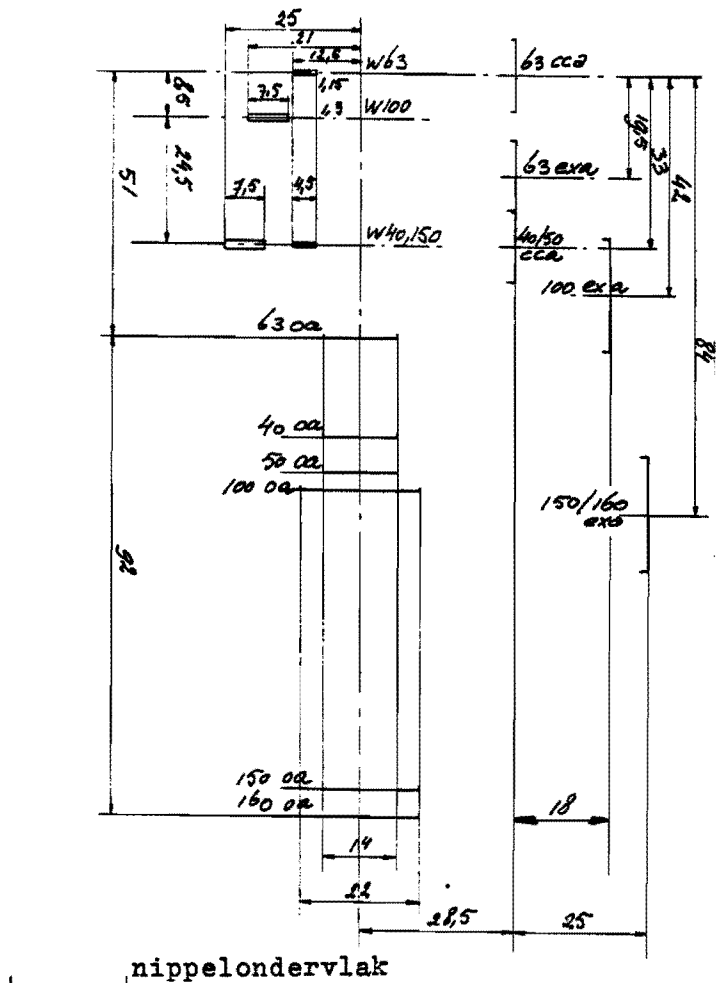
Bijlage 21: Maten, volgend uit de gekozen manometersituering.

De relevante maten, die uit de gekozen manometersituering uit figuur 9 volgen, zijn in figuren B21.1 en B21.2 weergegeven. Deze maten dienen vanzelfsprekend als basis voor de ontwerpen.



figuur B21.1

Maataanduiding voor wijzerspil en nippel.

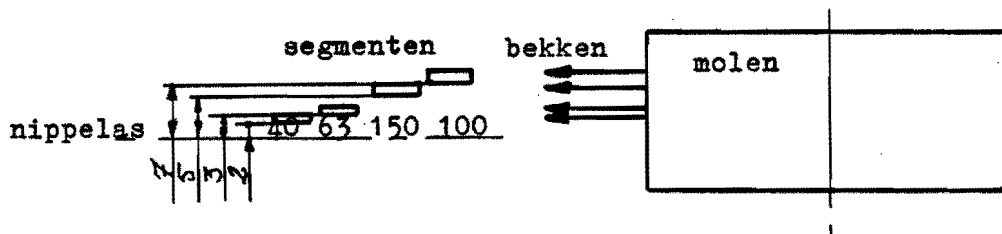


figuur B21.2

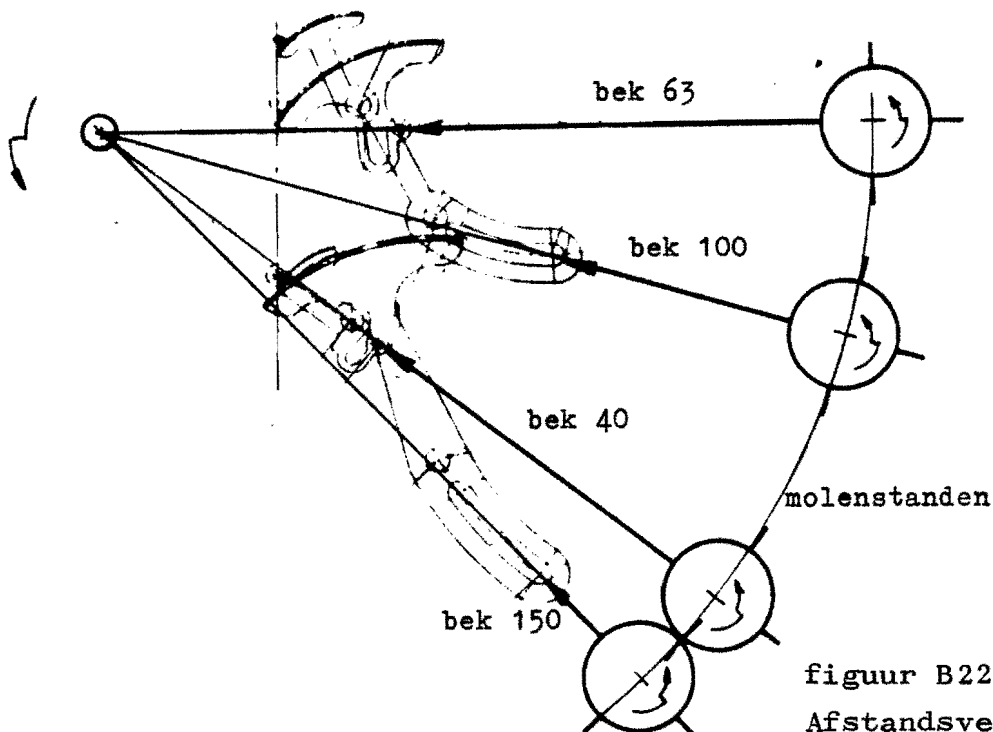
Maataanduiding voor tandsegmenten.

Bijlage 22: Molen met bekken.

De afstands- en hoogteverschillen kunnen in de constructie van de molen verwerkt worden. De onderstaande figuren illustreren dat. In figuur B22.1 is het hoogteverschil van de tandsegmenten t.o.v. de nippelas verwerkt in de hoogte, waarop de specifieke bekken geplaatst zijn in de molen. In figuur B22.2 is weergegeven, hoe het afstandsverschil van de resp. correctie-aangrijpingspunten van de bekken verwerkt zijn in de lengte van de bekken.



figuur B22.1
Hoogteverschil



figuur B22.2
Afstandsverschil

Bijlage 23: Spindelberekening.

De haalbare nauwkeurigheid voor de correctie en de doorvoer van de correctiekracht hangt af van het gekozen correctiesysteem (cilinder, stappenmotor en de overbrenging). Onderzocht wordt of een schroefspindel als overbrenging tussen stappenmotor en cilinder voldoet.

Stel p = spoed van de spindel (p van de gekozen spindel = 5mm)

n = aantal stappen van de stappenmotor per omwenteling.

(gekozen aantal stappen = 200 st./omw.)

De haalbare nauwkeurigheid van bovengenoemd systeem voor wat betreft de correctiegrootte, is

$$p/n = 5/200 = 0,025 \text{ mm} = 25 \text{ } \mu\text{m}$$

Dit is een factor 4 nauwkeuriger dan de gestelde eis van 0,1 mm.

Stel d = diameter van de spindel (d van de gekozen spindel = 15 mm)

C = correctiekracht = 100 N

α = spoedhoek

$$\tan \alpha = p/\pi d$$

$$F_t = \text{omtrekkracht} = C \times \tan \alpha$$

$$M = \text{moment, werkend op de spindel} = C \times \tan \alpha \times \frac{1}{2}d$$

Bij de gekozen waarden geeft dit : $M = 0,080 \text{ Nm}$

Het houdmoment van de stappenmotor moet groter zijn dan 0,080 Nm.

De gekozen grootheden, aangaande de spindel, voldoen voor deze constructie goed.

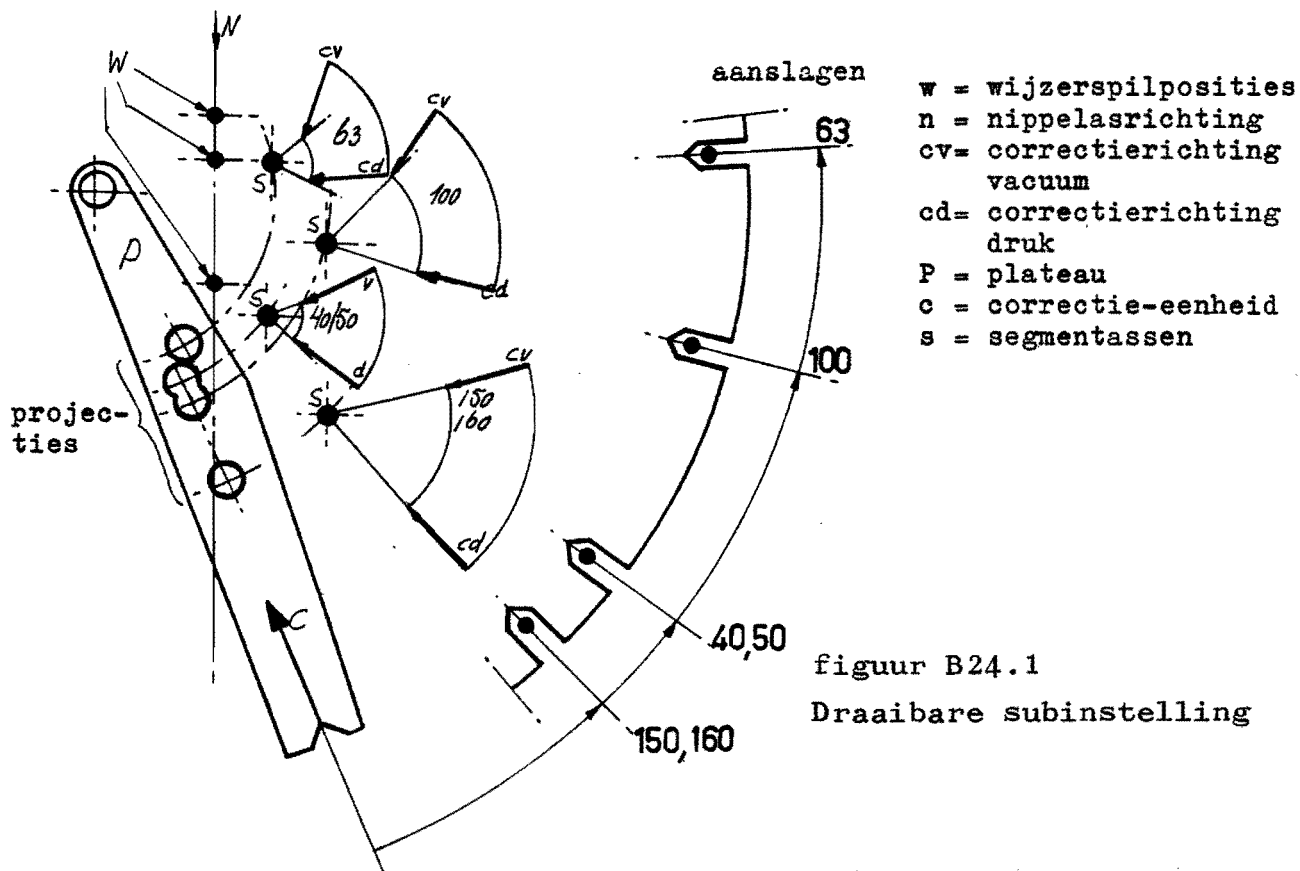
Bijlage 24: Instelling voorvacuum- en druk/vacuümc correcties.

Om alle soorten manometers (d.w.z. druk-, vacuum- en druk/vacuümmeters) te kunnen ijken, is er een instelbare correctie-eenheid nodig. Omdat de drukmeters het grootste deel van de productie vormen, is deze eenheid draaibaar om het geconstrueerde snijpunt. Voor de andere twee groepen moet echter ook een instelling voorhanden zijn. Dit kan op drie manieren:

1. Subinstelling op de drukinstelling (fig. B24.1)
2. Parallellograminstelling (fig. B24.2)
3. Drukinstelling in combinatie met de besturing (fig. B24.3)

ad. 1

Omdat er vier mechanieksoorten zijn en daardoor vier correctierichtingen moet de correctie-eenheid instelbaar zijn voor vier standen. Wanneer de resp. segmentassen per stand geprojecteerd worden op het plateau, waarop de correctie-eenheid geplaatst is, ontstaan er vier punten. De druk-, vacuum- en druk/vacuümc correctierichtingen snijden elkaar per mechanieksoort in de segmentas. De subinstelling moet dus per mechanieksoort draaibaar zijn om het resp. beeldpunt van de segmentas op het zgn. "drukplateau".



figuur B24.1
Draaibare subinstelling

Een voorbeeld zal het een en ander verduidelijken:

Een manometer $\varnothing 63$ mm vacuum moet geijkt worden. Het drukplateau wordt daartoe gedraaid tot de corresponderende aanslag. Eén van die punten op het plateau valt nu samen met de segmentas van mechaniek $\varnothing 63$. Om dat punt moet de subinstelling geroteerd worden, zodat de correctie-eenheid in vacuumstand (V) komt te staan. De correctie-eenheid is op deze manier gemakkelijk van de ene richting naar de andere richting ingesteld.

ad. 2

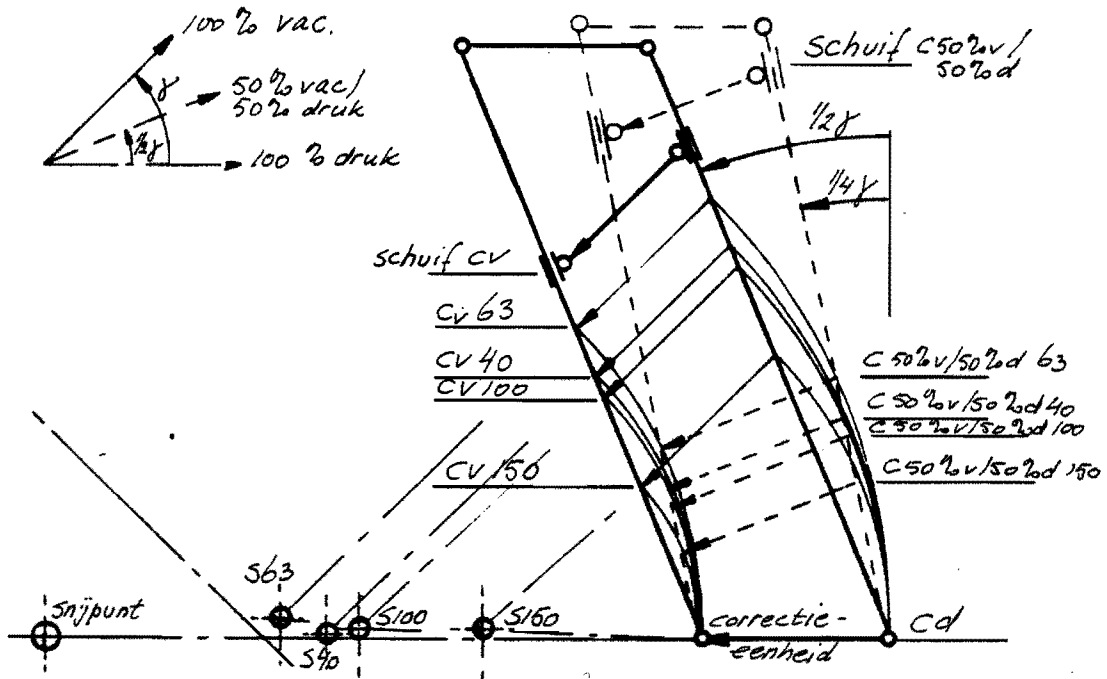
De subinstelling kan ook bereikt worden met behulp van een parallellograminstelling. Door gestelverwisseling kunnen alle tandsegmenten om het geconstrueerde snijpunt verdraaid worden totdat alle drukrichtingen samenvallen. Wanneer nu de vacuumcorrectierichtingen en b.v. de 50% druk/50% vacuumcorrectierichtingen bezien worden, blijkt dat binnen zo'n groep, alle correctierichtingen evenwijdig zijn. Door verdraaiing om de verschillende segmentassen ontstaan verschillende begin- en eindpunten van de correctie-eenheid. Deze liggen echter wel op een lijn. Figuur 24.2 verduidelijkt het een en ander.

