

SPACE RESEARCH LABORATORY  
21 BENELUXE  
3527 15 17  
Ph. 030-93 71 45



jrg. 24, nr. 1, jan.-febr. 1984

# MIKRONIEK



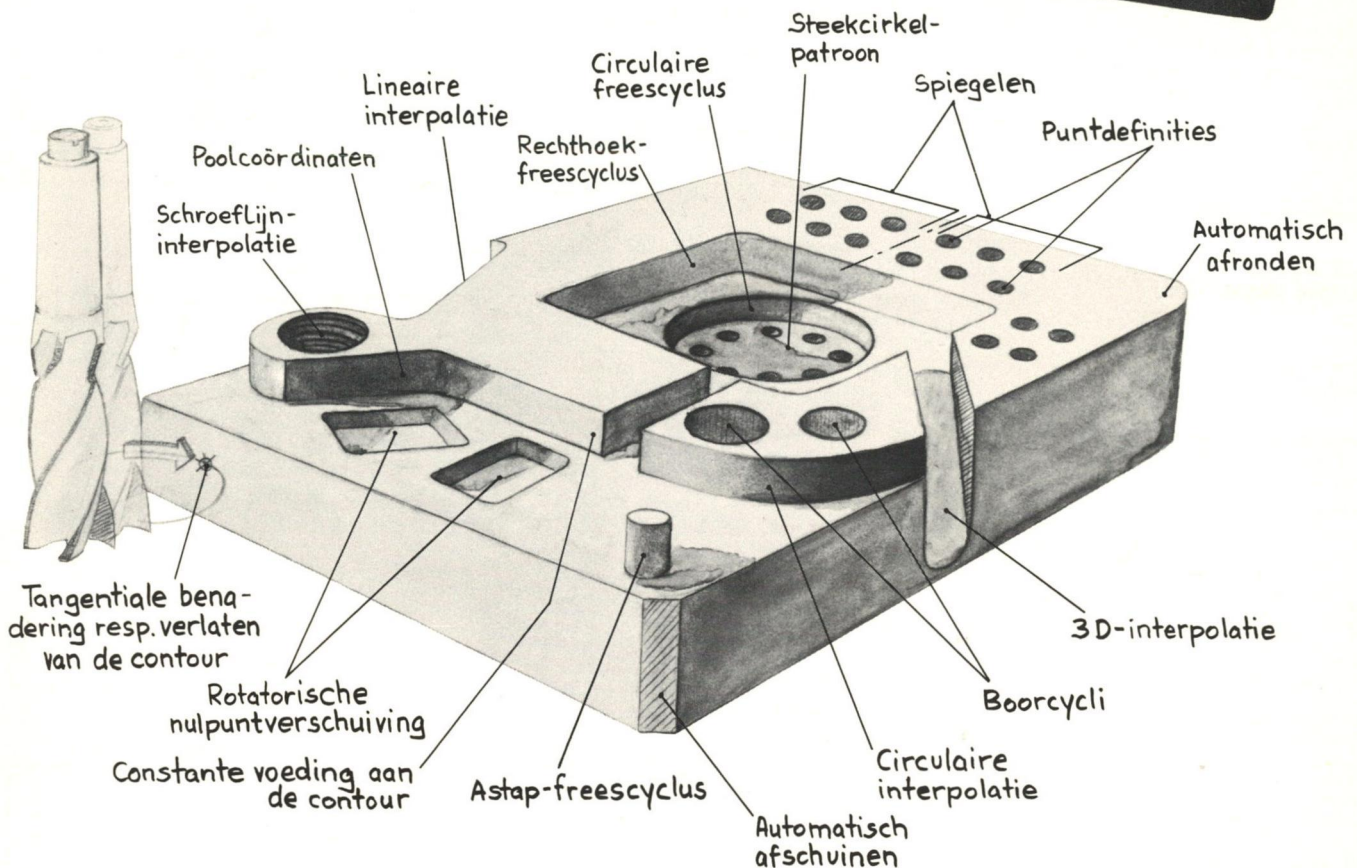
**VAKBLAD VOOR FIJNMECHANICA EN GLASTECHNIEK**



# DECKEL

## De nieuwe CNC Dialoog- besturing 2

met nog meer  
mogelijkheden en  
bedieningscomfort



Vraag uitgebreide documentatie aan bij:

**DECKEL**

DECKEL BV  
POSTBUS 241  
WAGENINGSELAAN 48  
3900 AE VEENENDAAL  
TEL.: 0 83 85-1 91 56\*  
TELEX: 37 114





**MIKRONIEK**

**Uitgave:**

Technische Uitgeverij  
De Vey Mestdagh BV

**Redactie:**

*Mikron:* Ir. J.J. Veerman

**Sektie Fijnmechanische Produkten:**

Ing. H.J. van Agthoven  
Dr. C.M. Hargreaves

**Sektie Glastechniek:**

A.C. Sterk  
J.J.M. Tesselaar  
Ir. F. Simonis  
Ing. A.J.T. v. Sambecck  
B. Kret  
H. de Jong

**Sektie Experimentele  
Instrumentenbouw:**

H.M.C. Heubers  
Ing. J.H. Huiskens  
A.W. Schreurs  
G.J. Verschragen

**Redaktiesecretariaat:**

J. Snickers  
Klaprooslaan 17  
5691 WL Son  
Telefoon (04990) 71831  
b.g.g. (01180) 36320

**Abonnementen:**

Technische Uitgeverij  
De Vey Mestdagh BV,  
Markt 51, 4331 LK Middelburg  
Telefoon (01180) 36320  
Postgirorekening 26 06 279  
Nederland f 80,-  
België FR 1450,-  
Buitenland f 100,-  
Alle prijzen excl. BTW

**Advertentie-Acquisitie:**

Technische Uitgeverij  
De Vey Mestdagh BV,  
Markt 51, 4331 LK Middelburg  
Telefoon (01180) 36320

**Vormgeving, tekst- en  
beeldvervaardiging:**

De Vey Mestdagh Tekst BV

**Druk- en bindwerk:**

Den Boer Middelburg/Drukkers BV

Orgaan van

**MIKRON**

Nederlandse Vereniging  
van technici

# Automatiseren in de laboratoriumwerkplaats

Ir. J.J. Veerman



De computer is aan een niet te stuiten opmars bezig. Tentoonstellingen laten golven van automatisme over de bezoeker gaan. Machines en alle mogelijke instrumenten bieden meer mogelijkheden dankzij de toepassing van de computer.

Vele twijfelen of de laboratoriumwerkplaats nu wel de eerstaangewezen plaats is waar deze ontwikkelingen met vrucht kunnen worden toegepast. Uitbreiding van de technische mogelijkheden wordt natuurlijk wel positief beoordeeld. Vragen rijzen echter op het punt van de

kosten en men voert het bijzondere karakter van het werk aan als een moeilijkheid. Programmeren valt niet mee, als je de technologie van het maken niet vooraf kunt beschrijven. Ook hoor ik vaak de bestaande organisatie noemen als een factor, die toepassing ernstig in de weg kan staan: de autonome onderzoeker met de decentraal opgestelde werkplaatsfaciliteiten.

We moeten een paar zaken goed bedenken:

- Natuurlijk gebeurt er in een laboratorium en ook in een laboratoriumwerkplaats veel creatief werk, dat zich niet of nauwelijks laat automatiseren. Maar daarbij kan de computer als hulpmiddel gebruikt worden! Bovendien wordt zelfs in een laboratoriumwerkplaats nog veel ander werk gedaan. 1% inspiratie, 99% transpiratie. Zelfs als u meent dat deze cijfers niet opgaan voor uw werkplaats, dan nog kan de computer veel werk doen dat u transpiratie kost.
- De computer biedt - in allerlei vormen en toepassingen - steeds meer mogelijkheden. Het wordt een makkelijk te hanteren hulpmiddel bij rekenen, bewaren van gegevens, het ordenen en analyseren van gegevens, het (meer dan eens) gebruiken van gegevens om van de communicatieve mogelijkheden maar niet te spreken. Allemaal zaken, die zonder twijfel kwaliteitsbevorderend kunnen werken en bovendien de doorstroomtijd kunnen verkorten. We moeten ons daarbij realiseren dat het niet alléén gaat om de toepassing van de computer in de besturing van een gereedschapswerktuig!
- Invoering zal al snel gevolgen hebben voor de organisatie. We weten dat de toepassing van numeriek gestuurde gereedschapswerktuigen eerst dan zijn nut volledig afwerpt als de gehele werkplaatsorganisatie er goed op is afgestemd. Hoe omvangrijker en complexer de automatiseeroperatie is, hoe meer invloed deze zal hebben over de afdelingsgrenzen heen. Des te zekerder is het ook dat dan taken van medewerkers, misschien zelfs taken van gehele afdelingen zullen moeten worden aangepast. Interne en externe uitbesteding kunnen mogelijk een rol van grotere betekenis gaan spelen.

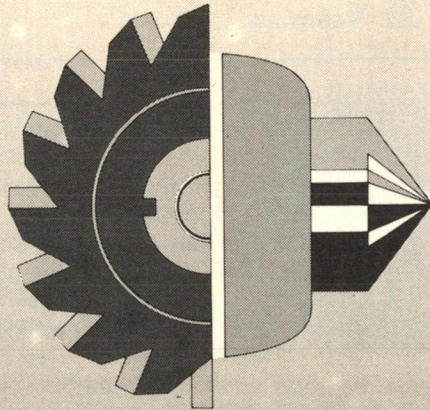
Als we problemen tot een argument laten worden om maar niet automatiseren, spannen we het paard achter de wagen!

Het zou een doodsteek zijn voor het niveau van de laboratoriumwerkplaats als we niet of in onvoldoende mate over de mogelijkheden, die de computer biedt, zouden kunnen beschikken.

Wie dat goed ziet, weet zich uitgedaagd. Natuurlijk roepen deze ontwikkelingen veel vragen op, maar wie die vragen creatief benadert, zal vast ook oplossingen vinden!



# techni-show



Maandag 19 t/m zaterdag 24 maart 1984

Innovatie van productieprocessen dringend gewenst.

Versterk uw concurrentiepositie en investeer in de beste productiemiddelen.

Volledig aanbod van de meest moderne machines en gereedschappen voor de modernisering en optimalisering van het productie-apparaat.