Door de correctie-eenheid over die twee "rechtgeleidingen" te verschuiven kan het specifieke mechaniek bereikt worden. Door het parallellogram, opgespannen door de twee rechtgeleidingen en de correctie-eenheid, te "verdraaien" kan druk, vacuum of druk/vacuum ingesteld worden.

ad. 3

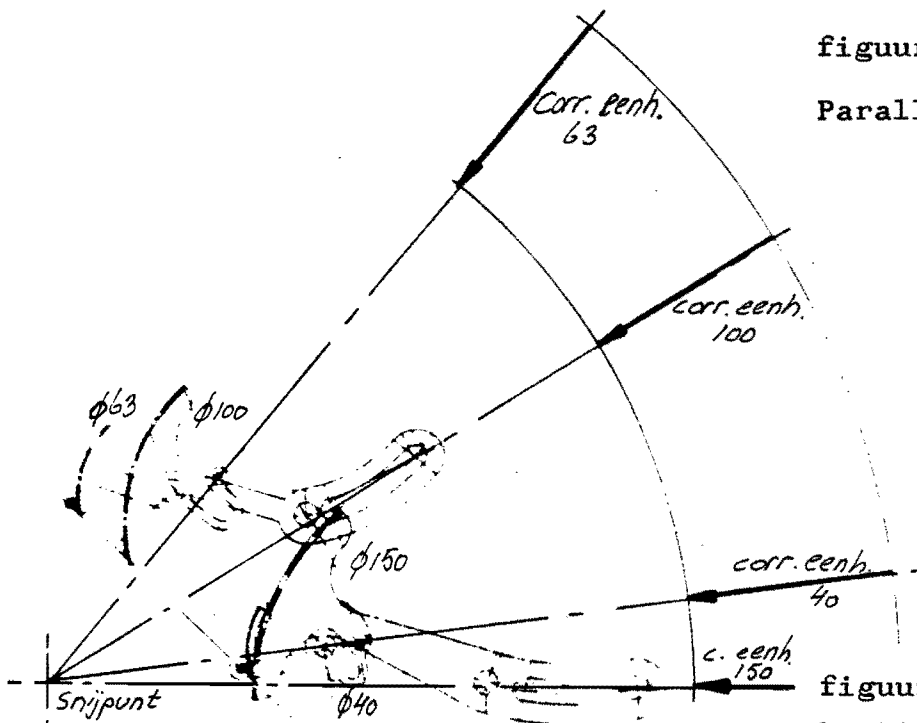
De stand van het tandsegment van de belaste vacuummeter komt ongeveer overeen met de onbelaste stand van een drukmetersegment. Wanneer de drukmeters onbelast geijkt worden en de vacuummeters belast geijkt worden, behoeft dit géén extra instelling. Blijven over de druk/vacuummeters. De stand van het tandsegment in onbelaste toestand ligt ergens tussen de onbelaste standen van 100%-druk- en 100%-vacuummeters. Dit soort meters worden geijkt m.b.v. de hulp-punten LD en HD (beide DRUK). Om de stand van het tandsegment op het moment van corrigeren samen te laten vallen met de segmentstand

van belaste vacuummeters en onbelaste drukmeters, moet, nadat bij druk de fouthoek gemeten is, vacuum gezogen worden. Hierna kan gecorrigeerd worden. Door deze gang van zaken per groep in de besturing vast te leggen, blijft de instelling zeer eenvoudig; nl. een rotatie om het eerder genoemde snijpunt.



figuur B24.2

Parallellograminstelling



figuur B24.3

Drukinstelling

Mogelijkheid 1 is te ingewikkeld. De moeilijkheid bestaat hierin, dat steeds door een ander corresponderend gat een pen gestoken moet worden om verdraaiing van de subinstelling mogelijk te maken. Het mechanisme, dat daarvoor aanwezig moet zijn, ligt dan precies in de baan van de houder-toevoer.

Mogelijkheid 2 was na geconstrueerd te zijn, veel te groot (0,5 bij 0,3 m).

Mogelijkheid 3 blijft dan over. Deze is eenvoudig te realiseren.

Bijlage 25: Constructie van de correctie-eenheid.

Een doorsnede tekening is bijgevoegd in het tekeningenpakket.

Bijlage 26: Proefstand ter bepaling van de toelaatbare massatraagheid en wrijving.

De toelaatbare massatraagheid is bepaald door ringetjes met verschillende dikten op een wijzer te plakken. De massatraagheden van deze ringen waren resp. $0,072 \text{ kgmm}^2$

$0,136 \text{ kgmm}^2$

$0,198 \text{ kgmm}^2$

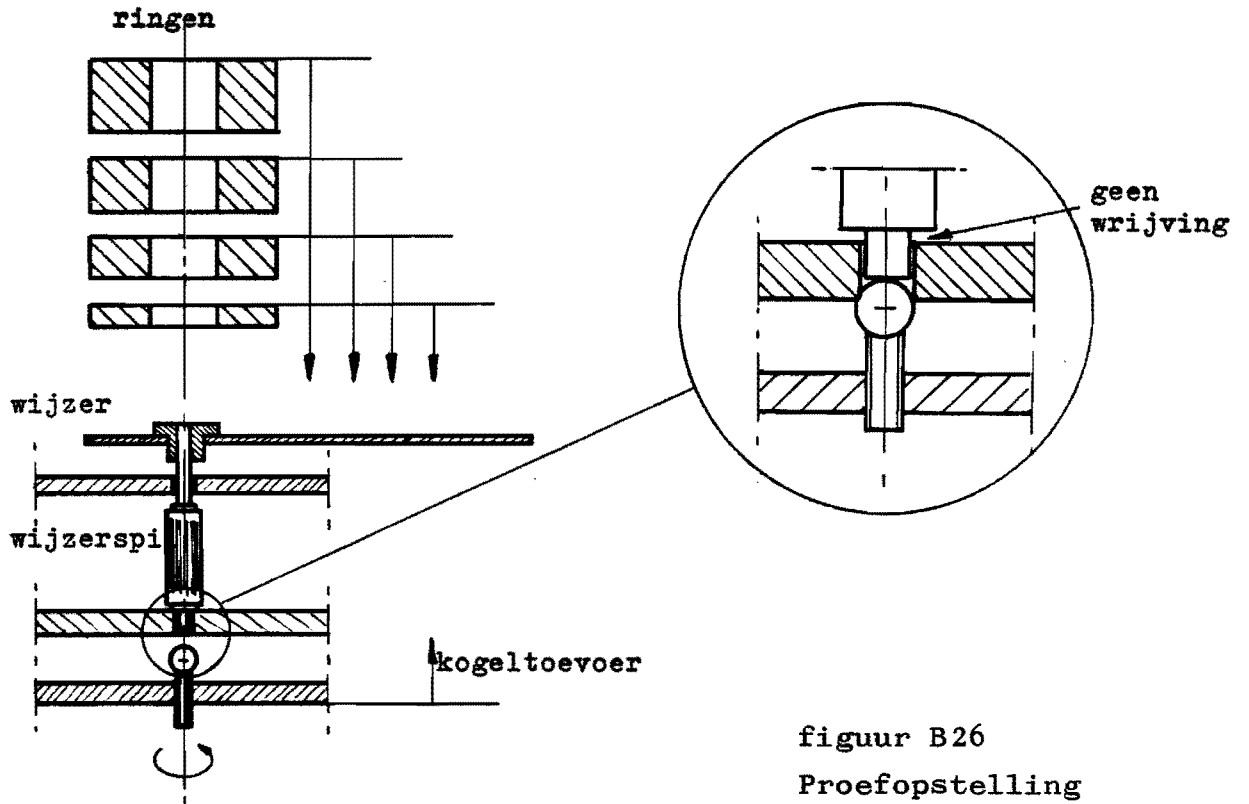
$0,246 \text{ kgmm}^2$

Bij plaatsing van deze ringen op de wijzerspil ontstaat een axiale kracht. Hierdoor neemt de wrijving toe. Dit had tot gevolg, dat de wijzer meestal de verkeerde druk aangaf. Om toch te weten te komen, wat de invloed van de massatraagheid was op de wijzeraanduiding moest de wrijving dus uitgeschakeld worden. Dit is op de volgende manier gebeurd:

Door een kogeltje onder de wijzerspil te plaatsen, "tolt" de wijzerspil op de kogel; m.a.w. er is een puntcontact tussen kogel en spil.

Daardoor is de wrijving tot een minimum gereduceerd. Na vele proefnemingen kon vastgesteld worden, dat de massatraagheid de slingering om een te bereiken evenwichtsstand nadelig beïnvloedt. De wijzer bereikte echter altijd de stand, die hij moest bereiken.

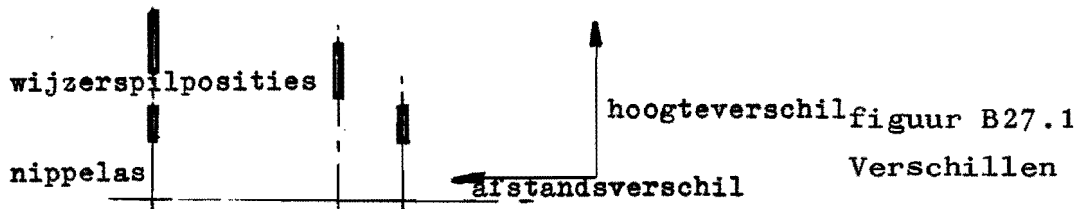
Konklusie: Bij de meter, waarbij de effecten van wrijving en massatraagheid, zonder het oplichten van de wijzerspil, het meest nadelig zouden zijn, kon zonder problemen een massatraagheid van $0,4 \text{ kgmm}^2$ toegevoegd worden. Het uitschakelen van de wrijving blijkt nodig te zijn. De proefopstelling is hieronder schematisch weergegeven.



figuur B26
Proefopstelling

Bijlage 27: Instelbaarheid van het hoekmeetsysteem.

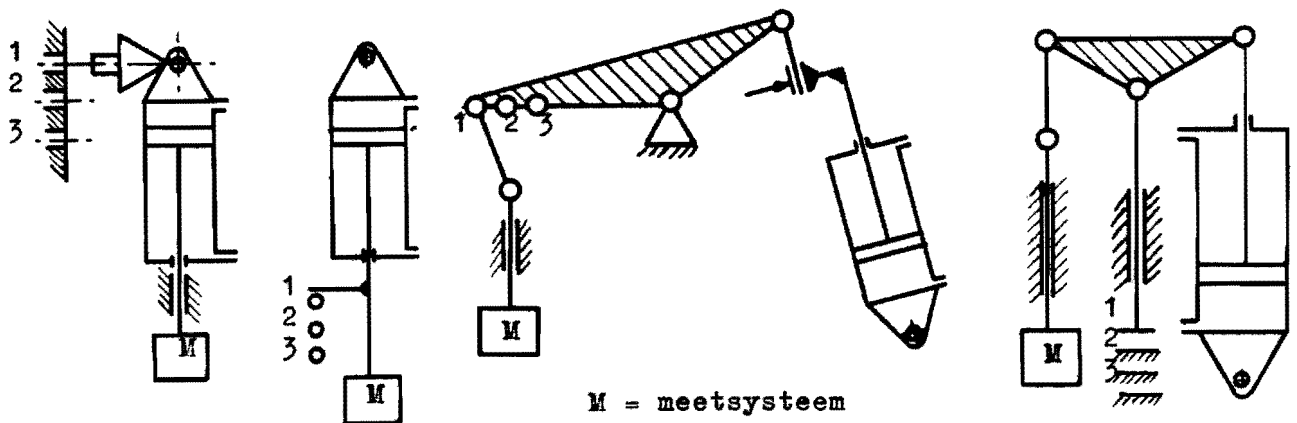
Uit bijlage 21 blijkt, dat de wijzerspinnen in twee richtingen variëren (figuur B27.1).



Het afstandsverschil is gemakkelijk te verwerken. Omdat de wijzerspinnen alle in een vlak liggen, kan het afstandsverschil overbrugd worden door het hele meetsysteem over een rechtgeleiding te laten bewegen.

Vooruitlopend op de constructie verdient het overbruggen van het hoogteverschil wat meer aandacht. Er zijn vier manieren onderzocht waarop het hoogteverschil te overbruggen is (figuur B27.2):

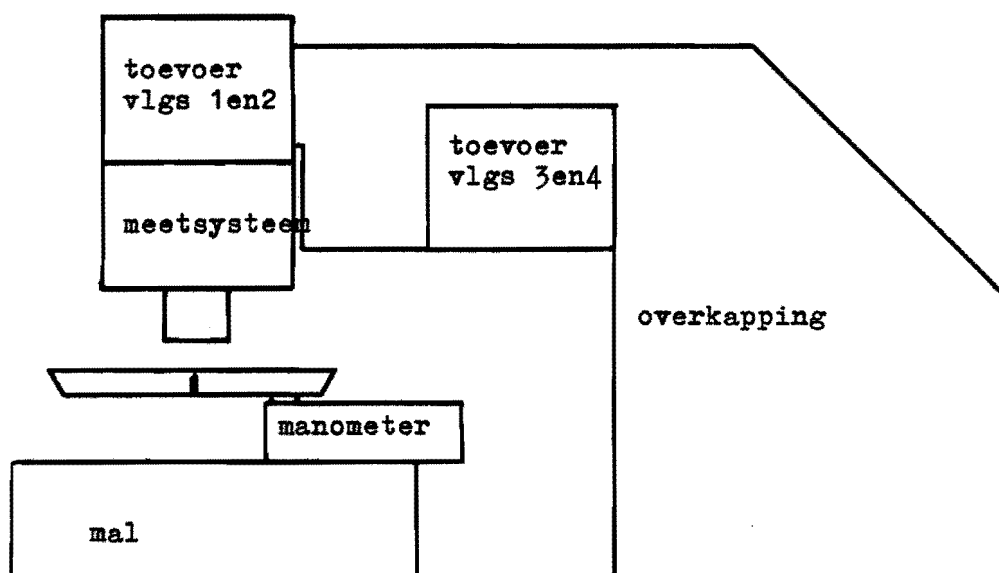
1. Toevoer cilinder instelbaar
2. Slag van toevoer instelbaar door aanslag
3. Variabele hefboom
4. Variabele hefboomsteun



figuur B27.2
Toevoersystemen

Oplossing 1 en 2 zorgden voor een "hoge" constructie. Omdat het meetsysteem als een soort overkapping over de draaitafel hangt, moet getracht worden zoveel mogelijk massa uit die overkapping te

halen (figuur B27.3). Bij mogelijkheid 3 en 4 ligt de massaverhouding gunstiger. Mogelijkheid 4 is echter minder nauwkeurig in te stellen: 1 mm verplaatsing van de hefboomsteun geeft 2 mm verplaatsing van de spilkoppeling. Mogelijkheid 3 wordt dus nader uitgewerkt.



figuur B27.3
"Overkapping"

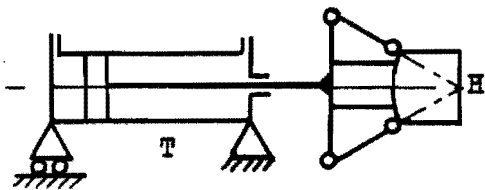
Bijlage 28: Constructie van het hoekmeetsysteem en de houdertoevoer.

De constructie is weergegeven op tekening. Deze is bijgevoegd in het tekeningenpakket.

Bijlage 29: Instelmechanismen.

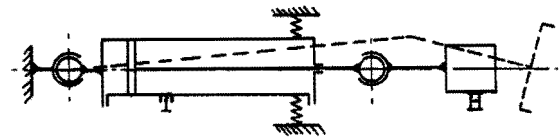
Er zijn vier mogelijkheden onderzocht om de hoekfout tussen het nippelondervlak en de houder op te heffen, nl.

1. Stangenmechanisme (compliant)
2. Kogelgewrichten
3. Elastisch opgehangen cilinder
4. Elastisch opgehangen houder

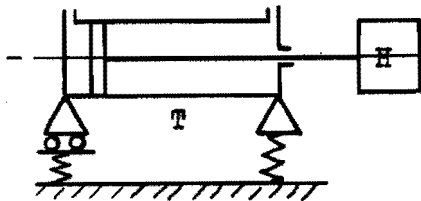


1.

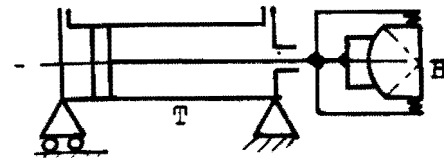
T = toevoer
H = houder



2.



3.



4.

figuur B29

Instelmechanismen

Mogelijkheid 1 valt af, omdat bij een evt. fouthoek het hele cilindergewicht bewogen moet worden. Wanneer de zwaartekracht dan tegenwerkt, is afdichting niet zeker. Het doorleiden van de reactiekracht naar "aarde" is tevens een moeilijkheid.

Bij mogelijkheid 3 en 4 is het instellen op zich gemakkelijk. Het doorleiden van de kracht van zuigerstang naar houder wordt echter ingewikkeld. Op het moment, dat kracht opgebouwd wordt, is het onzeker of de houder zich nog volledig richt naar het nippelondervlak. Derhalve wordt voor het systeem met kogelgewrichten gekozen (2). Deze kogelgewrichten kunnen grote krachten doorleiden. Het probleem, dat een instelling niet volledig kan zijn, wanneer kracht

opgebouwd wordt, is hier niet aan de orde. Omdat dit systeem instabiel is, zal de instelling net zolang doorgaan, totdat er evenwicht gevonden wordt door complete aanligging van de houder tegen het nippelondervlak.

Bijlage 30: Berekening van het voor- en achterdeksel van de houdertoevoer.

Gecontroleerd dient te worden of de draad in het voor- en achterdeksel van de houdertoevoer sterk genoeg is om drukken van 1000 bar op te vangen. Dit is op twee manieren gebeurd:

1. Afschuiving
2. Treksterkte

1. Het grondoppervlak van één winding is $0,54 \pi P \pi D$

De draad is M36x1,5

Het oppervlak is derhalve $89,3 \text{ mm}^2$

De druk van 1000 bar werkt op een oppervlak van $\varnothing 12 \text{ mm}$.

De kracht op het deksel t.g.v. de druk = 10300 N

De afschuiving in één winding is $\tau = 10300/89,3 = 115 \text{ N/mm}^2$

De toelaatbare afschuiving τ_{\max} van automatenstaal = 200 N/mm^2

2. Een hulpmiddel ter controle is de volgende:

Een spoed van 1,5 mm staat gelijk met een bout M 10

De massieve doorsnede van een dergelijke bout is $\pm 9 \text{ mm}$

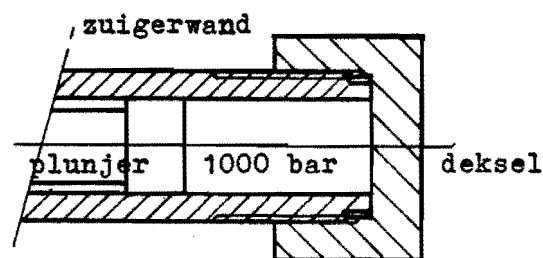
De oppervlakte van de doorsnede is daardoor $63,7 \text{ mm}^2$

De trekspanning is daarom $10300/63,7 = 161 \text{ N/mm}^2$

De maximale trekspanning σ_{\max} van automatenstaal = 400 N/mm^2

De $\sigma_{0,2}$ -grens = 320 N/mm^2 .

De draad is volgens beide methoden voldoende sterk.



figuur B30

Dekselconstructie

Bijlage 31: Vergelijking van besturingen.

Men kan een bewegingsplan met verscheidene typen besturingen realiseren, waarvan er vier vergeleken zullen worden:

1. Relaisbesturing
2. Solid State
3. Pneumatische schakeling
4. Programmable Logic Controller (PLC)

Eisen	Weegfact.	Besturingen			
		1	2	3	4
Flexibiliteit	3	1 3	1 3	1 3	3 9
Slijtage	5	1 5	3 15	1 5	3 15
Afmetingen	1	1 1	3 3	1 1	3 3
Storingzoeken	6	1 6	1 6	1 6	3 18
Kosten	3	1 3	1 3	1 3	2 6
Gevoelig voor netstoring	4	2 8	2 8	3 12	2 8
		26	38	30	<u>59</u>

De PLC komt als meest geschikte besturing uit de bus.

Bijlage 32: Bewegingsplan en besturing.

De vacuum- en de drukcorrecties moeten in de besturing verwerkt worden, omdat gekozen is voor een ijksysteem, waarbij de correctie-eenheid instelbaar is voor drukcorrecties. Zie ook par. 5.2. van het verslag. De functievolvergode voor de drie verschillende groepen wordt dan:

druk: 1. pos./fix.	druk/vac.: 1. pos./fix.	vac.: 1. pos./
2. houder/pulsg. toev.	2. H/P toev.	fix.
→ 3. LD	→ 3. LD	2. H/P
4. HD	4. HD	→ 3. LV
5. Ontluchten	5. Ontl.	4. HV
6. Corrigeren	6. HV	5. Corr.
7. LD	7. Corr.	6. Ontl.
8. HD	8. Ontl.	7. LV
9. Ontluchten	9. LD	8. HV
10. H/P afv.	10. HD	9. Ontl.
11. depos./defix.	11. Ontl.	10. H/P
	12. H/P afv.	11. depos.
	13. depos./defix.	defix.

Deze functievolvergode per groep is verwerkt in bewegingsplannen, welke zijn opgenomen in het tekeningenpakket.

Elk bewegingsplan moet in de besturing aangeroepen worden door een door de operator te bedienen keuzeschakelaar. Een vierstandenschakelaar (0, druk, druk/vac., vac.) zorgt ervoor, dat maar één programma tegelijk aangeroepen kan worden.

De logische functies, die uit de bewegingsplannen volgen, staan hieronder weergegeven. Daarna is het complete PLC- programma bijgevoegd. Ook dit programma is uitgetest op de aanwezige PLC-apparatuur.

X24: start	X30: vacuum
X25: tafeleindstandmelder	X31: druk/vacuum
X26: B= goedkeursignaal uit electr.	X32: druk
X27: clearingsignaal	
X28: oa - constatering	
X29: cca- en exa- const.	

Logische functies.Vacuum: X30

$$Y25 = \overline{X8} + \overline{X10} + \overline{CR256}$$

$$Y0 = \overline{X24} X25 Y25 (X30 + X31 + X32)$$

$$Y20 = X27$$

$$Y1 = X28 X1 Y20 Y25$$

$$Y2 = X29 X1 Y20 Y25$$

$$Y3set = X1 X6 Y20 Y25$$

$$\text{reset} = X8 X10 CR 256$$

$$Y4,23 = (X3 + X5) X7 \overline{CR256} CR257 X30$$

$$Y5,24 = (X3 + X5) X9 X30$$

$$Y6 = CR256 + \overline{CR257}$$

$$Y7 = \overline{CR256} X9 X11 CR257 \text{ tmr}$$

$$CR256 \text{ set} = X26$$

$$\text{reset} = X24$$

$$CR257 \text{ set} = X13$$

$$\text{reset} = X8 X10 \overline{CR257}$$

Druk: X32

$$Y25 = \text{idem}$$

$$Y0 = \text{idem}$$

$$Y20 = \text{idem}$$

$$Y1 = \text{idem}$$

$$Y2 = \text{idem}$$

$$Y3set = \text{idem}$$

$$Y3res. = \text{idem}$$

$$Y4,21 = (X3 + X5) X7 X12 \overline{CR256} \overline{CR258} \\ (X31 + X32)$$

$$Y5,22 = (X3 + X5)(X31 + X32) X9$$

$$Y6 = CR256 + CR 258$$

$$Y7 = X8 X10 \overline{CR256} CR258 \text{ tmr}$$

$$CR 256 \text{ set} = \text{idem}$$

$$\text{reset} = \text{idem}$$

$$CR258 \text{ set} = X11$$

$$\text{reset} = X15 + X24$$

Druk/vacuum : X31

$$Y25 = \text{idem}$$

$$Y0 = \text{idem}$$

$$Y20 = \text{idem}$$

$$Y1 = \text{idem}$$

$$Y2 = \text{idem}$$

$$Y3set = \text{idem}$$

$$\text{reset} = \text{idem}$$

$$Y4,21 = \text{idem druk}$$

$$Y5,22 = \text{idem druk}$$

$$Y6 = CR256 + CR258 \overline{X8} \overline{X10} + \overline{X12} \overline{CR258}$$

$$Y7 = \text{idem druk}$$

$$CR256 \text{ set} = \text{idem}$$

$$\text{reset} = \text{idem}$$

$$CR258 \text{ set} = \text{idem}$$

$$\text{reset} = \text{idem}$$

$$Y24 = X8 X10 \overline{CR256} CR258$$

ADRES	INSTRUKTIE	I/O	NR	OPMERKINGEN	I
0000	STR NOT	X	8		
0001	OR NOT	X	10		
0002	OR NOT	CR	256		
0003	OUT	Y	39	term	
0004	STR	X	30		
0005	OR	X	31		
0006	OR	X	32		
0007	AND NOT	X	24		
0008	AND	X	25		
0009	AND	Y	39		
0010	OUT	Y	0	positioneren / fixeren	
0011	STR	X	27		
0012	OUT	Y	24	clearing	
0013	STR	X	28		
0014	AND	X	1		
0015	AND	Y	24		
0016	AND	Y	39		
0017	OUT	Y	1	houder onderaansluiting	
0018	STR	X	29		
0019	AND	X	1		
0020	AND	Y	24		
0021	AND	Y	39		
0022	OUT	Y	2	houder achteraanluiting	
0023	STR	X	1		
0024	AND	X	6		
0025	AND	Y	24		
0026	AND	Y	39	setsignaal pulsgever-toev.	
0027	OR	CR	259	houdsignaal	
0028	STR NOT	X	8		
0029	OR NOT	X	10		
0030	OR NOT	CR	256	reset signaal	

ADRES	INSTRUKTIE	I/O	NR	OPMERKINGEN ^{II}
0031	STR AND	-	-	
0032	OUT	CR	259	
0033	STR	CR	259	
0034	OUT	Y	3	pulsgever toev.
0035	STR	X	31	
0036	OR	X	32	
0037	AND NOT	CR	258	
0038	AND	X	14	
0039	STR	X	30	
0040	AND	CR	257	
0041	STR OR	-	-	
0042	AND NOT	CR	256	
0043	AND	X	7	
0044	STR	X	3	
0045	OR	X	5	
0046	STR AND	-	-	
0047	OUT	Y	8	LV(D) hulpcilinder
0048	STR	X	3	
0049	OR	X	5	
0050	AND	X	30	
0051	AND	X	7	
0052	AND NOT	CR	256	
0053	AND	CR	257	
0054	OUT	Y	27	laag vacuüm klep
0055	STR	X	3	
0056	OR	X	5	
0057	STR	X	31	
0058	OR	X	32	
0059	STR AND	-	-	
0060	AND	X	7	
0061	AND	X	14	

ADRES	INSTRUKTIE	I/O	NR	OPMERKINGEN ^{III}
0062	AND NOT	CR	256	
0063	AND NOT	CR	258	
0064	OUT	Y	25	lage druk klep
0065	STR	X	3	
0066	OR	X	5	
0067	AND	X	9	
0068	OUT	Y	9	HV(0) hulpcilinder
0069	STR	Y	9	
0070	AND	X	30	
0071	STR	X	31	
0072	AND	X	8	
0073	AND	X	10	
0074	AND NOT	CR	256	
0075	AND	CR	258	
0076	STR OR	-	-	
0077	OUT	Y	28	hoog vacuum
0078	STR	X	31	
0079	OR	X	32	
0080	AND	Y	9	
0081	OUT	Y	26	hoge druk
0082	STR	CR	256	
0083	OR NOT	CR	257	
0084	AND	X	30	
0085	STR	CR	256	
0086	OR	CR	258	
0087	AND	X	32	
0088	STR OR	-	-	
0089	STR	CR	256	
0090	STR	CR	258	
0091	AND NOT	X	8	
0092	AND NOT	X	10	

ADRES	INSTRUKTIE	I/O	NR	OPMERKINGEN ^{IV}
0093	STR NOT	X	14	
0094	AND NOT	CR	258	
0095	STR OR	-	-	
0096	STR OR	-	-	
0097	AND	X	31	
0098	STR OR	-	-	
0099	OUT	Y	10	ontluchting c.g. beluchting
0100	STR	CR	256	
0101	AND	X	9	
0102	AND	X	11	
0103	AND	CR	257	
0104	AND	X	30	
0105	STR	X	31	
0106	OR	X	32	
0107	AND	X	8	
0108	AND	X	10	
0109	AND NOT	CR	256	
0110	AND	CR	258	
0111	STR OR	-	-	
0112	STR NOT	X	15	
0113	TMR	-	-	
0114	-	-	50	
0115	-	-	-	
0116	OUT	Y	11	correctie
0117	STR	X	26	
0118	OR	CR	256	
0119	AND NOT	X	24	
0120	OUT	CR	256	goedkeur
0121	STR	X	8	
0122	AND	X	10	
0123	AND NOT	CR	257	

Bijlage 33: Clearingsignaal en display.

Iedere instelmogelijkheid koppelt de actuele stand terug naar de besturing. Komen deze signalen niet overeen met het type manometer, wat op het draagblok ligt, wordt geen clearingsignaal afgegeven. De machine start derhalve niet. Hoe het clearingsignaal ontstaat, staat op tekening schematisch weergegeven.

Bovenstaande signalen kunnen zichtbaar gemaakt worden op een display. De operator kan dan gemakkelijk zien , hoe de instellingen op dat moment zijn. Wanneer de machine niet start, kan hij/zij meteen zien, welke instelling niet goed is.

Bijlage 34: Kosten.

De kosten van het nu geconstrueerde ijkwerkblok kunnen onderverdeeld worden in twee groepen:

1. Zelf gefabriceerde produkten
2. Ingekochte produkten

1. De kosten van de zelf gefabriceerde produkten worden geschat op f 20.000,=.
2. De geschatte kosten van de ingekochte produkten zijn:

- stappenmotor met aansturing	f2500,-
- pulsgever met teller	f2100,-
- glijtafel	f 250,-
- cilinders	f 150,-
- kleppen	f1500,-
- kogelgewrichten	f 300,-
- kogelhuisen	f 85,-
- vuilafstrijkers	f 10,-
- kogelbussen	f 110,-
- kogelspindel en moer	f3500,-
- tandriemoverbrenging	f 200,-
- PLC + signaalgevers	<u>f4000,-</u>
	± f15000,-

De totale kosten komen daarmee op ± f35000,-. Voor andere kosten, zoals bv. ringetjes, bouten, leidingen en bedrading, is nog eens 10 % van het totaal uitgetrokken. De uiteindelijke kosten liggen rond f40000,-.