#### Beursprogramma

- gereedschapswerktuigen voor de verspanende bewerking van metalen
- gereedschapswerktuigen voor de niet-verspanende bewerking van metalen
- CNC gereedschapswerktuigen en apparatuur voor de informatieverwerking ten behoeve van de werkplaatstechniek
- machines en gereedschappen voor de houtbewerking
- industriële robots en manipulators
- verspanende gereedschappen
- elektrische handgereedschappen
- pneumatische machines en gereedschappen spangereedschappen
- meetmiddelen en -machines
- las- en snij-apparatuur
- verbindingstechnieken van metalen en kunststoffen
- hardings- en verwarmingsinstallaties
- machines en materialen voor oppervlaktebehandeling
- galvanotechniek
- ferro en non-ferro metalen
- werkplaatsinrichting

#### Openingstijden

Maandag 19 tot en met woensdag 21 maart en  
vrijdag 23 maart van 9.30-17.00 uur;  
donderdag 22 maart van 9.30-21.00 uur;  
zaterdag 24 maart van 9.30-15.00 uur.

**NIEUW:**  
Speciale sektor  
flexibele automatisering/  
industriële robots.



#### Inlichtingen

Koninklijke Nederlandse Jaarbeurs  
Postbus 8500, 3503 RM Utrecht  
Telefoon 030-95 55 60  
Telex 47132  
Viditel nr. 350414

#### VAT '84 Utrecht

Gelijktijdig met Techni-Show '84  
wordt in de Margriethal en  
Julianahal de Vakbeurs  
Algemene Toelevering  
(Vat '84 Utrecht) gehouden.





MIKRONIEK

1

Mikroniek verschijnt éénmaal per 2 maanden

## Inhoud

<b>Ir. J.J. Veerman:</b> <b>Automatiseren in de laboratoriumwerkplaats</b>	<b>1</b>
<hr/>	
<b>μ-actueel</b>	<b>4</b>
<hr/>	
<b>H. Lekx:</b> <b>Aanschaf van machines met handingavebesturing voor enkelstuks en kleine series</b>	<b>7</b>
<hr/>	
<b>Waar en waarom numerieke machines</b>	<b>19</b>
<hr/>	
<b>Dr. U. Biermann en Ing. J.J.H.E. van Hoof:</b> <b>Het structureren van glas met behulp van etstechnieken</b>	<b>21</b>
<hr/>	
<b>Th.W. Rejda en H. de Jong:</b> <b>Geleidendheidsmetingen en de glastechniek</b>	<b>24</b>
<hr/>	
<b>μ-informatie uit handel en industrie</b>	<b>28</b>
<hr/>	
<b>μ-literatuuroverzicht</b>	<b>31</b>
<hr/>	



## Investeringsmetalektro-industrie 1984:

+ 22%

In oktober 1983 heeft het Centraal Bureau voor de Statistiek een enquête gehouden onder 3000 ondernemingen betreffende de te verwachten investeringen in 1984. Een van de meest spectaculaire uitkomsten is die van de metalektro-industrie, die volgens deze enquête 22% meer zal investeren dan in 1983. In laatstgenoemd jaar waren de investeringen ten opzichte van 1982 met 8% gedaald. Uiteraard houdt deze verwachting nauw verband met de te verwachten sterke investeringstoename in met name de olie-industrie en chemische industrie (respectievelijk + 34% en + 28%). Een uitgesproken positief geluid, al is niet verder aangegeven waarin dan wel geïnvesteerd zal worden: machines, gebouwen, computers e.d., respectievelijk welke bedragen in welke bestemmingen. Gegeven de achtergebleven investeringen in directe produktiemiddelen zoals machines en perifere apparatuur mag worden aangenomen dat er vooral dit jaar "ingeaald" zal worden.

Na de vele negatieve jaren eindelijk dan de langverbeide opgang.

## Techni-Show en VAT

In het licht van dit florissant vooruitzicht op een hogere investeringsactiviteit in de metaalindustrie het komende jaar, vallen de van 19 tot en met 24 maart aanstaande te houden vakbeurzen voor gereedschapswerktuigen, gereedschappen en toebehoren - Techni-Show - en die van de toeleveranciers - VAT - in een uitermate gunstig tijdbestek. Dit, zowel voor aanbieders als gebruikers, in beide categorieën. Want, twee zaken zullen bij bezoekers van de beurzen centraal staan: modernisering van het produktie-apparaat en een nauwkeuriger afweging van maken of kopen. Beide zijn onmisbare instrumenten voor een uitgebalanceerde bedrijfsvoering anno 1984 en volgende jaren. Indien er ooit een gelegenheid was maximaal profijt te trekken uit een traditioneel spectaculair aanbod aan hulpmiddelen binnen een geografisch comfortabel bereik, dan is het nu. We tellen U voor: 2282

ationale en internationale fabrikaten machines en gereedschappen bij 285 exposanten, waarvan twee collectieve stands: Oostenrijk en Zuid-Korea. Uiteraard zal "Metaalbewerking" in detail op deze manifestatie ingaan en wel in het nummer van 6 maart aanstaande.

## Flexibele produktie-automatisering

Tijdens de Techni-Show organiseert de Vereniging voor Werkplaatstechniek VVW, op 20 en 21 maart, een tweedaags symposium "Op weg met flexibele produktie-automatisering". Dit symposium houdt zich vooral bezig met de robot als onderdeel van de flexibele produktie-automatisering. Meer specifiek: bij lassen en bij laden en lossen van numeriek bestuurd machines.

Wat het laatstgenoemde betreft, op woensdag 21 maart, zullen de navolgende inleidingen worden gehouden:

- De robot en zijn applicatie, in te passen in een Flexibel Automatiseringssysteem; inleider: prof.dr.ir. H. Rankers, TH-Delft.
- Communicatie in een CAD/CAM-omgeving; de CAM-omgeving: ir. B.J.C. Schimmel, Hoogovens b.v., IJmuiden; de CAD-omgeving: dr.ir. E.J. Sol, HAS b.v., Amsterdam.
- De technische realisatie van een robot die twee slijpmachines bedient; inleider: R. Rijlaarsdam, Woodward Governor Nederland b.v., Hoofddorp.
- Ervaringen met het laden en lossen van NC-machines met eenvoudige robots in de praktijk; inleider: ing. H. Lekx, N.V. Optische Industrie "Oidelft", Delft.
- Laden en lossen van een bewerkingscentrum met een zes-assige robot; inleider ?
- Vrij programmeerbare meetmachines, voorzien van een automatische wisseling van tasters als deel van een onbemande bewerkingscel; inleider: drs.ing. J.B. Eijlers, Meininger b.v. Rijswijk.

Op dinsdag 20 maart staat het robotgebruik bij lassen centraal. Het lezingenprogramma voor deze dag ziet er als volgt uit:

- Naadzoeksysteem bij booglassen, een nieuwe ontwikkeling van de

techniek; inleider: P. Schmitz, ESAB b.v., Weesp.

- Praktijkgevallen van naadvolgsystemen bij booglassen; inleider: H.J.L. Valk, Las Verkoopmaatschappij b.v., Alblisserdam.
- Stand van zaken van volg- en zoeksystemen, toepassingsmogelijkheden en problemen (forumdiscussie).
- Booglassen in de praktijk.
- De adviesrol bij de problematiek rond het puntlassen; inleider: ing. A.J.G. Verbraeken, Adviesgroep Robots en Produktie-Automatisering, TNO, ARPA.

De symposia beginnen om 10.00 uur en eindigen om 16.45 uur. Ze worden gehouden in de gehoorzaal van de Marijke-hal.

Doet men twee dagen mee, dan kost de toegang f 320,-. Elke afzonderlijke dag f 190,-. Het is voor iedereen toegankelijk. Toegang tot de beurzen is in de prijs inbegrepen.

Nadere inlichtingen: Bureau VVW, tel. 079-219221, toestel 418 of 347.

## Prof. Pekelharing erelid CIRP

Prof.ir. A.J. Pekelharing, redactielid "Metaalbewerking", tot voor kort gewoon hoogleraar in de Werktuigbouwkunde aan de TH-Delft, is door het internationale college van onderzoekers in produktietechnieken - CIRP - benoemd tot erelid (honorary member). Het dagelijks bestuur van de Vakgroep Werkplaatstechnische Produktie Technieken (vakgroepvoorzitter prof.dr.ir. H. Rankers) tekent hierbij aan, dat het erelidmaatschap slechts in beperkte mate wordt toegekend en moet worden gezien als een hoge internationale onderscheiding in het vakgebied. Niet alleen een erkenning van prof. Pekelharing persoonlijk, maar ook van het onderzoek verricht in de sectie Technologie van de Produktie, aldus het Dagelijks Bestuur Vakgroep WPT.



Prof.ir. A.J. Pekelharing



## Stimulering technologie

In het licht van het voorgaande rijst de vraag of het voornemen van EZ voorlopig geen extra geld, dat is, niet meer dan gepland is, beschikbaar te stellen ter stimulering van de technologische vernieuwing in het bedrijfsleven, wel gelukkig is. Van Aardenne zal in 1985 hiervoor 756 miljoen gulden beschikbaar stellen (exclusief ruimtevaart, energie- en zeeonderzoek). Maar, aldus de bewindsman, als het bedrijfsleven, grote belangstelling heeft, dan zou hij de situatie kunnen herzien. Dat bedrijfsleven zal zich ook in moeten spannen om tot vernieuwingen te komen en meer dan tot nu toe bereid moeten zijn risico's te lopen. Het technologiebeleid is volgens Van Aardenne een noodzakelijke voorwaarde om te komen tot herindustrialisatie. Het technologiebeleid van de regering is geen voldoende voorwaarde voor vernieuwing in de industrie, zij moet zelf in voldoende mate deelnemen.

## Hoe staat het met de technologie in het bedrijfsleven?

Volgens de Werkgroep Technologiebeleid niet zo best. In haar eindrapport aan EZ, getiteld "Naar een op de marktsector gericht technologiebeleid" met daarin aanbevelingen aan de regering over de inhoud en vorm van een te voeren technologiebeleid, schrijft de Werkgroep onder meer dat het Nederlandse bedrijfsleven technologisch gezien in een zwakke uitgangspositie verkeert. Wanneer overheid en bedrijfsleven zich gezamenlijk een veel grotere inspanning getroosten, zou een vernieuwingsproces kansrijk zijn, aldus de Werkgroep, die onder voorzitterschap staat van TNO-topman prof.ir. W.C.L. Zegveld.

Wij blijven hardnekkig volhouden dat technologische vernieuwing van de productie onverbrekkelijk verbonden is met vernieuwing en modernisering van het productieapparaat, in al zijn facetten. Dat kan uiteraard niet ineens en in zijn algemeenheid zal de Nederlandse metaalindustrie om zichzelf niet te ontwrichten het moeten zoeken

in stapsgewijze opbouw en uitbouw. De componenten zijn voorhanden. Zoals de heer C.G.A. Janssen, voorzitter PR-commissie Vimag, in zijn inleiding tijdens een persconferentie ter gelegenheid van de komende Techni Show zei: "Deze beurs (Techni-Show, red.) komt op het juiste moment en het aanbod zal zijn afgestemd op de investeringsbehoefte van de Nederlandse industrie op dit moment: conventione-

le machines, NC-machines, bewerkingscentra, automatiseringsvormen in de bewerking, bij aan- en afvoer, controle en inspectie, multifunctionele machines en robots. Janssen: "Eén ding is zeker.... nu moet het gebeuren! Wij mogen de komende jaren in Nederland niet achterblijven, het is nu of nooit! Nog beter: "Wie niet in de toekomst investeert, heeft er ook geen."

## Wie komt van waar op de Techni-Show?

De Jaarbeurs heeft een overzicht samengesteld van het aantal deelnemende exposanten aan de Techni-Show, die van 19 t/m 24 maart aanstaande in de Jaarbeursgebouwen te

Utrecht wordt gehouden. In totaal zijn het er 285, die 2282 leveranciers vertegenwoordigen. Bijgaand staatje laat zien welke landen op de beurs vertegenwoordigd zijn.

Voor een uitgebreide voorbeschouwing van op de beurs verschijnende machines, gereedschappen en toebehoren zie pagina 88 en volgend.

Land	Directe deelnemers	Indirecte deelnemers	Totaal
Belgie	7	33	40
BRD	4	734	738
Bulgarije	-	2	2
Canada	-	1	1
China	-	2	2
DDR	-	8	8
Denemarken	-	19	19
Finland	1	8	9
Frankrijk	-	108	108
Groot Brittannië	1	211	212
Hong-Kong	-	1	1
Ierland	-	3	3
India	-	1	1
Israël	-	3	3
Italië	-	153	153
Japan	-	81	81
Joegoslavië	-	2	2
Liechtenstein	-	1	1
Luxemburg	-	1	1
Noorwegen	-	3	3
Oostenrijk	1	22	23
Polen	-	4	4
Portugal	-	2	2
Spanje	-	53	53
Taiwan	-	9	9
Tsjechoslowakije	-	27	27
USSR	-	1	1
USA	-	167	167
Zuid-Afrika	-	1	1
Zuid-Korea	-	3	4
Zweden	-	69	69
Zwitserland	-	201	201
<b>Nederland</b>	<b>276</b>	<b>63</b>	<b>339</b>
<b>totaal</b>	<b>285</b>	<b>1987</b>	<b>2282</b>

Zuid-Korea komt met een collectieve landeninzending.



# EMCO\* maakt CNC-opleiding in élk bedrijf mogelijk

De opmars van NC computer-gestuurde machines is niet meer te stuiten. Bijna elk productiebedrijf krijgt met deze ontwikkeling te maken en wordt dan direct gekonfronteerd met het probleem rond goed geschoold personeel.

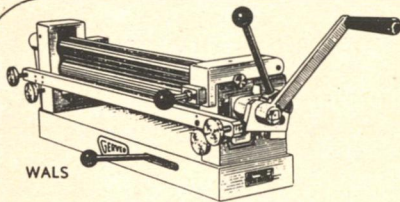
De best gerichte opleiding verzorgt u in uw eigen bedrijf, maar uw dure produktiemachines kunt u daarvoor niet gebruiken. Toch dient uw personeel op de juiste wijze met deze nieuwe machines vertrouwd te raken.

EMCO biedt dé oplossing met de Compact 5 CNC. Ideaal voor instructie door z'n formaat en vele mogelijkheden, buitengewoon interessant door z'n bijzonder lage prijs. De didactische waarde wordt daarbij nog verhoogd door een uitgebreid praktijkgericht onderwijsprogramma. De machine is uit te breiden met een monitor, plotter en een videoprint met RS 232 aansluiting die het gebruik van diverse randapparatuur en eigen computersystemen mogelijk maakt. Ook op het experimentele vlak en voor bijvoorbeeld industriële research is dit een unieke machine.

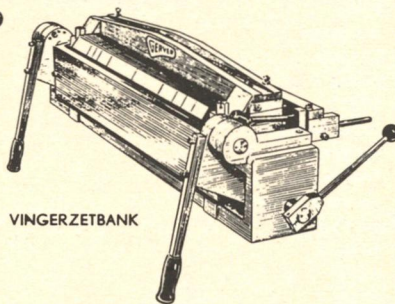
\* EMCO is fabrikant van een compleet assortiment gunstig geprijsde en kwalitatief hoogstaande draaibanken voor industrie en onderwijs. Door de unieke opbouw van het assortiment is er een uitstekende machine voor elke toepassing en elk budget.



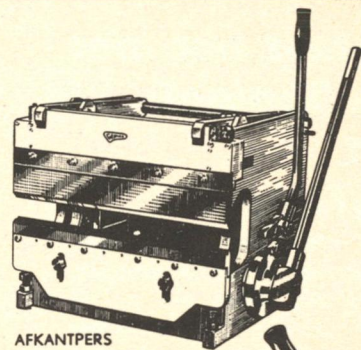
**EMCO** VERANTWOORDE INVESTERING IN UITERSTE PRECISIE  
 Vraag uitgebreide documentatie over het unieke EMCO-assortiment bij: Burgman Heybroek N.V.,  
 alleenvertegenwoordiger voor de Benelux. Postbus 2203, 3500 GE Utrecht. Telefoon 030-95 42 43.



WALS



VINGERZETBANK

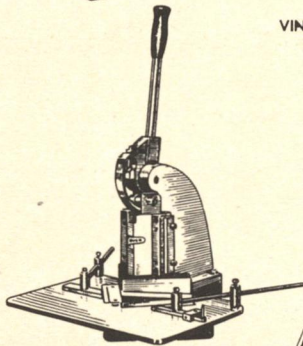


AFKANTPERS

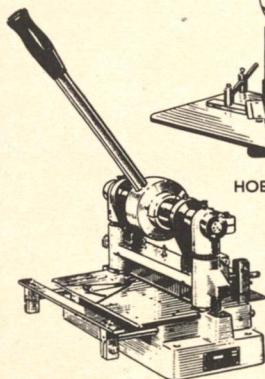
## GERVER

precisie machines

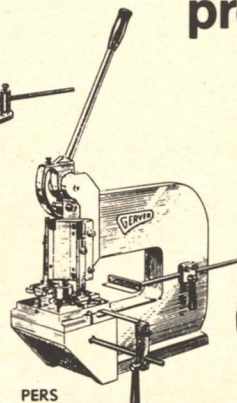
voor laboratorium  
 onderwijs, werkplaats  
 en bedrijf



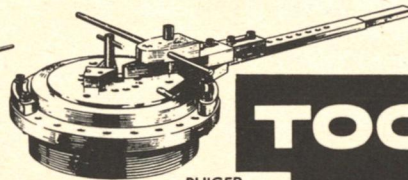
HOEKSCHAAR



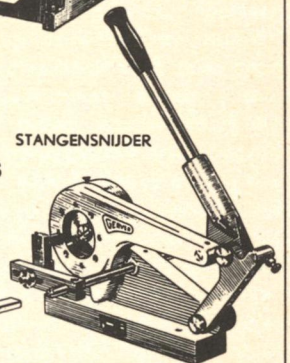
PLATENSCHAAR



PERS



BUIGER



STANGENSNIJDER

## TOOLS

TOOLS MACHINE- EN GEREEDSCHAPPENHANDEL B.V.

Schakelstraat 21 - 1014 AW Amsterdam - Tel. 020-822655

toonaangevend  
 in de  
 metaalbewerking



# Aanschaf van machines met handingavebesturing voor enkelstuks en kleine series

H. Lekx, Oldelft

Dit artikel is de samenvatting van een voordracht gehouden tijdens de studiedag van MIKRON, sectie Experimentele Instrumentenbouw, onder de titel: "Waar en waarom numeriek bestuurd (NuBe) machines".

In dit artikel wordt een indruk gegeven van de mogelijkheden van NuBe machines met handingavebesturing. Vooral wordt aandacht geschonken aan economische, financiële en menselijke aspecten, die aan de orde komen bij de voorbereiding van het besluit tot aanschaf.

De schrijver richt zijn aandacht vooral op de instrumentmaker en de soms (kleine) werkplaatsen, die bevolkt zijn met instrumentmakers.

## Afbakening

### Machines

NuBe (numerieke besturing) heeft in de loop der jaren geleid tot een enorm scala van mogelijkheden voor het bewerken van onderdelen. In dit artikel komt slechts een beperkt deel van de mogelijkheden aan de orde. Niet aan de orde komen bijvoorbeeld de NuBe draaibanken met laadmagazijn of met robot en ook niet de NuBe bewerkings-