Documentatie van de ingekochte goederen is hierna weergegeven.

Documentatie

Onderdeel	Merk	Type	Evt. leverancier
Glijtafel	P.E.	GAN 3075	ZAB-METALIN
Kogelgewricht	Hirschmann	SFC 8	Kimman Rotterdam
Stappenmotor	SLO-SYN	M061	TSB Westervoort
Kogelrechtgeleiding	P.E.	PAL 1030 1017	ZAB-METALIN
Tandriemoverbrenging d _{wiel} = 19,35 mm asafstand = 70 mm	Synchroflex	T2,5-200	Bergmann Berkel/Rod.
Kogelspindel/moer	Star/Almé	1502-6-7001	ATB Amsterdam
Inkrementele pulsgever	Steggmann	DG 35	TSB Westervoort
Cilinders	Sempress	div.	
Veren	Tevema	div.	Tevema Amsterdam

Deze produkten zijn in de constructie verwerkt en staan derhalve in de tevens bijgevoegde stuklijst.

7b	2		O-RING		SMS 1586	SIMRIT 18,3 x 2,4
7a	2		O-RING		SMS 1586	SIMRIT 41,2 x 5,7
17	1	A4	ACHTERDEKSEL	St 316 Ti		φ 50 x 70
6a	1		U-MANCHET	U-125		9ACO
16	2	A3	ZUIGERSTANG	Chr. st.	AISI 403F	φ 15 x 227 / 152
15	1	A3	CILINDERWAND	BRONS	DIN 1705	φ 20 x 140 / 65
14	2	A3	CILINDERHUIS	St 316 Ti		φ 40 x 140 / 65
3b	2		O-RING		SMS 1586	SIMRIT 23,3 x 2,4
3a	2		O-RING		SMS 1586	SIMRIT 41,2 x 5,7
13	2	A4	VOORDEKSEL	St 316 Ti		φ 50 x 44
2b	2		VEERRING	St.	NEN 1197	B-8,2
2a	2		CILINDERKOPBOUW MET BINNENBAND	St. 8.8	NEN 1241	M8 x 20
2	1	A3	OPHANGBLOK	St. 37		103 x 80 x 20
11	1	A3	U-PROFIEL	St. 37-1	DIN 17100	UNP 80 x 45 x 6
10	1	A4	BEUGEL	St. plaat		
1b	2		VEERRING	St.	NEN 1197	B-4,1
1a	2		CILIND. B.W. 2	St. 8.8	NEN 1241	M4 x 10
9	1	A3	FRAME	St. plaat		r.h. Buis 110 x 70 x 80
3b	2		GAFFEL	St. plaat		
3a	1		SCHOTELVEER	S 02800	DIN 2093	18 x 8,2 x 1,25
8	1		D.W. CILINDER	SBD 19/15		SEMPRESS
7b	2		VEERRING	St.	NEN 1197	B-6,1
7a	2		CIL. KOP. B. BIN. 2	St. 8.8	NEN 1241	M6 x 14
7	1	A4	HEFBOOMSTAM	St 37 K		90 x φ 15
5b	8		VEERRING	St.	NEN 1197	B-4,1
5a	8		CIL. KOP. B. BIN. 2	St. 8.8	NEN 1241	M4 x 10
6	1		GLIJTAFEL	GAN 3075		ZAD-METALIN
5a	1		STELSCHROEF	St. 10.9	NEN 2341	M4 x 10
5	1	A4	HEFBOOM	St. plaat		80 x 30 x 5
4	2	A4	STRIP	St. plaat		65 x 10 x 2
3	1		STEUN	St. plaat		
2b	4		VEERRING	St.	NEN 1197	B-3,1
2a	4		CIL. KOP. B. BIN. 2	St. 8.8	NEN 1241	M3 x 10
2	1		INKREMENTELE PULSREYER	D9 35		STEGMANN
1a	2		RUBBERRING			3,2 x 2 x 0,76
1	1	A4	KLEM	Aluminium		φ 6 x 4 x 25
tek. nr.	aantal	formaat	benaming	materiaal	norm. of tek. nr.	opmerking

omschrijving:

STUKLIJST DEEL 1

vervangt tek. nr.:

vervangen door:

tek. nr.:

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

get.: A. B.

formaat

gez.:

A4

Bedrijfsmechanisatie

21b	16		VEERRING	St.	NEN 1197	B-8,2
30b	2		VEERRING	St.	NEN 1197	B-8,2
30a	2		CIL. KOP. B. BIN. 2.	St. 8.8	NEN 1241	M8x12
30	1	A4	REACTIEBLOK	St. 37		∅ 30 x 40
29b	4		VEERRING	St.	NEN 1197	B-8,2
29a	4		CIL. KOP. B. BIN. 2.	St. 8.8	NEN 1241	M8x20
29	1	A3	OPHANGBLOK	St. 37		∅ 80 x 20
28b	4		VEERRING	St.	NEN 1197	B-8,2
28a	4		CIL. KOP. B. BIN. 2.	St. 8.8	NEN 1241	M8x20
28	1	A3	OPHANGBLOK	St. 37		∅ 80 x 20
27a	2	A4	BLOK	BRONS	DIN 1705	∅ 50 x 75
27	2	A3	AS	autom. st.	AISI 403F	∅ 20 x 290
26c	4		STELSCHROEF	St. 10.9	NEN 2341	M4x10
26b	8		VEERRING	St.	NEN 1197	B-8,2
26a	8		CIL. KOP. B. BIN. 2.	St. 8.8	NEN 1241	M8x50
26	4	A4	ASBLOK	St. 37		45x40x35
25	2	A4	AS	autom. st.	AISI 403F	∅ 8 x 25
24b	2		O-RING		R 106	GACO
24a	8		RUBBERRING			
24	2	A4	HOUDER	autom. st.	AISI 403F	∅ 25 x 50
23c	8		VEERRING	St.	NEN 1197	B-4,1
23b	8		CIL. KOP. B. BIN. 2.	St. 8.8	NEN 1241	M4x10
23a	2		VUILAFSTRUKER		type AS	SIMRIT ∅ 16x10x4,5
23	2	A4	RING	St. plaat		∅ 50 x 3
22a	2		O-RING		SHS 1584	SIMRIT ∅ 10,3 x 2,4
22	2	A4	BUS	BRONS	DIN 1705	∅ 25 x 14
21a	16		CIL. KOP. B. BIN. 2.	St. 8.8	NEN 1241	M8x25
21	4	A4	STEUN	St. 37 K		∅ 30 x 190
20b	2		VEERRING	St.	NEN 1197	B-8,2
20a	2		CIL. KOP. B. BIN. 2.	St. 8.8	NEN 1241	M8x20
20	1	A3	REACTIEBLOK	St. 37		∅ 80 x 40
19a	2	A4	AS	autom. st.	AISI 403F	∅ 8 x 6
19	4		KOGELGEWICHT	SFC 8	DIN 648-K	HIRSCHMANN.
18b	2		VEERRING	St.	NEN 1197	B-8,2
18a	2		CIL. KOP. B. BIN. 2.	St. 8.8	NEN 1241	M8x20
18	1	A3	OPHANGBLOK	St. 37		103 x 80 x 20
stuk nr.	aantal	formaat	benaming	materiaal	norm. of tek. nr.	opmerking

omschrijving:

STUKLIJST DEEL 2

vervangt tek. nr.:

vervangen door:

tek. nr.:

formaat

get.: A.B.

gez.:

A4



Bedrijfsmechanicatie

47c	1		ZESKANTHOER	St. 8.8	NEN 1560	M6
47b	1		VEERRING	St.	NEN 1197	B-6,1
47a	1		CIL. KOP. B. BIN.2	St. 8.8	NEN 1241	M6 x 10
47	1	A4	KLEMRING	St. plaat		130 x 20 x 2
46	1	A4	CILINDERHUIS	div.		∅ 53 x 170
45	1		D.W. CILINDER	SBD 19/75		SEMPRESS
44	1	A4	TUSSENAS	autom. st.	AISI 403F	∅ 15 x 49
43a	8		CIL. KOP. B. BIN.2	St 8.8	NEN 1241	M5 x 30
43	2		KOGEL (HUIS) BUS		PAL ¹⁰³⁰ ₁₀₁₇	ZAB-METALIN
42	1	A4	PEN	autom. st.	AISI 403F	∅ 10 x 51
41b	2		VEERRING	St.	NEN 1197	B-4,1
41a	2		CIL. KOP. B. BIN.2	St. 8.8	NEN 1241	M4
41	1	A4	TANGAS	div.		∅ 70 x 49
40	1	A4	MOLEN	St 3/6 Ti		∅ 70 x 20
39	1	A4	BUS	BRONS	DIN 1705	∅ 25 x 22
38	1	A4	BEUGEL	St: plaat		305 x 60 x 5
37c	4		STELSCHROEF	St 10.9	NEN 2341	M6 x 10
37b	4		VEERRING	St.	NEN 1197	B-6,1
37a	4		CIL. KOP. B. BIN.2	St. 8.8	NEN 1241	M6 x 20
37	2	A4	ASSEMBLOK	St. 37		60 x 30 x 15
36b	2		VEERRING	St.	NEN 1197	B-6,1
36a	2		CIL. KOP. B. BIN.2	St. 8.8	NEN 1241	M6 x 12
36	1	A4	SLEDEAS	autom. st.	AISI 403F	∅ 18 x 50
35c	4		STELSCHROEF	St. 10.9	NEN 2341	M4 x 14
35b	8		VEERRING	St.	NEN 1197	B 8,2
35a	8		CIL. KOP. S. BIN.2	St 8.8	NEN 1241	M8 x 30
35	4	A4	STEUN	St. 37		∅ 30 x 90
34	2	A4	GELEIDEAS	autom. st.	AISI 403F	∅ 10 h 6 x 160
33c	4		STELSCHROEF	St. 10.9	NEN 2341	M4 x 10
33b	8		VEERRING	St.	NEN 1197	B-6,1
33a	8		CIL. KOP. B. BIN.2	St 8.8	NEN 1241	M6 x 12
33	4	A4	GELEIDE BLOK	BRONS	DIN 1705	∅ 30 x 14
32a	2		ZESKANTHOER	St 8.8	NEN 1560	M3
32	1	A4	AS	autom. st.	AISI 403F	∅ 4 h 6 x 74
31b	8		VEERRING	St.	NEN 1197	B-8,2
31a	8		CIL. KOP. B. BIN.2	St 8.8	NEN 1241	M8 x 20
31	1	A3	BEUGEL	St. plaat		570 x 80 x 5

stuk
nr.aan-
talfor-
maat

benaming

materiaal

norm. of
tek. nr.

opmerking

omschrijving:

STUKLIJST DEEL 3

vervangt tek. nr.:

vervangen door:

tek. nr.:

formaat

get.: A. B.

gez.:

A4



Bedrijfsmechanische

50b	4		VEERRING	St.	NEN 1197	B-8,2
60a	4		CIL. KOP. B. BIN. 2	St. 8.8.	NEN 1241	M8x10
60	1	A2	FRAMEPLAAT	St. plaat		570x265x5
59	1	A1	FRAME	UNP 40/100		
58	1	A1	SLEDE	div.		
57b	2		VEERRING	St.	NEN 1197	B-6,1
57a	2		CIL. KOP. B. BIN. 2	St. 8.8.	NEN 1241	M6x20
57	1	A4	GELEIDE BLOK	St. 37.		45x35x15
56c	1		PASBOUT	St. 12.9		UNBRAKO M6x8b8x20
56b	2		VEERRING	St.	NEN 1197	B-6,1
56a	2		CIL. KOP. B. BIN. 2	St. 8.8	NEN 1241	M6x20
56	1	A4	SLEEPBLOK	St. 37		60x50x20
55	2	A4	AS	autom. st.	ATSE 403A	Ø10h6x180
54	2	A4	AFSTANDS BUS	St. 3/6 T;		Ø14x9
53a	1		VLAKKE INL. SPIE		DIN 6885	3Pg x 14 x 1,8
53	1		TANDRIEMOVERBO			Synchroflex T2,5/200
52b	2		VEERRING	St.	NEN 1197	B-8,2
52a	2		CIL. KOP. B. BIN. 2	St. 8.8	NEN 1241	M8x20
52	1	A4	LAGERHUIS	St. 37		75x55x40
51b	4		VEERRING	St.	NEN 1197	B-6,1
51a	4		CIL. KOP. B. BIN. 2	St. 8.8	NEN 1241	M6x20
51	1		KOGELMOER (50)			STAR 1502-0-1001
50d	1		GROEFKOGELLAGER	608		SKF 22x8x7
50c	1		BORGVEERRING		DIN 471	6x0,7
50b	1		GROEFKOGELLAGER	61900		SKF 22x10x7
50a	1		LAGE ZESK. MOER	St. 8.8	NEN 2334	M10
50	1	A4	KOGELSPINDEL			STAR 1502-0-1001
49e	1		CIL. KOP. B. BIN. 2	St. 8.8	NEN 1241	M8x12
49d	1		VEERRING	St.	NEN 1197	B-8,2
49c	1		CIL. KOP. B. BIN. 2	St. 8.8.	NEN 1241	M6x25
49b	1		ZESKANTMOER	St. 8.8.	NEN 1560	M6
49a	1		VEERRING	St.	NEN 1197	B-6,1
49	1	A4	VEERBEVEST.	St. 37.		Ø20x37
48	1		TREKVEER	T 31280		TEVEMA SPEC
stuk nr.	aantal	for-maat	benaming	materiaal	norm. of tek. nr.	opmerking

omschrijving:

STUKLIJST DEEL 4

vervangt tek. nr.:

vervangen door:

tek. nr.:

get.: A.B.

gez.:

formaat

A4

TREKVEREN

1 KG = 9,80665 Newton 1 N = 0,10197 KG
 Pv = ~ 15% van P₁

P Roestvrijstaal = 0,833 X Pianostaal

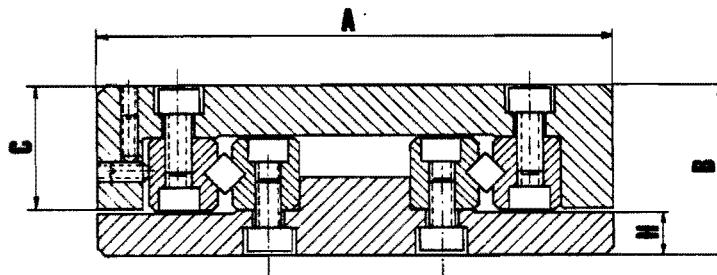
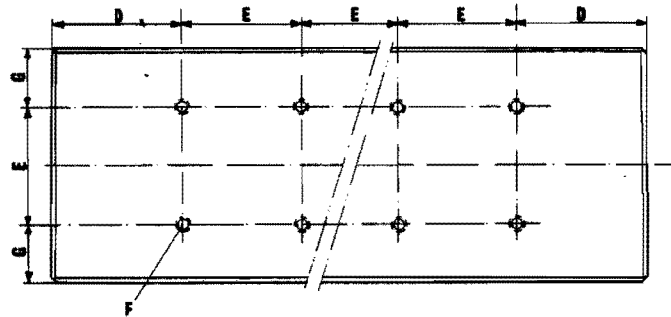
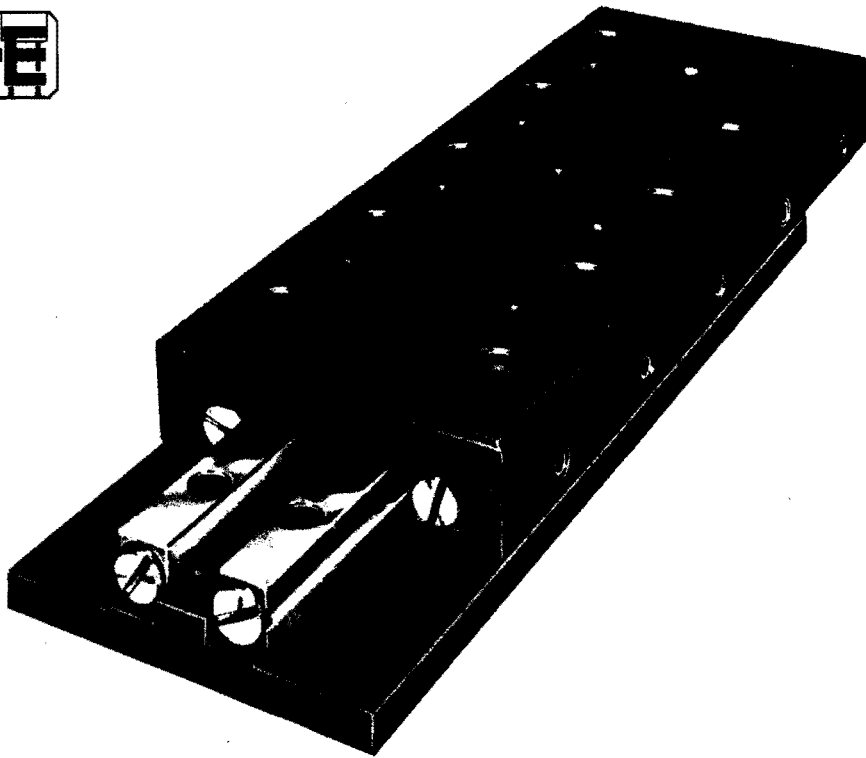
Tevema  **BARNES**
 TELEFOON 020 - 822961
 TELEX 11339