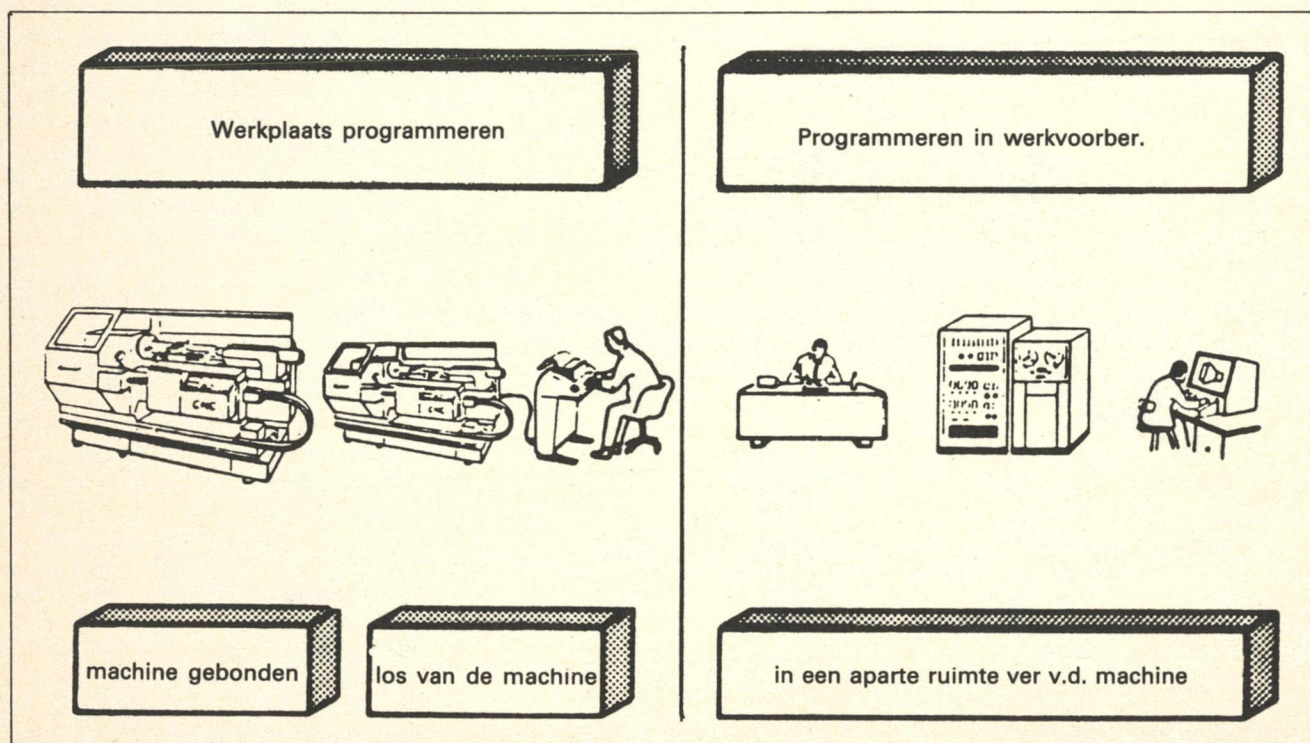
centra met automatisch gereedschap en/of werkstukwisseling. Om zo goed mogelijk aan te sluiten bij de (zelf-)werkzaamheid van de instrumentmaker, vaak werkend in werkplaatsen van kleinere omvang, zullen met name de NuBe machines met handingavebesturing aan de orde komen. Deze machines worden gekenmerkt met name door hun relatief lage aanschafprijs (ongeveer f 100.000,-) en door het feit, dat ze aan de machine zelf geprogrammeerd worden.

### Programmeren

In het algemeen kan gesteld worden dat het programmeren van NuBe machines in de werkvoorbereiding of in de werkplaats kan plaatsvinden. In de werkvoorbereiding kan handprogrammering en computerprogrammering toegepast worden. Het handprogrammeren wil zeggen dat regel na regel, beweging na beweging met de hand gecodeerd wordt; met computerprogrammering is het mogelijk een aantal coderingen automatisch tot stand te laten komen.

In de werkplaats kan ook op twee manieren geprogrammeerd worden, namelijk los van de machine en machinengebonden. Bij de laatstgenoemde methode kan de machine meestal niet produceren tijdens het programmeren; het programmeren gebeurt vrijwel altijd door de vakman zelf.

In dit artikel zal dus vooral op machines met handingaveprogrammering in de werkplaats worden ingegaan. Figuur 1 geeft een overzicht van de verschillende programmeermethoden.



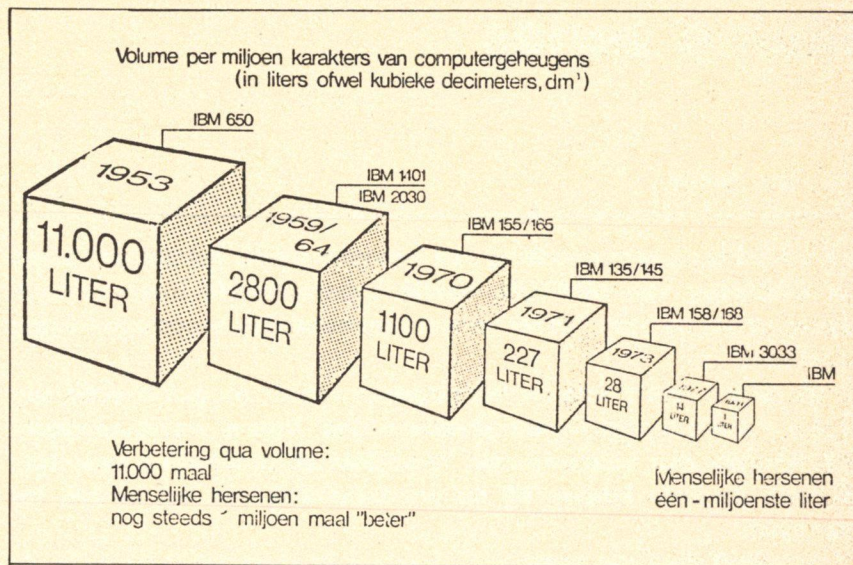
Figuur 1



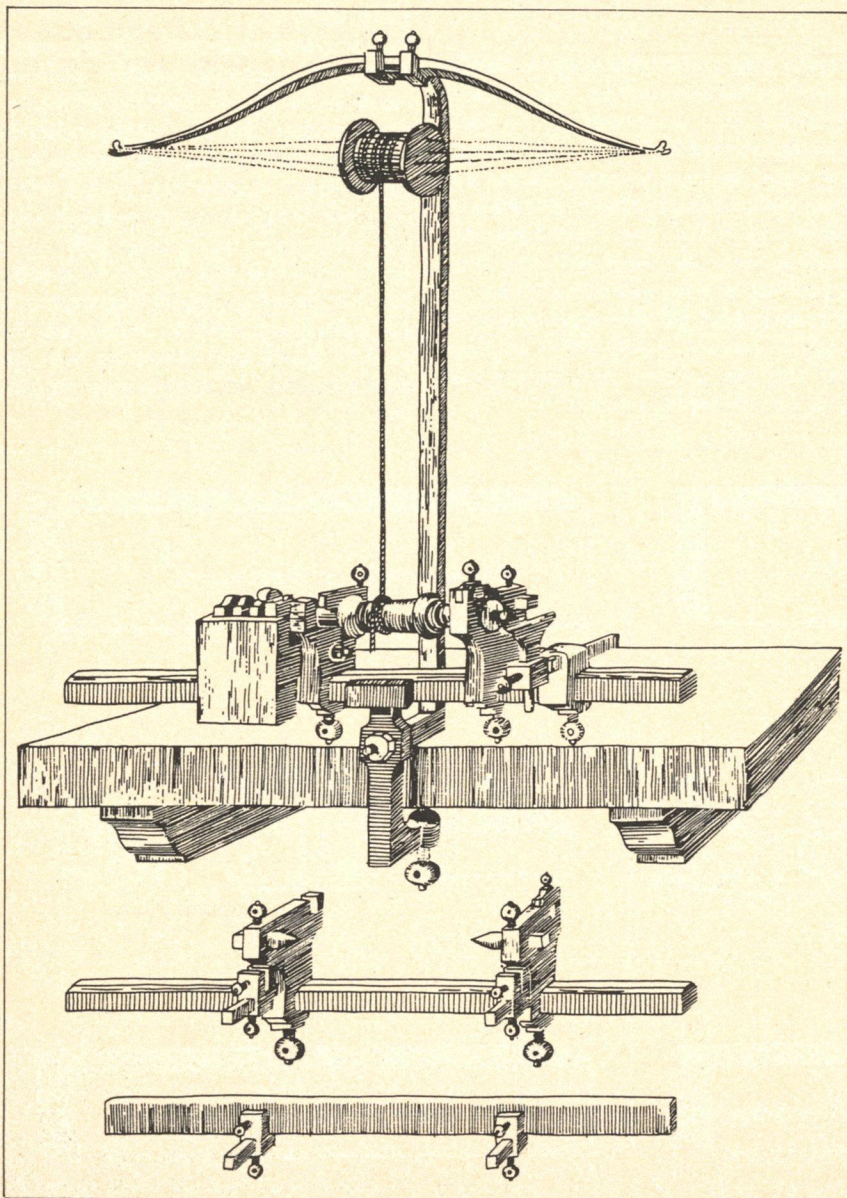
## Belangrijke ontwikkelingen, die van invloed zijn op de ontwikkeling van metaalbewerkingsmachines

Gereedschapswerktuigen bestaan al lang. Al in de zeventiende eeuw wordt bijvoorbeeld de horlogemakersdraai-bank (figuur 2) veelvuldig gebruikt. De ontwikkeling van de stoommachine en de elektriciteit hebben er voor gezorgd dat de gereedschapswerktuigen ontstaan zijn waar nu in Nederland nog het merendeel van de metaalbewerkers en zeker de instrumentmakers mee werken.

De komst van de "read-out" systemen in de zeventiger jaren gaf een extra dimensie aan deze machines. De besparing, die dit opleverde zorgde ervoor dat de toepassing van de elektro-



Figuur 3



Figuur 2

nica op grotere schaal ging plaatsvinden. Deze systemen luiden de komst van de handingavebesturingen in van heden ten dage.

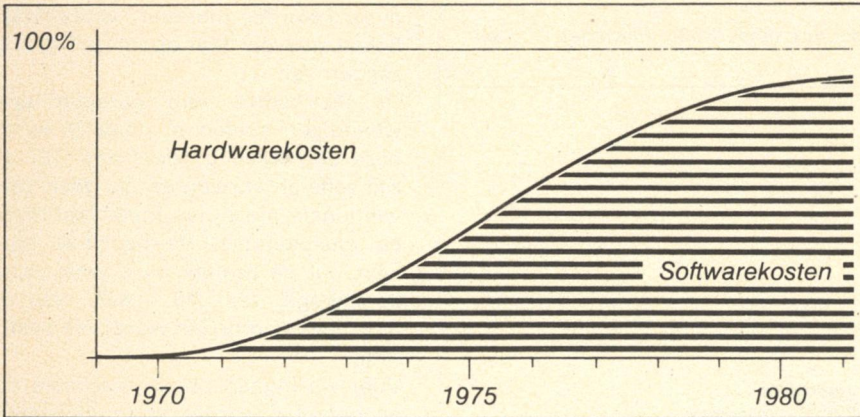
### De ontwikkeling van de elektronica

In het bestek van dit artikel past geen uitgebreid verhaal over de elektronica, maar als gesproken wordt over NuBe, dan kan niet voorbij gegaan worden aan het belang en de invloed van de elektronica. Enkele kenmerkende ontwikkelingen worden hier genoemd. Allereerst het volume: in vroeger jaren was de numerieke besturing alleen mogelijk met een enorm volume aan elektrisch en elektronisch schakelmateriaal. Tegenwoordig is dit teruggebracht tot een volume dat 11000 maal kleiner is. De menselijke hersenen zijn een miljoen maal kleiner. De verwachtingen ten aanzien van de verdere ontwikkelingen zijn nog steeds hoog gespannen, zie figuur 3.

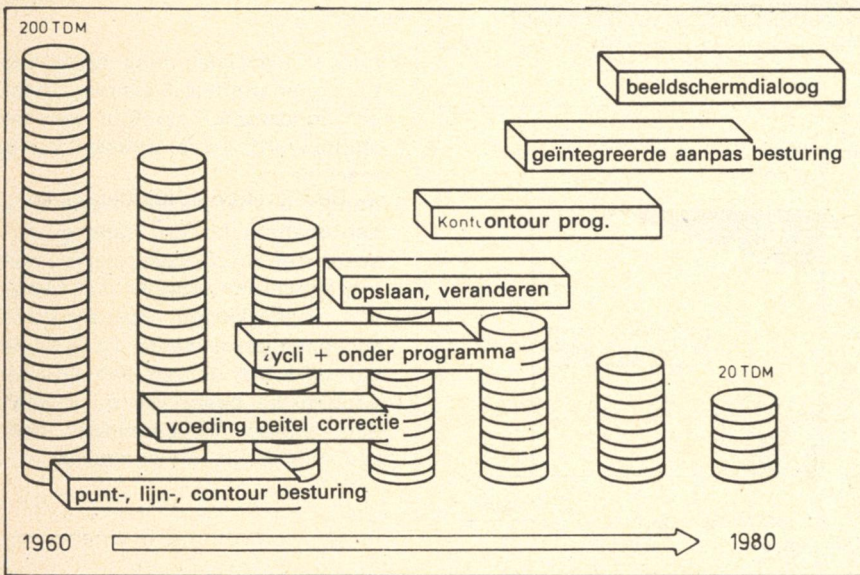
In vroeger jaren bestond een groot deel van de computer uit "hardware" apparatuur. Er werd nogal wat geschakeld. Tegenwoordig liggen de meeste kosten in het "software" gedeelte. Figuur 4 geeft een beeld van de ontwikkeling van de verhouding hardwarekosten/softwarekosten. De ontwikkeling van de elektronica in de NuBe machines loopt van de relaistechiek via de transistortechiek, minicomputer en microprocessor naar de VLSI techniek in de toekomst.

Belangrijk in deze ontwikkeling is vooral ook de prijsontwikkeling. Er is sprake van een duidelijke groei in prestatiemogelijkheden bij een gelijktijdige prijsverlaging. Figuur 5 geeft hiervan een beeld.





Figuur 4

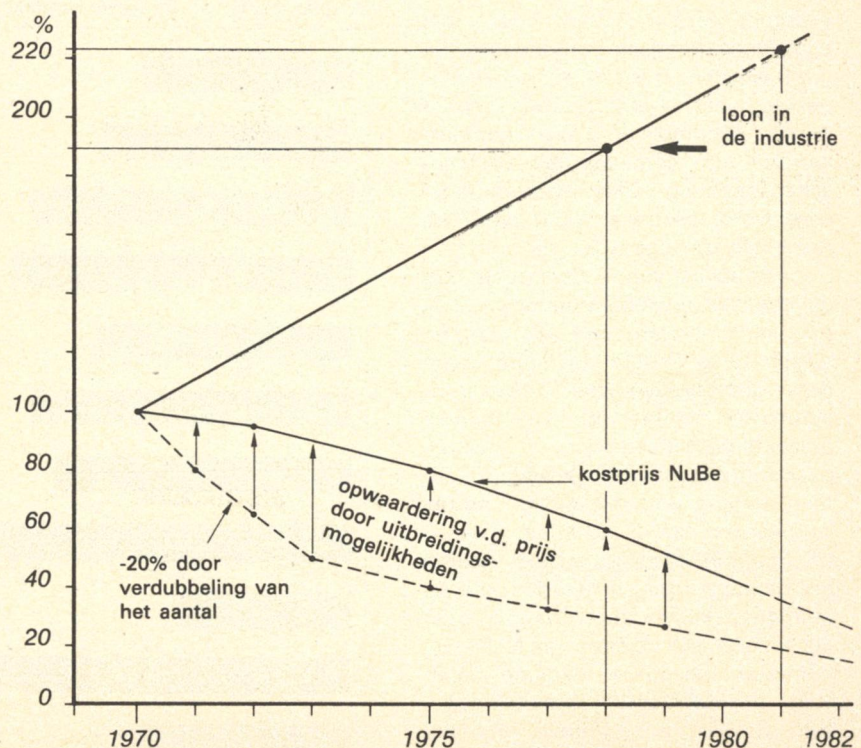


Figuur 5

### De ontwikkeling van de lonen

Schril afstekend tegen de ontwikkelingen in de elektronica staat de ontwikkeling van de lonen in West-Europa. Of misschien moeten we zeggen: "Dank zij de technologische ontwikkelingen in West-Europa is het mogelijk geworden om een hoog salarisniveau te bereiken". Figuur 6 geeft een indruk van de ontwikkeling van de lonen enerzijds en de kostprijs van NuBe anderzijds.

Heden ten dage is er sprake van een teruggang in de industriële activiteiten: om mee te kunnen komen en een bijdrage te leveren aan een economische opleving is het te meer noodzakelijk om kostprijsverlagende investeringen door te zetten. Uit het voorgaande moge al duidelijk blijken, dat de NuBe daar een goede bijdrage toe kan leveren. Mogelijk zal de keuze worden: of lagere lonen of meer toegepaste elektronica in de gereedschapswerktuigen.



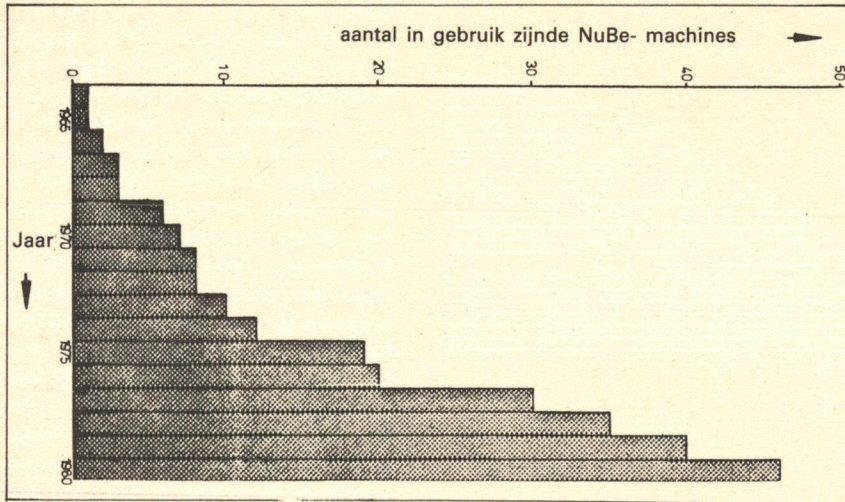
Figuur 6

Overigens moeten we oppassen dat het gat tussen de werkelijk mogelijke technologie en de technologie die we feitelijk toepassen in onze werkplaatsen niet meer is te overbruggen. Het werken met deze nieuwe mogelijkheden vraagt toch een andere niet binnen enkele maanden te realiseren mentaliteit en opvatting. Bij een eerste investering in een NuBe machine moet nogal wat leergeld betaald worden. De toepassing van NuBe in Nederland heeft tot nu een veel minder sterke toename te zien gegeven dan in West-Duitsland, Amerika en Japan. We hebben dus al wat in te halen. Figuur 7 geeft de cijfers van de in gebruik genomen machines in West-Duitsland weer.

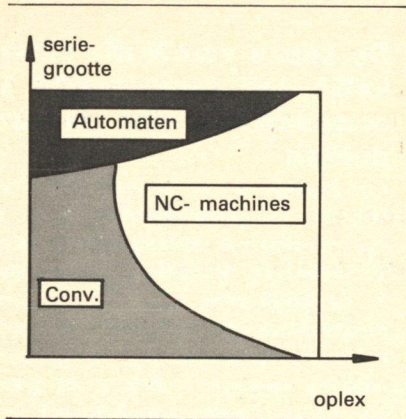
### De keuze van NuBe afhankelijk van seriegrootte en complexiteit van de producten

Als gevolg van de enorme ontwikkeling in de mogelijkheden, prijs en volume zien we de toepassingsmogelijkheden van de NuBe groter worden. In de beginjaren van de bestuurd machines werd al het plaatje vertoond, dat het totale gebied van de metaalbewerking verdeelt in drie grote gebieden met hun eigen toepassingen. Er is een gebied, waarin de automaten welke grote tot zeer grote series niet te





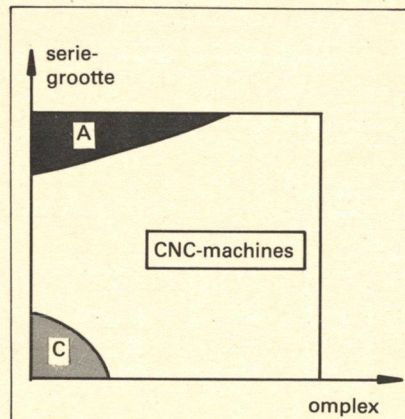
Figuur 7



Figuur 8

gecompliceerd werk (duizenden), met succes, economisch verantwoord, ingezet worden. Er is ook een aanzienlijk gebied, waarin kleinere series meer of minder gecompliceerd werk gemaakt worden op conventionele gereedschapswerktuigen. Het resterende gebied wordt bestreken door de NuBe machines (zie figuur 8).

Door de komst van NuBe-machines is dit toepassingsgebied vergroot. Het gaat als het ware een wig vormen tussen twee andere gebieden in en drukt deze beiden weg. Zowel voor automaten als voor de conventionele machine blijft maar een klein gebiedje over. In de komende jaren zal dit naar mijn mening nog sterker tot uitdrukking komen dan dit nu al het geval is (zie figuur 9). Deze figuur moet ieder in het geheugen gegrift worden, die nu of in de toekomst iets wil zeggen over het economisch inzetten van NuBe. De numeriek bestuurde machine heeft/krijgt een zeer groot toepassingsgebied. Je kan er niet meer omheen. Uitstel van aanschaf kan een ernstige fout betekenen en kan niet altijd gemo-



Figuur 9

tiveerd worden met een "voorzichtig" beleid, hoeveel daar op zichzelf voor te zeggen valt.