D	D ₁	L	f	Pianostaal				Roestvrijstaal				
				P ₁ Newton	P/f N/mm	Nummer	Prijsgroep	P ₁ Newton	P/f N/mm	Nummer	Prijsgroep	
0,5	2,0	7,9	1,71	16,1	7,98	T30800	B	13,4	6,65	T40800	E	
		10,9	2,74		4,98	T30810	B		4,15	T40810	E	
		15,4	4,28		3,19	T30820	B		2,66	T40820	E	
	3,0	9,5	4,32	12,0	2,35	T30830	B	10,0	1,96	T40830	E	
		12,5	6,91		1,47	T30840	B		1,22	T40840	E	
		17,0	10,80		0,94	T30850	B		0,78	T40850	E	
		24,5	17,30		0,59	T30860	B		0,49	T40860	E	
		290,0	210,00		0,05	T30870	D		0,04	T40870	H	
	5,0	12,7	13,10	7,8	0,51	T30880	B	6,5	0,42	T40880	E	
15,7		20,90	0,31		T30890	B	0,26		T40890	E		
20,2		32,70	0,21		T30900	B	0,17		T40900	E		
27,7		52,30	0,13		T30910	B	0,11		T40910	E		
37,7		78,40	0,09		T30920	B	0,07		T40920	E		
0,55	2,25	8,8	1,98	19,0	8,18	T30930	B	15,8	6,81	T40930	F	
		12,1	3,17		5,11	T30940	B		4,26	T40940	F	
		17,0	4,96		3,27	T30950	B		2,72	T40950	F	
	2,95	9,9	3,68	15,7	3,63	T30960	B	13,1	3,02	T40960	F	
		13,2	5,89		2,27	T30970	B		1,89	T40970	F	
		18,1	9,20		1,45	T30980	B		1,21	T40980	F	
		26,4	14,70		0,90	T30990	B		0,75	T40990	F	
	5,45	13,9	14,10	9,5	0,58	T31000	B	7,9	0,48	T41000	F	
		17,2	22,50		0,36	T31010	B		0,30	T41010	F	
		22,1	35,10		0,23	T31020	B		0,19	T41020	F	
		30,4	56,20		0,15	T31030	B		0,12	T41030	F	
		41,4	84,30		0,10	T31040	B		0,08	T41040	F	
0,63	2,37	9,7	1,85	26,2	12,10	T31050	C	21,8	10,08	T41050	F	
		13,5	2,96		7,51	T31060	C		6,26	T41060	F	
		19,2	4,62		4,81	T31070	C		4,01	T41070	F	
	3,87	12,1	5,65	18,3	2,77	T31080	C	15,2	2,31	T41080	F	
		15,9	9,04		1,73	T31090	C		1,44	T41090	F	
		21,6	14,10		1,11	T31100	C		0,92	T41100	F	
		31,0	22,60		0,70	T31110	C		0,58	T41110	F	
	6,37	16,1	16,60	12,2	0,62	T31120	C	10,2	0,52	T41120	F	
		19,9	26,60		0,39	T31130	C		0,32	T41130	F	
		25,6	41,60		0,25	T31140	C		0,21	T41140	F	
		35,0	66,50		0,16	T31150	C		0,13	T41150	F	
		47,6	99,70		0,11	T31160	C		0,09	T41160	F	
	0,7	2,8	11,1	2,36	30,7	11,10	T31170	C	25,6	9,25	T41170	F
			15,3	3,78		6,95	T31180	C		5,79	T41180	F
			21,6	5,90		4,44	T31190	C		3,70	T41190	F
4,3		13,5	6,25	22,6	3,07	T31200	C	18,8	2,56	T41200	F	
		17,7	10,00		1,92	T31210	C		1,60	T41210	F	
		24,0	15,60		1,23	T31220	C		1,02	T41220	F	
		34,5	25,00		0,77	T31230	C		0,64	T41230	F	
6,8		17,5	16,90	15,4	0,78	T31240	C	12,8	0,65	T41240	F	
		21,7	27,00		0,49	T31250	C		0,41	T41250	F	
		28,0	42,20		0,31	T31260	C		0,26	T41260	F	
		38,5	67,50		0,20	T31270	C		0,17	T41270	F	
		52,5	101,00		0,13	T31280	C		0,11	T41280	F	
0,8	3,2	12,6	2,66	39,9	12,70	T31290	C	33,2	10,58	T41290	F	
		17,4	4,26		8,00	T31300	C		6,66	T41300	F	
		24,6	6,66		5,10	T31310	C		4,25	T41310	F	
	4,7	15,0	6,40	30,2	4,00	T31320	C	25,2	3,33	T41320	F	
		19,8	10,20		2,50	T31330	C		2,08	T41330	F	
		27,0	16,00		1,60	T31340	C		1,33	T41340	F	
		39,0	25,60		1,00	T31350	C		0,83	T41350	F	
		290,0	225,00		0,11	T31360	F		0,09	T41360	L	
	8,2	20,6	21,40	19,0	0,76	T31370	C	15,8	0,63	T41370	F	
		25,4	34,30		0,47	T31380	C		0,39	T41380	F	
		32,6	53,50		0,30	T31390	C		0,25	T41390	F	
		44,6	85,60		0,19	T31400	C		0,16	T41400	F	
		60,6	128,00		0,13	T31410	C		0,11	T41410	F	
		14,2	2,95		49,7	14,30	T31420		D	41,4	11,91	T41420
	19,6	4,72	8,96	T31430		D	7,46	T41430	F			
27,7	7,38	5,73	T31440	D		4,77	T41440	F				
5,4	17,1	7,43	37,1	4,23	T31450	D	30,9	3,52	T41450	F		

1 KG = 9,80655 Newton 1N = 0,10197 KG

Nummers met toevoeging R zijn vervaardigd van Roestvrijstaal.

Du	Di	d	Lo	Li	P _i Newton	Nummer	Prijsgroep	Du	Di	d	Lo	Li	P _i Newton	Nummer	Prijsgroep
4,75	2,36	0,17	0,33	0,25	30	S82000 *	H	14,00	7,20	0,50	0,90	0,60	279	S82560	EA
4,75	2,36	0,25	0,38	0,32	68	S82010 *	H	14,00	7,20	0,80	1,10	0,87	796	S82570	EA
4,75	2,36	0,25	0,38	0,32	68	S82020R *	H	14,27	4,83	0,71	1,07	0,89	387	S82580 *	H
6,35	3,18	0,22	0,44	0,33	52	S82030 *	H	15,00	5,20	0,40	0,95	0,54	178	S82590	EA
6,35	3,18	0,22	0,44	0,33	52	S82040R *	H	15,00	5,20	0,50	1,00	0,62	279	S82600	EA
6,35	3,18	0,34	0,51	0,43	117	S82050 *	H	15,00	5,20	0,60	1,05	0,71	407	S82610	EA
6,35	3,18	0,34	0,51	0,43	117	S82060R *	H	15,00	5,20	0,70	1,10	0,80	563	S82620	EA
7,14	3,50	0,25	0,51	0,38	76	S82070 *	H	15,00	6,20	0,50	1,00	0,62	292	S82630	EA
7,14	3,50	0,33	0,54	0,43	109	S82080 *	H	15,00	6,20	0,60	1,05	0,71	424	S82640	EA
7,14	3,50	0,38	0,58	0,48	149	S82090 *	H	15,00	6,20	0,70	1,10	0,80	583	S82650	EA
7,92	3,96	0,27	0,55	0,41	83	S82100 *	H	15,00	8,20	0,70	1,10	0,80	666	S82660	EA
7,92	3,96	0,27	0,55	0,41	83	S82110R *	H	15,00	8,20	0,80	1,20	0,90	1005	S82670	EA
7,92	3,96	0,42	0,64	0,53	184	S82120 *	H	15,88	8,05	0,56	1,07	0,81	311	S82680 *	H
7,92	3,96	0,42	0,64	0,53	184	S82130R *	H	15,88	8,05	0,56	1,07	0,81	311	S82690R *	H
8,00	3,20	0,30	0,55	0,36	106	S82140	EA	15,88	8,05	0,81	1,22	1,02	645	S82700 *	H
8,00	3,20	0,40	0,60	0,45	185	S82150	EA	15,88	8,05	0,81	1,22	1,02	645	S82710R *	H
8,00	4,20	0,30	0,55	0,36	118	S83160	EA	16,00	8,20	0,60	1,05	0,71	410	S82720	EA
8,00	4,20	0,40	0,60	0,45	206	S82170	EA	16,00	8,20	0,90	1,25	0,99	1010	S82730	EA
8,71	4,16	0,33	0,61	0,46	111	S82180 *	H	17,45	5,59	0,86	1,27	1,07	556	S82740 *	H
8,71	4,16	0,41	0,66	0,53	160	S82190 *	H	18,00	6,20	0,40	1,00	0,55	141	S82750	EA
8,71	4,16	0,47	0,71	0,58	229	S82200 *	H	18,00	6,20	0,50	1,10	0,65	245	S82760	EA
9,50	4,40	0,40	0,80	0,40	289	S82210	EA	18,00	6,20	0,60	1,20	0,75	400	S82770	EA
9,53	3,18	0,47	0,71	0,58	185	S82220 *	H	18,00	6,20	0,70	1,25	0,84	561	S82780	EA
9,53	4,83	0,38	0,69	0,53	156	S82225 *	H	18,00	6,20	0,80	1,30	0,92	735	S82790	EA
9,53	4,83	0,38	0,69	0,53	156	S82230R *	H	18,00	8,20	0,70	1,25	0,84	601	S82800	EA
9,53	4,83	0,44	0,71	0,58	205	S82240 *	H	18,00	8,20	0,70	1,30	0,92	781	S82810	EA
9,53	4,83	0,51	0,76	0,64	267	S82250 *	H	18,00	9,20	0,70	1,20	0,82	566	S82820	EA
9,53	4,83	0,51	0,76	0,64	267	S82260R *	H	18,00	9,20	1,00	1,40	1,10	1255	S82830	EB
10,00	3,20	0,30	0,65	0,39	100	S82270	EA	19,05	6,48	0,91	1,37	1,14	654	S82840 *	H
10,00	3,20	0,40	0,70	0,47	181	S82280	EA	19,05	9,65	0,71	1,30	0,99	489	S82850 *	H
10,00	3,20	0,50	0,75	0,56	282	S82290	EA	19,05	9,65	0,71	1,30	0,99	489	S82860R *	H
10,00	4,20	0,40	0,50	0,47	191	S82300	EA	19,05	9,65	0,86	1,40	1,12	738	S82870 *	H
10,00	4,20	0,50	0,75	0,56	296	S82310	EA	19,05	9,65	1,02	1,50	1,24	1045	S82880 *	H
10,00	4,20	0,60	0,85	0,66	490	S82320	EA	19,05	9,65	1,02	1,50	1,24	1045	S82890R *	H
10,00	5,20	0,40	0,70	0,53	209	S82330	EA	19,05	9,65	1,42	1,78	1,60	1913	S82900 *	H
10,00	5,20	0,50	0,75	0,56	326	S82340	EA	20,00	8,20	0,60	1,30	0,77	413	S82910	EA
11,10	3,50	0,56	0,81	0,69	245	S82350 *	H	20,00	8,20	0,70	1,35	0,86	577	S82920	EA
11,10	5,59	0,41	0,79	0,58	178	S82360 *	H	20,00	8,20	0,80	1,40	0,95	760	S82930	EA
11,10	5,59	0,51	0,81	0,66	254	S82370 *	H	20,00	8,20	0,90	1,50	1,05	1049	S82940	EA
11,10	5,59	0,58	0,86	0,74	358	S82380 *	H	20,00	10,20	0,80	1,35	0,94	748	S82950	EA
12,00	4,20	0,40	0,80	0,50	181	S82390	EA	20,00	10,20	0,90	1,45	1,04	1064	S82960	EB
12,00	4,20	0,50	0,85	0,59	288	S82400	EA	20,00	10,20	1,00	1,55	1,14	1422	S82970	EB
12,00	4,20	0,60	0,90	0,60	353	S82410	EA	20,00	10,20	1,10	1,55	1,21	1520	S82980	EB
12,00	5,20	0,50	0,90	0,60	349	S82420	EA	22,23	11,23	0,79	1,50	1,14	600	S82990 *	H
12,00	5,20	0,60	0,95	0,69	581	S82430	EA	22,23	11,23	1,14	1,70	1,42	1181	S83000 *	H
12,50	6,20	0,50	0,85	0,59	331	S82440	EA	22,50	11,20	0,80	1,45	0,96	707	S83010	EA
12,50	6,20	0,60	0,95	0,69	551	S82450	EA	22,50	11,20	1,25	1,75	1,37	1932	S83020	EB
12,50	6,20	0,50	0,85	0,59	293	S82460	EA	23,00	8,20	0,70	1,50	0,90	549	S83030	EB
12,50	6,20	0,70	1,00	0,77	659	S82470	EA	23,00	8,20	0,80	1,55	0,99	730	S83040	EB
12,50	4,16	0,64	0,94	0,79	322	S82480 *	H	23,00	8,20	0,90	1,70	1,10	1079	S83050	EB
12,70	6,48	0,46	0,86	0,66	200	S82490 *	H	23,00	9,90	0,80	1,60	1,20	917	S83060	EB
12,70	6,48	0,46	0,86	0,66	200	S82500R *	H	23,00	9,90	0,90	1,70	1,25	1196	S83070	EB
12,70	6,48	0,55	0,91	0,74	298	S82510	H	23,00	9,90	1,00	1,80	1,35	1598	S83080	EB
12,70	6,48	0,55	0,91	0,74	298	S82520R *	H	23,00	10,20	0,90	1,65	1,09	1059	S83090	EA
12,70	6,48	0,64	0,97	0,79	423	S82530	H	23,00	10,20	1,00	1,70	1,17	1314	S83100	EB
12,70	6,48	0,64	0,97	0,79	423	S82540R *	H	23,00	12,20	1,25	1,85	1,40	2334	S83110	EC
12,70	6,48	0,97	1,19	1,09	845	S82550 *	H								