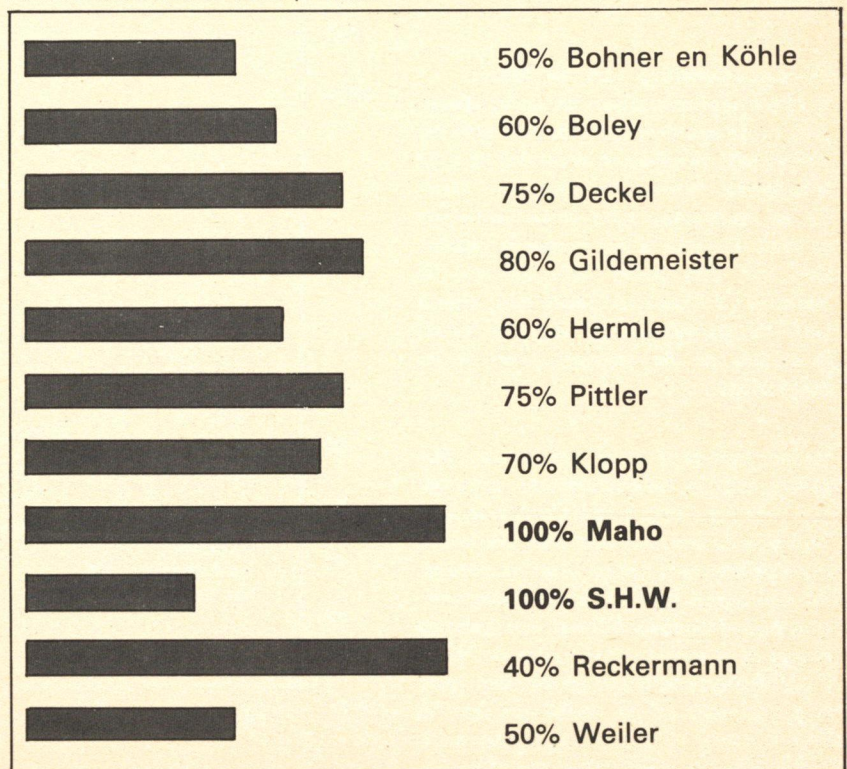
De fabrikanten van gereedschapswerktuigen spelen al duidelijk in op deze ontwikkeling (zie figuur 10). Er zijn zelfs al fabrikanten die geen conventionele machines meer fabriceren en uitsluitend NuBe-machines bouwen. Uit de grafiek blijkt welk groot percentage, vaak 70 - 80%, van de machines al voorzien wordt van besturing.

Voor we ingaan op de machines die aangeboden worden en op de kosten, zetten we eerst een aantal voordelen op een rij:

- minder speciale snijgereedschappen; geen profielbeitels meer, haast elk noodzakelijk contour kan bestuurd worden door de assen van de machine.
- minder opspangereedschappen; in één opspanning kan meer gerealiseerd worden. Gecompileerde contouren werden vroeger met behulp van ingewikkelde opspangereedschappen gerealiseerd. Door de besturing wordt dit veel eenvoudiger.
- aanzienlijke besparing op insteltijden; minder opspanningen betekent minder in- en omstellen.

Aandeel NuBe van de totale productie

Figuur 10





Beoordelingscriteria NuBe-draaien		serie-grootte				
		1-5	6-20	21-50	51-100	>100
1) Aantal gladde Buitendiameters		3	2	2	2	2
		5	3	4	4	3
		7	4	8	8	6
2) Aantal gladde Binnendiameters		3	3	3	3	3
		5	5	6	6	5
		7	9	10	10	9
3) Aantal conussen Radi binnendiameters		3	8	10	10	8
		5	12	15	15	12
4) Aantal conussen Radi buitendiameters		3	6	6	6	6
		5	10	12	12	10
5) Aantal insteken Buitendiameters		3	2	4	4	4
		5	3	6	6	6
6) Aantal insteken Binnendiameters		3	5	6	6	6
		5	8	10	10	10
7) Aantal draaddelen Buitendiameters		3	4	5	5	4
		5	8	10	10	8
		7	12	15	15	12
8) Aantal draaddelen Binnendiameters		2	5	5	5	5
		5	10	10	10	10
		7	15	15	15	15
9) Tolerantieklasse	≤ 10 μm	7	7	7	7	7
	11-25 μm	3	3	3	3	3
	≥ 25 μm	1	1	1	1	1
10) Uitgangsvorm	gevormd					
	deel	3	3	2	2	2
	schijf	3	3	2		1
	staf	1	1	2	2	4
11) Lengte/diameter verhouding	≤ 1,5	4	4	5	5	5
	1,5-6	2	2	2	1	0
	≥ 6	0	0	0	0	0
12) Materiaal	alumi- nium	5	5	6	6	6
	staal	3	3	4	4	4
	r.v.s.	1	1	1	1	1
Totaal						

Figuur 11

- snellere aanmaak van onderdelen; hogere produktiviteit.
- minder controle. Besturingen reproduceren betrouwbaarder dan de mens een 2e, 3e, enz. produkt, zodat alleen op de gevolgen van slijtageverschijnselen gecontroleerd hoeft te worden.
- minder afkeur en nabewerking.
- minder voorraadvorming. Zowel bij kleinserie- als grootseriewerk een aanzienlijke besparing op voorraadkosten.

Het is in de regel niet zo dat indien besloten wordt om over te gaan op NuBe gereedschapswerktuigen alle machines radikaal vervangen worden door NuBe-machines. Gelukkig is dit vaak een proces waarbij geleidelijk overgegaan wordt op NuBe-machines. Indien in de werkplaats een keuze gemaakt kan worden uit NuBe-bewerken en conventioneel bewerken dan is het belangrijk dat het meest geschikte

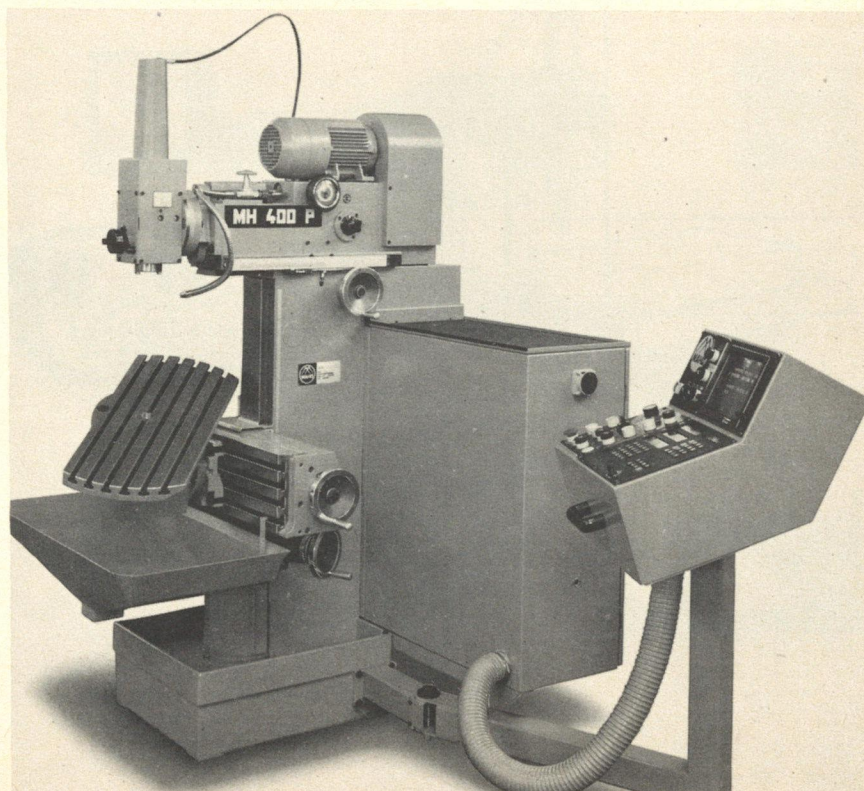
en het meest economisch verantwoorde werk op de NuBe-machines komt. Er kan natuurlijk voor elk onderdeel dat gemaakt moet worden een dubbele calculatie uitgevoerd worden, maar ook dat kost geld. Veel handiger is het om met de twee belangrijkste factoren, namelijk seriegrootte en complexiteit, een puntentabel samen te stellen. Men kan daarmee komen tot een snellere keuze tussen NuBe-bewerken of conventioneel bewerken. In figuur 11 zien we hoe een dergelijke tabel er uit kan zien. Dit voorbeeld geeft duidelijk de bedoeling weer. Op grond van uitvoeriger berekeningen en van ervaringsgegevens kan een grens gevonden worden. Men kan zelfs zover gaan dat het geheel wordt opgenomen in een programma, welke via een vragen antwoordsysteem in een minicomputer het aantal punten toekent en dit bovendien verwerkt. De eenvoudigste minicomputer kan een dergelijk probleem al aan.