Typ Type Tipo Type	A	B	C	D	E	F	G	H
GA 1000	30	12	8	12,5	10	M3	10	3,5
GA 3000	60	25	16,5	27,5	25	M4	17,5	8
GA 6000	100	40	28	55	50	M6	25	11,5
GA 9000	150	50	37	105	100	M8	25	12,5

Rolltische Typ GAN - Normaler Hub
Sliding tables Type GAN - Normal Stroke
Tavole su Guide a Rulli Tipo GAN - Corsa Normale
Glijtafels Type GAN - Normale Slag



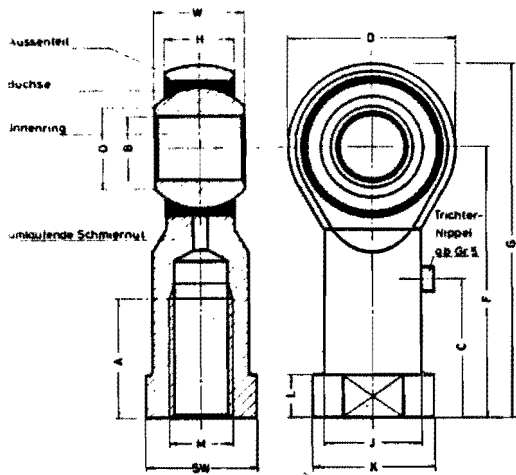
Typ Type Tipo Type no.	Länge Length Lunghezza Lengte mm	Hub Stroke Corsa Slag mm	A x B mm	Tragkraft Load carrying force Carico ammesso Draagvermogen kg.	Gewicht Weight Peso Gewicht kg.
GAN 1030	35	15	30 x 12	30	0,08
1040	45	20		40	0,10
1050	55	25		50	0,13
1060	65	30		60	0,15
1070	75	35		70	0,17
1080	85	40		80	0,19
GAN 3050	55	25	60 x 25	70	0,50
3075	80	35		110	0,75
3100	105	50		150	1,00
3125	130	60		180	1,25
3150	155	75		220	1,50
3175	180	85		260	1,75
3200	205	100		300	2,00
3250	255	125		380	2,25
3300	305	150		460	3,00
GAN 6100	110	50	100 x 40	280	3,00
6150	160	75		440	4,00
6200	210	100		600	5,20
6250	260	125		720	6,60
6300	310	150		880	8,00
6350	360	175		1050	9,20
6400	410	200		1200	11,00
6500	510	250		1700	13,00
GAN 9200	210	100	150 x 50	1000	10,00
9300	310	150		1500	15,00
9400	410	200		2000	20,00
9500	510	250		2500	25,00
9600	610	300		3000	30,00
9700	710	350		3500	35,00
9800	810	400		4000	40,00
9900	910	450		4500	45,00
91000	1010	500		5000	50,00

Serie GAN 3000 auch in Aluminium Lieferbar
 Serie GAN 3000 also available in Aluminium
 Serie GAN 3000 fornibili anche in alluminio
 Serie GAN 3000 eveneens in Aluminium verkrijgbaar

Bitte bei Bestellung angeben für Vertikal- oder Horizontal Einbau
 Please mention by ordering for Vertical- or Horizontal assembly
 Al momento dell'ordinazione specificare se costruzione verticale o orizzontale
 Bij bestelling s.v.p. vermelden voor Vertikale- of Horizontale inbouw

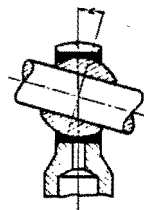
Gelenkstangenköpfe mit Innengewinde

Hochleistungsausführung



Serie **SFC**
SFXC
SFRC rostgeschützt

Kippwinkel



Type	B	W	H	O	D	F	G	A	K	J	L	C	Innen- Ring Ø	Gewinde M	SW	Zul. stat. Belastung Kp		Zul. Drehzahl U/min	Kipp- Winkel α°	Stück- gewicht ≈ g		
																radial	axial					
																SFC SFRC	SFXC SFRC					
2																						
3	Die Größen 2 und 3 werden nicht gefertigt																					
5	5	8	6,0	7,7	18	27	36	10	11	9	4	12	11,112	5×0,8	9	570	1000	190	380	1700	13	18
6	6	9	6,75	8,9	20	30	40	12	13	10	5	14	12,700	6×1	11	720	1400	245	480	1500	13	27
8	8	12	9,0	10,4	24	36	48	16	16	12,5	5	18	15,875	8×1,25	14	1160	2100	400	800	1200	13	46
10	10	14	10,5	12,9	28	43	57	20	19	15	6,5	22	19,050	10×1,5	17	1450	2800	580	1160	1000	13	78
12	12	16	12	15,4	32	50	66	22	22	17,5	6,5	25	22,225	12×1,75	19	1700	3400	770	1540	880	13	115
14	14	19	13,5	16,8	36	57	75	25	25	20	8	28,5	25,400	14×2	22	2400	4600	990	1980	740	15	170
16	16	21	15	19,3	42	64	85	28	27	22	8	31	28,575	16×2	22	2850	5500	1240	2480	660	15	230
18	18	23	16,5	21,8	46	71	94	32	31	25	10	35	31,750	18×1,5	27	3500	6600	1510	3020	600	15	320
20	20	25	18	24,3	50	77	102	33	34	27,5	10	37	34,925	20×1,5	32	4000	7800	1810	3620	540	15	420
22	22	28	20	25,8	54	84	111	37	37	30	12	41	38,100	22×1,5	32	5200	9300	2200	4400	500	15	540
25	25	31	22	29,8	60	94	124	42	42	33,5	12	46	42,850	24×2	36	8000	11000	2720	5440	440	15	750
30	30	37	25	34,8	70	110	145	51	50	40	15	55	50,800	30×2	41	8100	15000	3660	7320	380	15	1130
Toleranz	H7	0	0,2	—	—	—	—	1,0	—	—	—	—	—	ISO DIN 13 6 H	0 0,3	—	—	—	—	—	—	—
±		0,1	0,2	—	—	—	—	0	—	—	—	—	—									

MATERIAL:

Serie SFC

Außenteil: bis Größe 14 Automatenstahl 1.0715, ab Größe 16 Werkstoff 1.0402 geschmiedet, passiv verzinkt nach DIN 50961.

Büchse: Hochleistungsbronze CU Sn 8, entsprechend LW 2.0804.2, DIN 17662.

Innenring: Wälzlagerstahl 100 Cr 6, Werkstoff 1.2067, gehärtet, geschliffen, poliert.

Serie SFXC

Außenteil: Werkstoff 1.7218, ab Größe 8 geschmiedet, passiv verzinkt nach DIN 50961.

Büchse: Hochleistungsbronze CU Sn 8, entsprechend LW 2.0804.2, DIN 17662.

Innenring: Wälzlagerstahl 100 Cr 6, Werkstoff 1.2067, gehärtet, geschliffen, poliert.

Serie SFRC

Außenteil: Rostfreier Stahl 1.4057, geschmiedet.

Büchse: Hochleistungsbronze CU Sn 8, entsprechend LW 2.0804.2, DIN 17662.

Innenring: Wälzlagerstahl 100 Cr 6, Werkstoff 1.2067, gehärtet, geschliffen, poliert und hartverchromt.

AUSFÜHRUNG:

Lagerspiel: je nach Größe radial zwischen 0,030 und 0,060 mm. Genaue Angaben siehe Seite 4.

Mit eingengtem Spiel maximal 0,015–0,030 mm. Bez. z. B. SFC 10 A.

Gewinde: ISO – DIN 13 – 6 H, rechts oder links. Bei Linksgewinde. Bez. z. B. SFL C 10. Sondergewinde und CETOP-Anschlußmaße auf Anfrage.

Hartverchromter Innenring: Ab Größe 5 mit hartverchromtem Innenring (nur an der Lauffläche) lieferbar. Bez. z. B. SFC 10 IH.

Hartverchromtes Außenteil und Innenring: Bez. z. B. SFC 10 H.

Gelbchromatiertes Außenteil und hartverchromter Innenring (als Rostschutz). Bez. z. B. SFC 10 Z.

Trockenschmierung (für Notlaufeigenschaften). Ab Größe 5 kann der Innenring mit MOS₂ geliefert werden (außer R-Ausführung). Bez. z. B. SFC 10 Y.

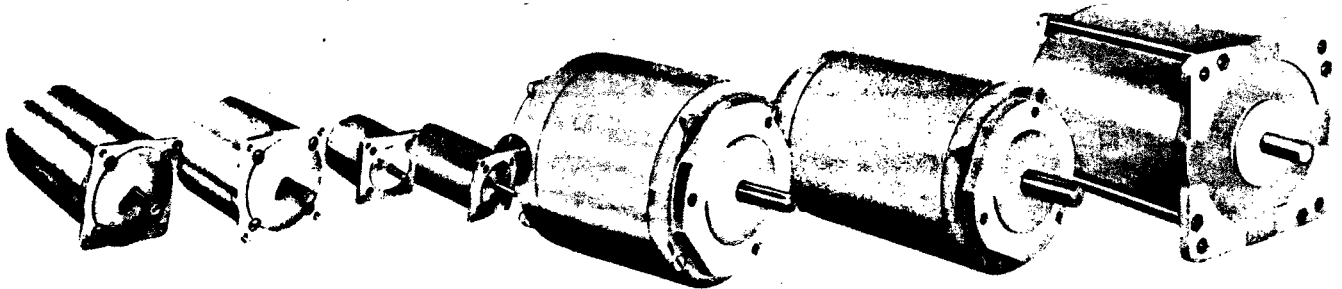
Abgedichtete Ausführung: Die Größen 6–30 können mit austauschbaren Dichtmanschetten geliefert werden (siehe Seite 19).



GLEICHSTROM SCHRITTMOTORE MIT 1,8° SCHRITTWINKEL

Diese Motore, mit den neuen M-Serie-Typen, repräsentieren den höchsten Stand der heute erhältlichen Schrittmotoren mit permanent magnetischen Rotoren. Diese Motore bieten die grösste Auswahl in Drehmomenten, elektrischen und mechanischen Grössen. M-Serie Motoren haben das beste Leistung zu Gewicht und Dreh- zu Trägheitsmoment Verhältnis und können mit Schrittfrequenzen bis zu 20.000 Schritten/Sek. betrieben werden.

Mit den grossen Typen (SS und X), die mit bifilaren Wicklungen ausgerüstet sind, wird die Reihe der 1,8° Schrittmotoren abgerundet. Bifilare Wicklungen ergeben grössere Drehmomente bei hohen Schrittfrequenzen als normale 3 Leiter Motore; sie sind deshalb ideal in Verbindung mit elektronischen Ansteuerungen.



AUFBAU

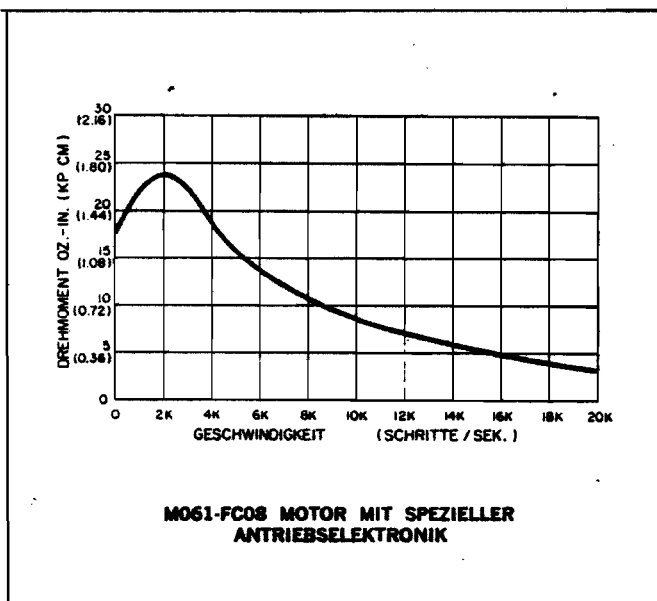
SLO-SYN Schrittmotore haben permanent magnetische Rotoren und einen 8-poligen Stator. Es werden keine Bürsten und Kollektoren verwendet. Die Kugellager sind beidseitig geschlossen, um eine lange Betriebsdauer zu gewährleisten.

TEMPERATUREN

SLO-SYN Schrittmotore sind mit Klasse B Isolierungen gebaut und können bei Umgebungstemperaturen von -40°C eingesetzt werden. Der Temperaturanstieg bei Dauerbetrieb ist 65°C. Die Manteltemperatur soll 90°C nicht überschreiten.

HOHE SCHRITTFREQUENZEN

Die untenstehende Drehmoment/Geschwindigkeit zeigt, wie ein M061-FC08 Motor, bei entsprechender Ansteuerung, mit hoher Frequenz betrieben werden kann. Solche Ansteuerungen sind auf Sonderbestellung erhältlich.



SCHRITTWINKEL

Bei Verwendung der Vollschritt-Technik beträgt der Schrittwinkel 1,8° bei ±3% oder ±5% Schrittgenauigkeit. Beim Einsatz der Halbschritt-Technik ergibt sich ein Schrittwinkel von 0,9°.

HALTEMOMENT

Standart-Typen entwickeln Haltemomente von 3,8 kpcm bis zu 288 kpcm.

AUSTAUSCH VON SS UND HS TYPEN

Bei der M-Serie Reihe gibt es Typen, die in den elektrischen wie mechanischen Daten den früheren SS und HS Serien entsprechen. Die untenstehende Vergleichsliste ergibt hierüber einen Ueberblick.

SS/HS TYP	"M" SERIE TYP
SS25-1001	M061-FD301
SS25-1002	M061-FD302
SS25-1011	M061-FD311
SS50-1008	M091-FD308
SS50-1009	M091-FD03*
SS150-1010	M111-FD310
SS250-1027	M111-FD327
SS250-1002	M111-FD302
SS400-1021	M112-FD08
HS25	M062-FC03
HS50	M092-FC08
HS50L	M093-FC07
HS400B-1003	M112-FD09

*Wenn SS50-1009 durch M091-FD03 ersetzt wird, wird 5,5 = /1,3A benützt anstatt der Angaben auf dem Typenschild.

SCHRITTMOTORE



KENNDATEN MECHANISCHE SPEZIFIKATIONEN 1,8° SLO-SYN SCHRITTMOTORE

Motor Grundtyp	Nennmoment (kpcm)	Haltemoment* (kpcm)	Restmoment‡ (kpcm)	Trägheitsmoment des Rotors (kpcm²)	Dreh- zu Trägheitsmoment Verhältnis†	Anzahl Leiter oder Anschlüsse	Motorwellen Durchmesser (mm)	Max. Radialbelastung (kp)	Max. Axialbelastung (kp)	ca. Gewicht (kg)	
										Motor	Verpackt
M061	2,5	3,8	0,36	0,12	32	6	6,35	6,8	11,3	0,57	0,68
M062	4,7	7,2	0,58	0,23	30	6	6,35	6,8	11,3	0,91	1,14
M063	7,2	10,8	0,72	0,32	33	6	6,36	6,8	11,3	1,25	1,48
M091	7,9	10,8	0,36	0,67	15,6	6	9,53	11,3	22,7	1,48	1,82
M092	14,4	21,6	0,72	1,23	17,2	6	9,53	11,3	22,7	2,5	3,1
M093	21,6	32,4	1,08	1,87	16,8	6	9,53	11,3	22,7	3,52	4,1
M111	30,6	45	1,08	3,93	11,2	6	9,53	11,3	22,7	3,63	4,2
M112-FB	60,5	81	2,16	8,06	9,8	6	12,7	11,3	22,7	6,58	7,4
M112-FJ	60,5	81	2,16	8,06	9,8	6	15,88	11,3	22,7	6,58	7,4
M113	93,6	136,8	3,96	12,0	11,1	6	15,88	11,3	22,7	10	11,4
M172	136,8	194,4	10,8	61,5	3,1	6	15,88	22,7	45,4	22,7	25,4
X1000	72	115,2	2,88	30,5	3,7	5	15,88	22,7	45,4	14,1	15
X1500	108	180	17,2	38,1	4,6	5	15,88	22,7	45,4	17,3	19
SS1800	129,6	216	5,4	46,3	4,6	5	15,88	22,7	45,4	20,4	22,7

*Beide Wicklungen mit Nennstrom beaufschlagt. †Ungewöhnlicher Wert ohne Strombeschlagnahme. ‡Berechnet vom Haltemoment (kpcm) durch Rotor-Trägheitsmoment (kpcm²).