## De machines met handingavebesturing

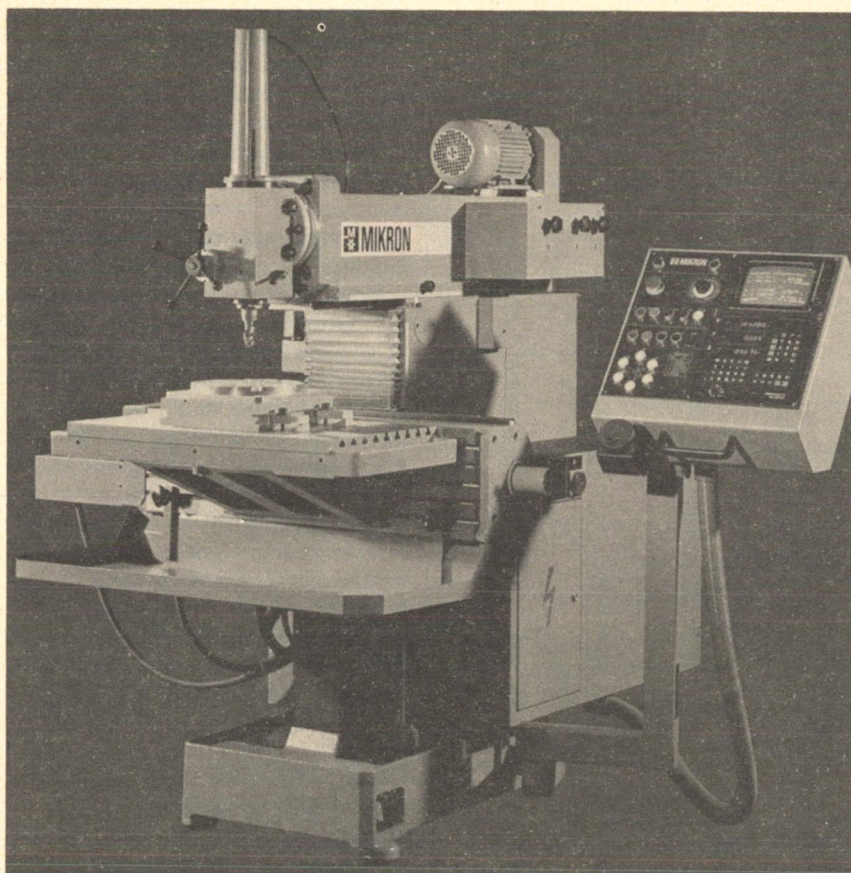
### Algemeen

De goedkope werkplaatsvriendelijke NuBe-machines (handingavemachines) nemen een steeds belangrijker plaats in in het werkplaatsgebeuren.

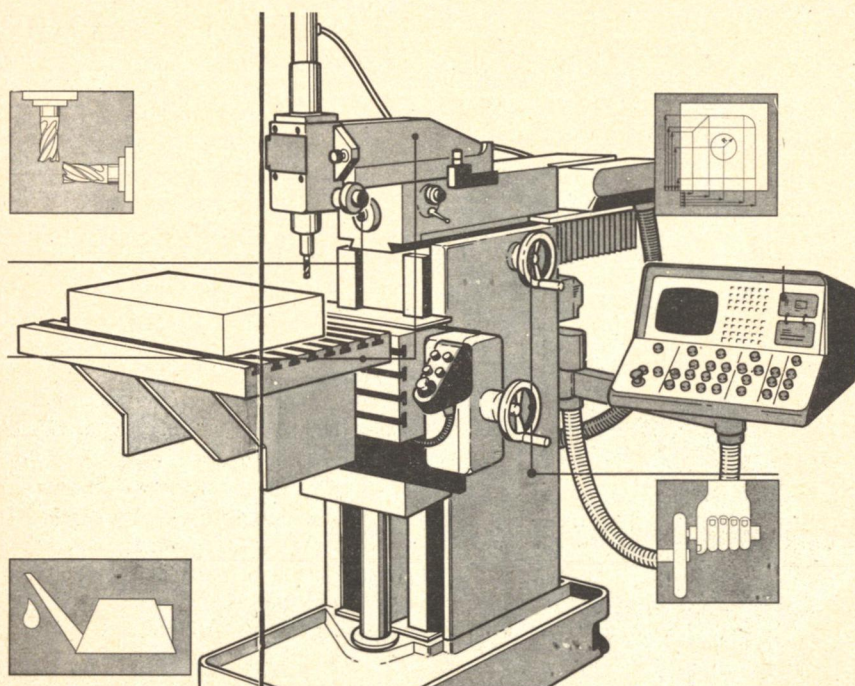
Figuur 12







Figuur 13



Figuur 14

Zij nemen niet zo zeer dat werk over dat al eerder met succes op NuBe-machines uitgevoerd werd, maar het gedeelte dat tot nu nog conventioneel gedaan wordt. Het toepassingsgebied van deze machines kan verdeeld worden in drie grote gebieden, namelijk:

- a. Kleine series en eenmalig uitgevoerde, al of niet gecompliceerde onderdelen (instrumentmaken, proeffabricage, reparatiewerk, e.d.).
- b. Grotere series eenmalig of bij herhaling te fabriceren eenvoudige onderdelen. (Het werk is te eenvoudig voor de duurere NuBe-machines).
- c. Opleiding op scholen en bedrijven. (De eenvoudige NuBe-machines zijn nog betaalbaar en hebben voldoende mogelijkheden voor het opleidingsgebeuren).

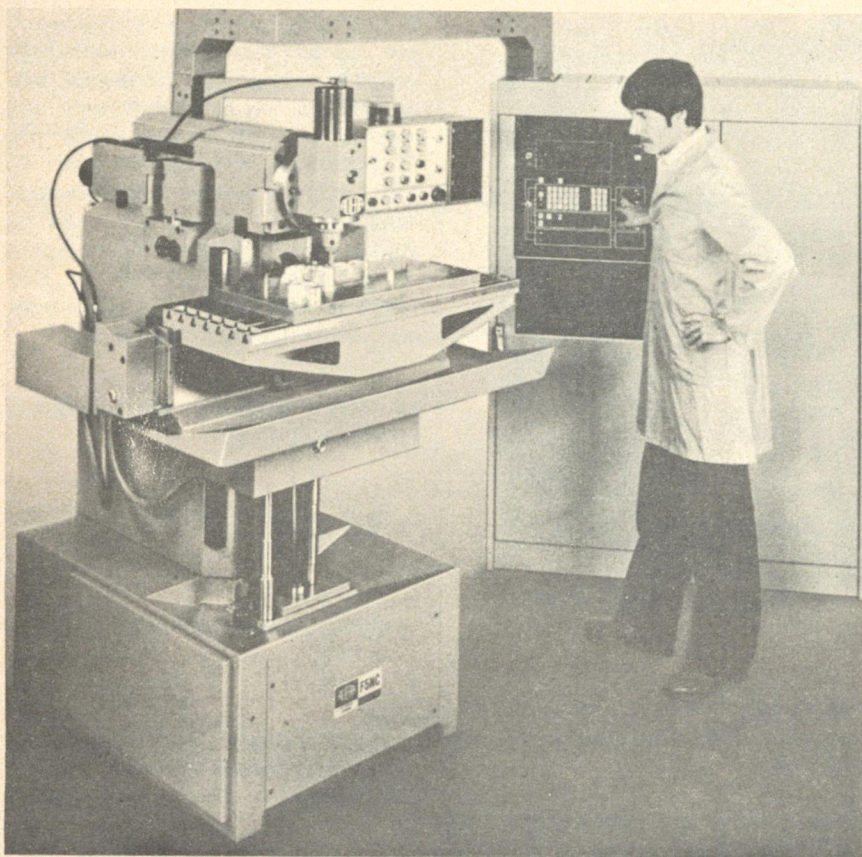
In het kader van voorlichting aan een (helaas nog steeds) grote groep met NuBe-machines onbekende werkplaatsmensen is het van belang een idee te geven van de bestaande machines. Dit kan geen volledige opsomming zijn: het is de bedoeling een ruim en goed beeld te geven van de mogelijkheden.

### Freesbanken

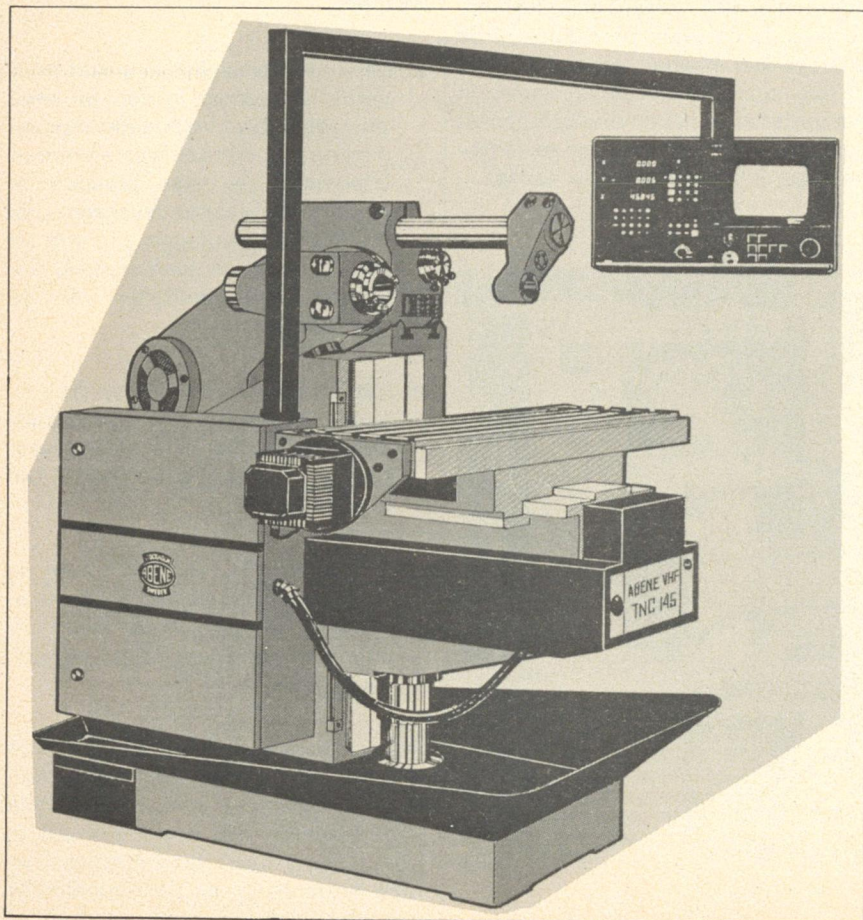
Voor alle drie genoemde gebieden is er ruim voldoende aanbod tegen prijzen van onder de f 100.000,- tot ver daarboven. Juist in dit gebied is de toepassing van handingavemachines ver doorgevoerd. Als voorbeelden kunnen worden genoemd: de Maho met de P en C besturing (figuur 12), de serie Mikron machines (figuur 13), de serie van Deckel (figuur 14), de serie van Aciera (figuur 15), de Hermle serie en Abene (figuur 16).

Als besturingen worden toegepast: Heidenhain (in diverse uitvoeringen, mogelijkheden en prijzen), Philips (vaak in combinatie met inbreng van de machineleverancier), Elesta in diverse uitvoeringen en eigen besturingen van machineleveranciers, bijvoorbeeld Deckel.