ELEKTRISCHE DATEN 1,8° SLO-SYN SCHRITTMOTORE

Motor Typ		Einzel-schritt † (msk**)	Spannung (V=)	Strom pro Wicklung (A)	Wicklungs-Widerstand bei 25° C (Ω)	Induktivität pro Wicklung (mH)
3% Genauigkeit	5% Genauigkeit					
M061-FC02	M061-FD02	2,5	5,1	1,0	5,1	10,0
M061-FC06	M061-FD06	2,0	1,3	3,9	0,33	0,63
—	M061-FD301	7,5	11,8	0,44	23	43
—	M061-FD302	4,2	5,9	0,88	5,9	11,0
—	M061-FD311	12	23,6	0,22	85	142
M062-FC03	M062-FD03	3,5	5,3	1,6	3,4	8,6
M062-FC04	M062-FD04	2,8	4,3	1,8	2,6	5,7
M062-FC09	M062-FD09	2,2	1,7	4,7	0,37	0,8
M063-FC06	M063-FD06	2,6	3,4	2,9	1,16	2,9
M063-FC09	M063-FD09	2,4	2,2	4,6	0,48	1,2
M091-FC03	M091-FD03	8,5	5,6	1,6	3,5	16,2
M091-FC06	M091-FD06	3,9	2,9	3,1	0,95	3,8
M091-FC09	M091-FD09	3,1	1,8	4,7	0,39	1,5
—	M091-FD300	11	8,0	0,85	7,3	27,5
M092-FC06	M092-FD06	4,1	3,0	4,0	0,80	4,0
M092-FC09	M092-FD09	3,9	2,5	4,6	0,55	2,5
M093-FC07	M093-FD07	6,3	4,5	3,5	1,1	5,5
M093-FC11	M093-FD11	4,1	2,8	5,5	0,52	2,9
M093-FC14	M093-FD14	3,4	2,2	7,0	0,31	1,65
—	M111-FD12	4,4	2,3	6,1	0,37	2,4

Motor Typ		Einzel-schritt † (msk**)	Spannung (V=)	Strom pro Wicklung (A)	Wicklungs-Widerstand bei 25° C (Ω)	Induktivität pro Wicklung (mH)
3% Genauigkeit	5% Genauigkeit					
—	M111-FD16	4,0	1,7	8,0	0,21	1,1
—	M111-FD302	27	9,0	1,55	4,6	30
—	M111-FD310	32	10	1,25	7,0	45
—	M111-FD327	23	4,6	3,1	1,1	3,3
—	M112-FD06 M112-FJ06	7,5	7,2	3,1	2,3	22
—	M112-FD08 M112-FJ08	7,0	5,7	3,8	1,5	14
—	M112-FD09 M112-FJ09	8,5	4,7	4,7	1,0	9,0
—	M112-FD12 M112-FJ12	5,5	3,6	6,1	0,60	5,3
—	M112-FD25 M112-FJ25	6,0	1,8	12,7	0,14	1,0
—	M113-FJ40	6,5	1,3	20	0,062	0,6
—	M172-FD301	24	0,8	20	0,040	0,45
—	X1000-1002	33	10,0	3,6	2,9	45
—	X1500-1001	35	12,0	3,8	3,2	31
—	X1500-1002	35	8,0	5,3	1,5	13
—	SS1800-1002	70	14,4	3,1	4,0	66
—	SS1800-1007	50	11,5	3,9	2,6	43

†Mit 24V= Ansteuerung; siehe auch Kurve Seite 30.



Kogelhuis Type PAL

Kugelgehäuse Typ

Gebruik

Het kogelhuis PAL dient om de montage van kogelbussen te vereenvoudigen.

Constructie

Het kogelhuis PAL is vervaardigd uit staal met een geslepen opnamevlak en gemonteerde kogelbus kwaliteit A of B. Op verzoek kan ook een kogelbus kwaliteit XA of ZA ingebouwd worden.

De kogelbus wordt door 2 seegerringen geborgd terwijl ruimte aanwezig is voor 2 afstropers.

Inbouw

Het kogelhuis heeft 4 montagegaten die aan de montagezijde van draad zijn voorzien. Ze kunnen echter ook als doorlopende gaten worden gebruikt. (Zie tekening en tabel).

Aanvullende technische informatie

Kogelbussen blz. 2 tot 6.

Gehard stalen assen blz. 18 en 19.

Verwendung

Das Kugelgehäuse PAL ermöglicht einen einfachen Einbau der Längskugellager.

Konstruktion

Das Kugelgehäuse PAL besteht aus Stahl, hat eine geschliffene Aufnahmefläche und ein eingebautes Kugellager in den Qualitäten A oder B. Auf Wunsch kann auch ein Kugellager der Qualitäten XA oder ZA eingebaut werden.

Das Kugellager wird durch 2 Sicherungsringe fixiert und bietet Platz für 2 Schmutzabstreifer.

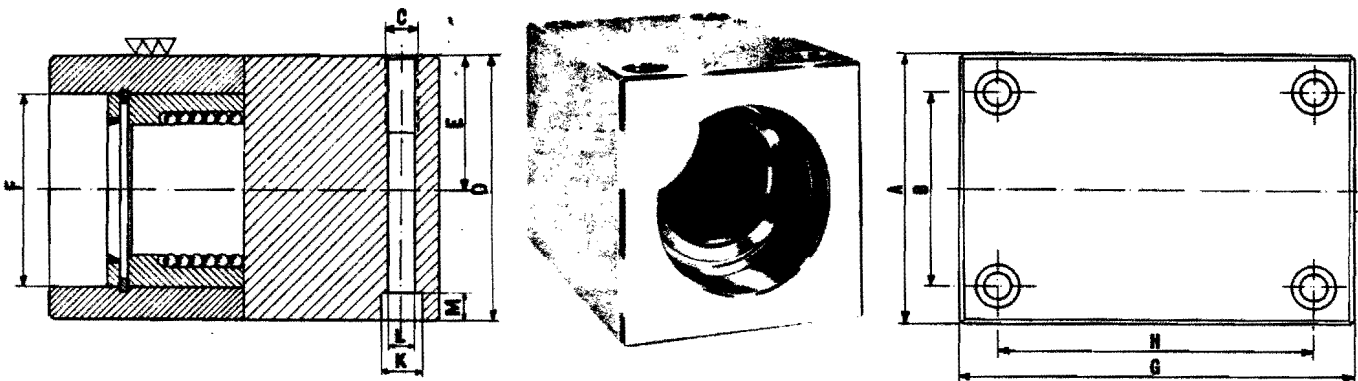
Einbau

Das Kugellager hat 4 Befestigungslöcher, die an der Befestigungsseite mit Gewinde versehen sind. Diese können aber auch als durchgehende Löcher verwendet werden. (Siehe Zeichnung und Tabelle).

Zusätzliche Technische Informationen

Kugellager Seite 2 bis 6.

Gehärtete Stahlwellen Seite 18 und 19.

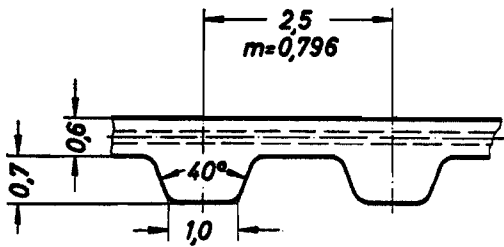


Kogelhuis Kugelgehäuse Type - Typ	Kogelbus Kugellager Type - Typ	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm	G mm	H mm	K mm	L mm	M mm	Gewicht Kg
PAL 620	612	20	12	M 4	18	10	12	45	37	5,8	3,3	3,2	0,1
PAL 825	815	25	15	M 5	23	12,5	15	50	40	7,5	4,2	4,2	0,15
PAL 1030	1017	30	19	M 5	28	15	17	55	44	7,5	4,2	4,2	0,25
PAL 1235	1222	35	22	M 6	33	17,5	22	60	47	9,4	5,5	5,5	0,4
PAL 1540	1525	40	26	M 6	38	20	25	65	51	9,4	5,5	5,5	0,5
PAL 2050	2032	50	32	M 8	48	25	32	75	57	10,8	6,7	6,6	1,0
PAL 2560	2540	60	40	M 8	58	30	40	85	66	10,8	6,7	6,6	1,7
PAL 3065	3045	65	45	M 8	63	32,5	45	95	76	10,8	6,7	6,6	2,2
PAL 4085	4060	85	60	M10	83	42,5	60	120	96	13,5	8,5	8,6	4,7
PAL 50105	5075	105	75	M12	103	52,5	75	150	120	16,5	10,5	10,5	9,0
PAL 60125	6090	125	90	M16	123	62,5	90	180	145	19	13,5	12,5	15,0
PAL 70140	70105	140	105	M18	138	70	105	205	170	19	13,5	12,5	18,0
PAL 80160	80120	160	120	M20	158	80	120	235	195	25	17	17	27,0
PAL 90175	90135	175	135	M20	173	87,5	135	255	215	25	17	17	33,0
PAL 100190	100150	190	150	M20	188	95	150	275	235	25	17	17	40,0

Gewichten PAL = incl. kogelbus

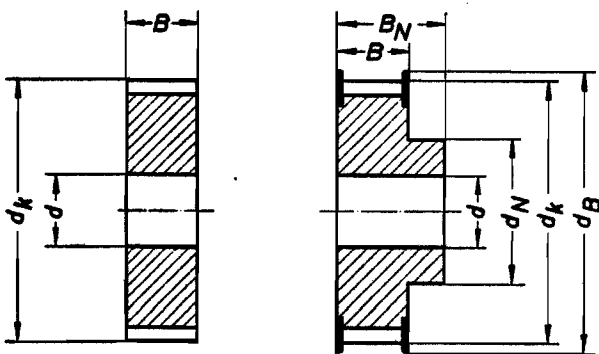
Gewichte PAL = einschl. Kugellager

Synchroflex-Zahnriemen T 2,5



Type	Riemenlänge mm	Zähnezahl
T 2,5/120	120,00	48
T 2,5/160	160,00	64
T 2,5/200	200,00	80
T 2,5/245	245,00	98
T 2,5/265	265,00	106
T 2,5/285	285,00	114
T 2,5/330	330,00	132
T 2,5/380	380,00	152
T 2,5/420	420,00	168
T 2,5/480	480,00	192

Synchroflex-Zahnräder T 2,5



z	dk mm	dmax mm	dB mm	z	dk mm	dmax mm	dB mm
12	9,00	3	12	42	32,90	24	36
13	9,80	3,5	13	43	33,70	24	37
14	10,60	4	14	44	34,50	25	38
15	11,40	5	15	45	35,30	26	39
16	12,20	6	16	46	36,10	27	39
17	13,00	7	16	47	36,90	27	40
18	13,80	7	17	48	37,70	27	41
19	14,60	8	18	49	38,45	28	42
20	15,40	9	19	50	39,25	29	43
21	16,20	10	20	51	40,05	30	43
22	17,00	10	20	52	40,85	30	44
23	17,80	11	21	53	41,65	30	45
24	18,55	11	22	54	42,45	31	46
25	19,35	12	23	55	43,25	32	47
26	20,15	13	23	56	44,05	32	47
27	20,95	13	24	57	44,85	32	48
28	21,75	13	25	58	45,65	33	49
29	22,55	14	26	59	46,45	34	50
30	23,35	15	27	60	47,25	35	51
31	24,15	16	27	61	48,05	36	51
32	24,95	16	28	62	48,85	37	52
33	25,75	17	29	63	49,60	37	53
34	26,55	17	30	64	50,40	37	54
35	27,35	20	31	65	51,20	38	55
36	28,10	20	31	66	52,00	38	55
37	28,90	21	32	67	52,80	39	56
38	29,70	21	33	68	53,60	39	57
39	30,50	22	34	69	54,40	40	58
40	31,30	23	35	70	55,20	41	59
41	32,10	24	35	71	56,00	42	59

d_{max} = max. Bohrung für Räder mit 2 Bordscheiben ohne Nabe

Riemenbreite b mm	3	4	6	10
Radbreite B mm	7	8	10	14

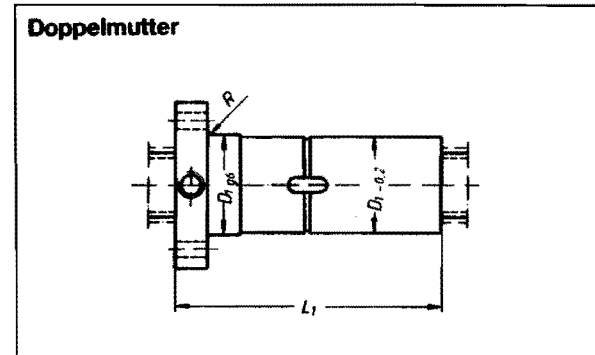
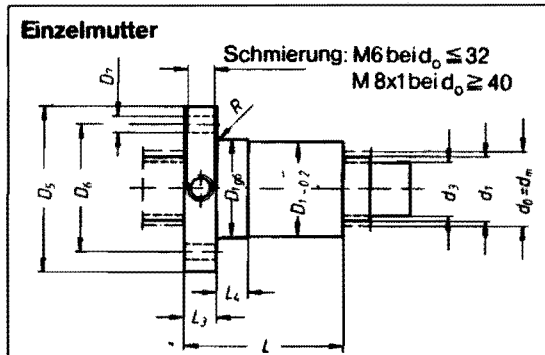
Kugelgewindetrieb



Ausführung mit geschliffener Spindel und Flanschnutter

Lieferzeiten:

Kurzfristige Liefermöglichkeit für geschliffene und gerollte Spindeln (bis 80x10) mit Doppelmutter.



Teilenummern		Nenn- durch- messer d ₀	Steig- ung P	Umläufe (Anzahl) i	Maße (mm)						Bohr- ungen (Anzahl)		Axial- spiel Einzel- mutter max.				Tragzahlen (N)		Steifig- keit (N/μm) Doppel- mutter c _K	
Einzelmutter	Doppelmutter ¹⁾				d ₁	d ₃	D ₁	D ₅	D ₆	D ₇	R	L	L ₁	L ₃	L ₄	dyn. C	stat. C ₀			
1502-6-7001	1502-6-7023	63	20	3	60	53,6	95	140	118	14	6	1,0	92	184	22	20	0,13	88100	184200	2500
1502-6-7002	1502-6-7024	63	20	5	60	53,6	95	140	118	14	6	1,0	132	264	22	20	0,13	128500	315800	3700
1502-7-4001	1502-7-4023	80	10	4	78	73,1	105	150	125	14	6	1,0	75	150	22	20	0,09	70900	241700	3420
1502-7-4002	1502-7-4024	80	10	6	78	73,1	105	150	125	14	6	1,0	95	190	22	20	0,09	95300	368900	5000
1502-7-7001	1502-7-7023	80	20	4	76	66,8	125	180	152	18	8	1,0	130	260	25	20	0,19	199500	447600	3800
1502-7-7002	1502-7-7024	80	20	6	76	66,8	125	180	152	18	8	1,0	170	340	25	20	0,19	268300	683300	5300
1502-8-4001	1502-8-4023	100	10	4	98	93,1	125	180	152	18	8	1,0	75	150	25	20	0,09	76000	307160	4500
1502-8-4002	1502-8-4024	100	10	6	98	93,1	125	180	152	18	8	1,0	95	190	25	20	0,09	102200	468800	6200
1502-8-7001	1502-8-7023	100	20	4	96	86,8	145	200	172	18	8	1,0	130	260	30	20	0,19	210200	572600	4650
1502-8-7002	1502-8-7024	100	20	6	96	86,8	145	200	172	18	8	1,0	170	340	30	20	0,19	282700	874000	6800
1502-9-4001	1502-9-4023	125	10	4	123	118,1	150	210	180	18	8	1,0	75	150	30	20	0,09	81200	385800	5000
1502-9-4002	1502-9-4024	125	10	6	123	118,1	150	210	180	18	8	1,0	95	190	30	20	0,09	109200	588800	7450
1502-9-7001	1502-9-7023	125	20	4	121	111,8	170	230	200	18	10	1,0	130	260	40	20	0,19	221500	722800	5500
1502-9-7002	1502-9-7024	125	20	6	121	111,8	170	230	200	18	10	1,0	170	340	40	20	0,19	297800	1103200	8100

¹⁾ Auch mit gerollter Spindel (Klasse 50 bis Größe 80x10) lieferbar

Standardausführung: Rechtsgewinde, Nenndurchmesser und Steigungen entsprechen ISO 3408; andere Ausführungen auf Anfrage.

Die Steifigkeit c_K (Steifigkeit im Kugelbereich) wurde nach DIN 69051 Teil 3 (Entwurf) ermittelt; dabei ist eine Vor-

spannkraft F_v = 0,13 C (13% der dyn. Tragzahl) zugrunde gelegt.
Steifigkeit c_{MK} (Steifigkeit der Muttereinheit) beträgt ≈ 0,6 bis 0,8 × c_K
Weitere Angaben zur Auslegung eines Kugelgewindetriebes finden Sie im Katalog.

Steigungsabweichung:

- ΔP₃₀₀ = 5 μm
- ΔP₃₀₀ = 10 μm
- ΔP₃₀₀ = 25 μm
- ΔP₃₀₀ = 50 μm

Deutsche Star
Kugelhalter GmbH
Postfach 1160
D-8720 Schweinfurt 1
Telex 673245
Telefon (09721) 937-1

Tabelle
15/003-01

Auswahltabelle für STEGMANN-Winkelcodierer und Drehimpulsgeber

Typ	Code	Schritte pro Umdrehung [A]
AG 30 S	Gray	1 2/3 128
AG 65 S	Gray	2 4 8 16 32 64 128 256 512 1024
AG 65 S	Binär	1 bis
AG 65 S	BCD	1 bis 100 120 128 150 180 200 250 300 360 400 450 500 600 700 720 800 900 1000
AG 100 S	Gray	2 4 8 16 32 64 128 256 512 1024 2048 4096 8192
AG 100 S	Binär	1 bis
AG 100 S	BCD	1 bis 100 120 150 180 200 250 300 360 400 450 500 600 700 720 800 900 1000 1200 1400 1600 1800 2000 2400 3200 3600 4000
Winkelcodierer - mehrstufig (Multi-Turn)		
AG 30 M	Gray	1 bis 128
AG 65 M	Gray	2 4 8 16 32 64 128 256 512 1024
AG 65 M	Binär	2 4 8 16 32 64 128 256 512 1024
AG 65 M	BCD	1 bis 100 120 150 180 200 250 300 360 400 450 500 1000
AG 100 M	Gray	2 4 8 16 32 64 128 256 512 1024
AG 100 M	Binär	2 4 8 16 32 64 128 256 512 1024
AG 100 M	BCD	1 bis 100
AG 100 M	BCD	2 3 4 5 6 7 8 10 12 16 20 25
AG 100 M	BCD	10 100 1000
AG 100 MR	BCD	120 150 180 200 250 300 360 400 450 500 600 700 720 800 900 1000 1200
AG 120 M	Gray	2 4 8 16 32 64 128 256 512 1024 2048 4096
AG 120 M	Binär	2 4 8 16 32 64 128 256 512 1024 2048 4096
AG 120 M	BCD	10 100 1000
AG 120 MR	BCD	100 120 150 180 200 250 300 360 400 500 600 700 720 800 900 1000 1200 1400 2000 4000
Drehimpulsgeber		
DG 35		1 bis 100 120 127 127 150 163 200 240 250 240 254 300 250 314 360 300 400 418 360 480 400 500 418 503 480 600 500 625 503 635 600 669 625 720 635 800 669 900 720 800 935 800 900 1000 935 1005 935 1024 1000 1250
DG 60		1 bis 100 120 127 127 150 163 200 240 250 240 254 300 250 314 360 300 400 418 360 480 400 500 418 503 480 600 500 625 503 635 600 669 625 720 635 800 669 900 720 800 935 800 900 1000 935 1005 935 1024 1000 1250
DG 90		1 bis 100 120 127 127 150 163 200 240 250 240 254 300 250 314 360 300 400 418 360 480 400 500 418 503 480 600 500 625 503 635 600 669 625 720 635 800 669 900 720 800 935 800 900 1000 935 1005 935 1024 1000 1250

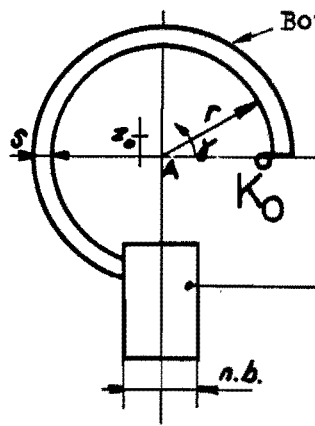
Andere Schritte pro Umdrehung, aufzählbare Umdrehungen und Impulse pro Umdrehung sind auf Anfrage lieferbar!

BESTELNUMMER · NUMEROS DE COMMANDE · ORDER NUMBERS · BESTELNUMMERS

Mutterbefestigung Ecrou de fixation Fastening nut Moerbevestiging	Standard Hublängen Courses standard Standard strokes Standaard slaglengten	TYP/TYPER	Bestellnummer doppelwirkend No. de commande à double effet Order numbers double acting Bestelnummers dubbelwerkend
Ø 19	10	MBD 19/10	2150023
	15	MBD 19/15	2150073
	25	MBD 19/25	2150273
	50	MBD 19/50	2150493
	75	MBD 19/75	2150603
	100	MBD 19/100	2150673
	150	MBD 19/150	2150823
Ø 25	25	MBD 25/25	2151203
	50	MBD 25/50	2151213
	75	MBD 25/75	2151222
	100	MBD 25/100	2151223
	150	MBD 25/150	2151233
	250	MBD 25/250	2151243
			Bestellnummer einfachwirkend No. de commande à simple effet Order numbers single acting Bestelnummers enkelwerkend
Ø 19	15	MBE 19/15	2150093
	15	MBEA 19/15	2150113
	25	MBE 19/25	2150313
	50	MBE 19/50	2150513
	100	MBE 19/100	2150693
Ø 25	15	MBE 25/15	2151249
	15	MBEA 25/15	2151252
	25	MBE 25/25	2151253
	50	MBE 25/50	2151263
	100	MBE 25/100	2151273
	150	MBE 25/150	2151283
Schwenkbefestigung Fixation par rotules Attachment by eye joints Scharnierbevestiging			Bestellnummer doppelwirkend No. de commande à double effet Order numbers double acting Bestelnummers dubbelwerkend
Ø 19	15	SBD 19/15	2150075
	25	SBD 19/25	2150275
	50	SBD 19/50	2150495
	75	SBD 19/75	2150605
	100	SBD 19/100	2150675
Ø 25	15	SBD 25/15	2151195
	25	SBD 25/25	2151205
	50	SBD 25/50	2151215
	75	SBD 25/75	2151220
	100	SBD 25/100	2151225
	150	SBD 25/150	2151235

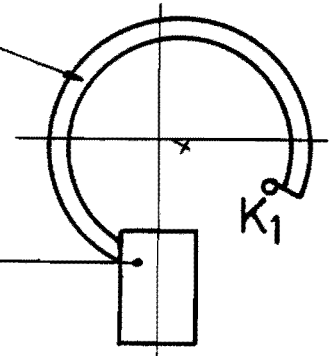
Bijlage 35: Doorbuiging van de Bourdonveer.

Onder invloed van de zwaartekracht zal de Bourdonveer doorzakken, wanneer deze in het verticale vlak staat. De meter zal in "staande" positie een andere druk aangeven dan wanneer de meter "ligt". Als de meter liggend geijkt wordt en staand in bedrijf is, zal de meter niet de goede druk aanwijzen. Wat de invloed van het liggend ijken (dus wanneer de veer niet doorbuigt) op de uiteindelijk geijkte meter is, wordt hierna onderzocht. Er wordt uitgegaan van een onbelast druksysteem uit figuur B35.1, om vervolgens de liggend van het zwaartepunt te bepalen.



figuur B35.1

Liggend druksysteem



figuur B35.2

Staand druksyst.

Een massa-elementje ter grootte van $\rho b r dr dy$ van de Bourdonveer levert een moment t.o.v. het punt A van $\rho b r dr dy x r g \cos \gamma$. Het totale moment wordt dan:

$$T_0 = \int_0^{\frac{3}{2}} \int_r^{r+s} \rho g b r^2 \cos \gamma dy dr.$$

waarbij s = dikte Bourdonveer

b = breedte Bourdonveer

ρ = soortelijk gewicht Bourdonveer

r = binnenstraal Bourdonveer

$$T_0 = -\frac{1}{3} \rho g b r^2 (3s + 3s^2/r + s^3/r^2).$$

Omdat $r \gg s$ wordt $T_0 = -\rho g b r^2 s$.

Het totale gewicht van de veer is: $G = \frac{3}{2} \pi \rho r s b g$.

Dit gewicht, geconcentreerd denkend in het zwaartepunt, levert een moment ter grootte van:

$$T_g = \frac{3}{2} \pi \rho r s b g z_o,$$

waarbij z_o de afstand is van het zwaartepunt tot de nippelas.

Deze twee momenten T_o en T_g moeten aan elkaar gelijk zijn.

Daaruit volgt :

$$z_o = - 0,212 r \quad \text{t.o.v. punt A.}$$

De Bourdonveer is niet bevestigd bij de nippelas, maar aan de rand van de nippel bij punt B. Om dit punt zal de veer (fictief) roteren, wanneer van liggende naar staande positie overgegaan wordt. Men kan zodoende uitrekenen, wanneer een veer voorover buigt ($z_o < \frac{1}{2}$ nippelbreedte), wanneer een veer achterover buigt ($z_o > \frac{1}{2}$ n.b.) en wanneer het effect ven doorbuiging niet aanwezig is. De overgang ligt bij nippels van $\varnothing 14$ mm bij $r_{\text{Bourdonveer}} = 33$ mm en bij nippels van $\varnothing 22$ mm bij 52 mm.

Stel, dat $z_o < \frac{1}{2}$ n.b., dan buigt de veer voorover. Punt K_o komt zodoende in punt K_1 te liggen (figuur B35.2). Daardoor verdraait de wijzer.

Wordt de veer belast strekt deze zich. De hoek, welke nu opgespannen wordt door de gestrekte veer is minder dan $\frac{3}{2} \pi$. Als gevolg van de strekking wordt de straal van de Bourdonveer groter (R).

$R = 1,02 r$ (empirisch bepaald). De lengte van de Bourdonveer blijft gelijk: De lengte van de koorde "Bourdonveer" =

$$\text{onbelast: } L_o = \frac{3}{2} \pi r$$

$$\text{belast : } L_b = \lambda R = 1,02 \lambda r$$

L_o en L_b moeten aan elkaar gelijk blijven. Daardoor wordt

$\lambda = 1,47 \pi$, waarbij λ de opgespannen hoek is door de belaste veer.

Dezelfde methode, als bij een onbelaste veer, wordt gevolgd bij een belaste veer.

$$T_b = \int_0^{1,47} \int_R^{R+s} \rho g b r^2 \cos \gamma \, d\gamma \, dr =$$

$$- 0,996 \rho g b R^2 s =$$

$$- 1,036 \rho g b r^2 s$$

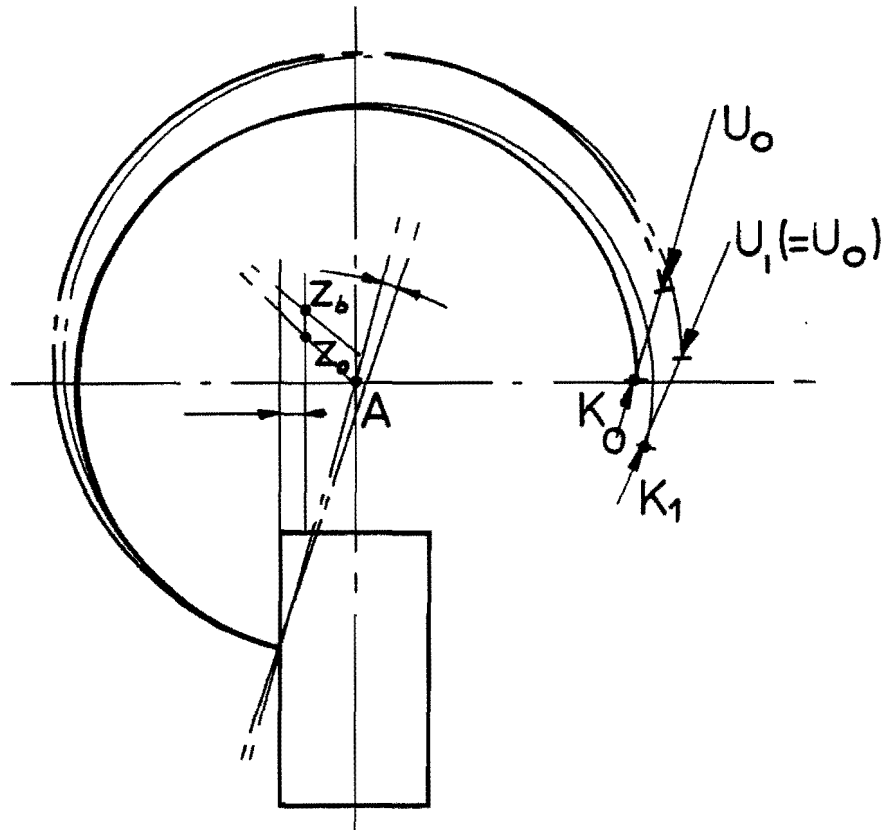
$$T_g = \frac{3}{2} \pi g b \rho r s z_b$$

$$T_g = T_b, \text{ wat leidt tot:}$$

$$z_b = - 0,220 \, r \text{ t.o.v. punt A.}$$

De verhouding $z_b/z_0 = 0,220/0,212 = 1,036$.

Er is een afwijking van 3,6% wat betreft de ligging van het zwaartepunt bij een onbelaste meter t.o.v. een belaste meter. De Bourdonveer zal daardoor bij een belast druksysteem iets minder voorover buigen dan bij een onbelast druksysteem en iets meer achterover. De afwijkingen in de gemeten wijzerspilverdraaiing, die ontstaan, wanneer liggend geijkt wordt enerzijds en staand geijkt wordt anderzijds, zijn echter zo klein, dat het liggend ijken geen probleem voor later gebruik oplevert. De wijzer moet echter wel in die stand gemonteerd worden, waarin de meter later gebruikt wordt. Figuur B35.3 verduidelijkt het een en ander.



figuur B35.3

Doorbuigen van de B.veer.