Figuur 15



### Draaibanken

Bij de draaibanken zijn er minder voorbeelden te vinden van machines met uitsluitend handingavebesturing. Daarom liggen de prijzen al snel iets hoger. De "minidraaibank" wordt wel als mogelijkheid genoemd ten behoeve van het opleiden, maar in de praktijk is de leerling snel "uitgespeeld" op zo'n machine en de behoefte aan een normale NuBe machine, zoals ze in werkplaatsen voorkomen, komt snel boven.

In de opleiding gebruiken we ook geen mini-conventionele machines. Ondanks de wat hogere prijzen worden toch enkele machines genoemd:

Gildemeister NEF 280 draaibank met Fanuc 3T besturing (figuur 17), Mahurin (figuur 18) met eigen besturing, Weisser Heilbron met Bosch alpha-besturing (figuur 19). Van een wat latere datum zijn de Weiler Primus 120 CNC met de 3T besturing van Siemens (figuur 20) en de Akebono met de 2T besturing van Fanuc (figuur 21). Alleen de genoemde Weiler draaibank blijft ruimschoots onder de f 100.000,-.

### Andere gereedschapswerktuigen

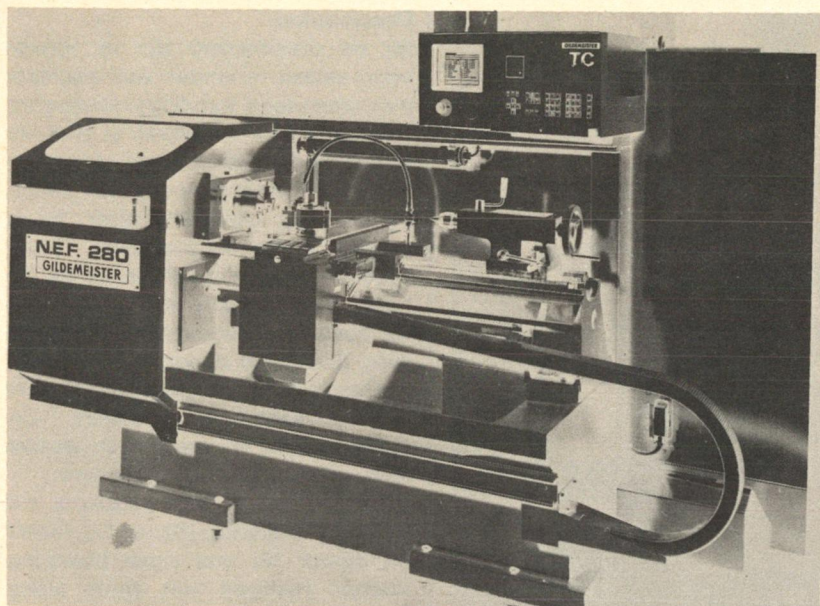
Er zijn nog andere machines te noemen met een eenvoudige besturingsmogelijkheid, met name boormachines, slijpbanken en vonkerosiemachines.

### De opbouw van een tarief

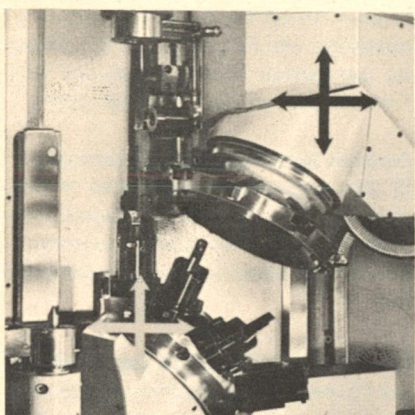
We komen nu in het cijferwerk terecht. Voor een technicus even wennen, maar onontbeerlijk bij hoge investeringen. Hoe hoger de investering, hoe groter het belang van het doen van een goede investering. Beschreven wordt een voorbeeld van een mogelijke tariefopbouw. Naast elkaar worden de cijfers geplaatst van de conventionele machine en van de NuBe-machine. Bij NuBe wordt vaak het werken in ploegen genoemd. Bij deze berekening zullen we ook het werken in ploegen betrekken. Weliswaar betreft het een voorbeeld, maar de cijfers berusten op ervaringsgegevens bij "Oldelft". Belangrijk is vooral dat **alle** kosten opgenomen worden, zoals bijvoorbeeld telefoonkosten, salariskosten, bedrijfskleding, reparatie en onderhoud, enz. Deze kosten worden omgezet in een tarief per honderd uur, om ook de kleine bedragen redelijk te laten uitkomen en niet met veel cijfers achter de komma te hoeven rekenen.

Figuur 16





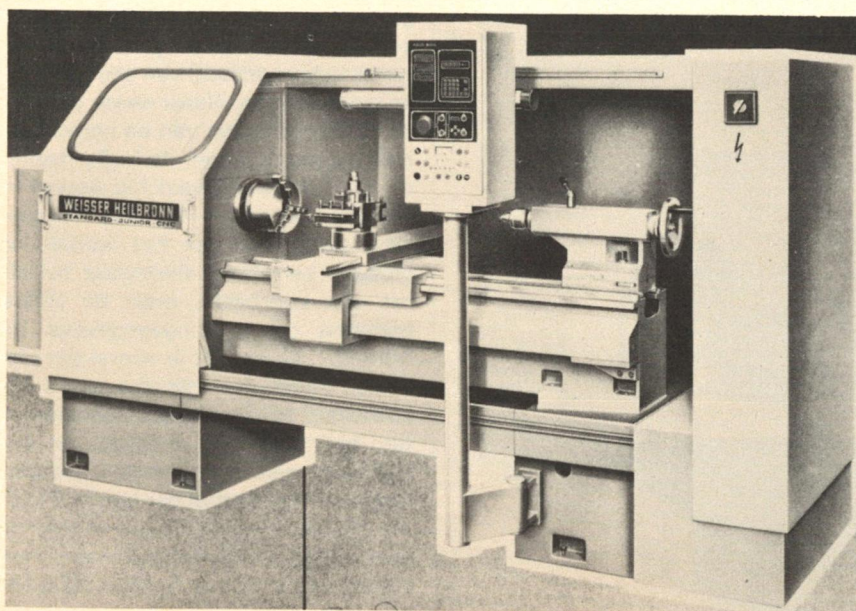
Figuur 17



Figuur 18

Een aparte beslissing vormt de keuze van de afschrijvingstermijn van de machine.

Als dekking voor de gemaakte kosten staan een aantal dekkingseenheden genoemd, in dit geval machine-uren. Het voordeel van deze uitgebreide informatie, die uiteraard bedrijfsafhankelijk is, is dat men heel duidelijk de bijdrage kan afleiden van een bepaalde kostenpost aan de totale kosten in het uurtarief. Ook kan met behulp van een goede administratie aan kostenbeheersing in de tijd worden gedaan.



Figuur 19

Om een goed inzicht te verkrijgen zijn een aantal kostenposten samengevoegd tot zes grotere posten. De kosten zijn op een rijtje gezet voor een afdeling waar 10 mensen werken op 10 machines. Aan de ene kant 10 conventionele machines (gemiddelde aanschafprijs f 50.000,-) en aan de andere kant 10 NuBe-machine (gemiddelde aanschafprijs f 100.000,-). Hetzelfde is ook nog eens gedaan voor een ploegensysteem (figuur 22).

Een aantal andere uitgangspunten in dit voorbeeld zijn:

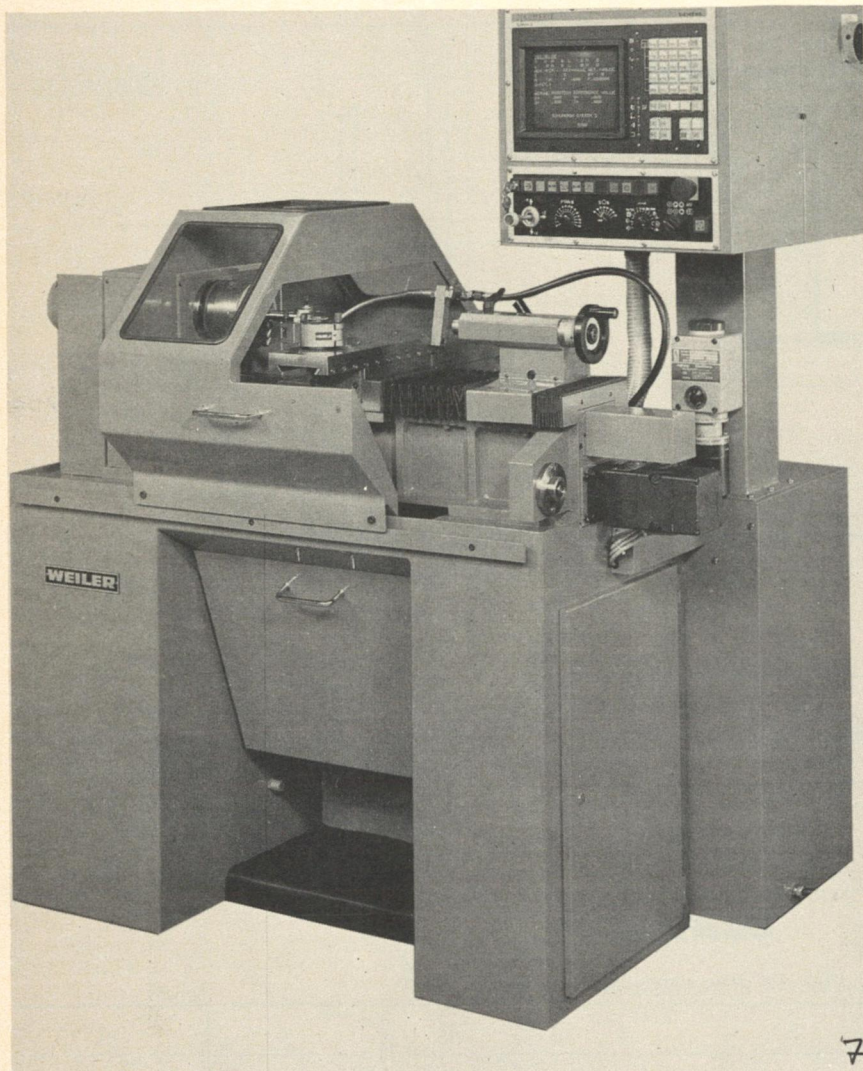
- 1600 werkuren per jaar per medewerker;
- Ploegentoeslag 25% over het brutosalairis;
- In de toeslagen zijn de kosten voor controle, leiding, planning, e.d. inbegrepen.

Met de hier opgestelde gegevens kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

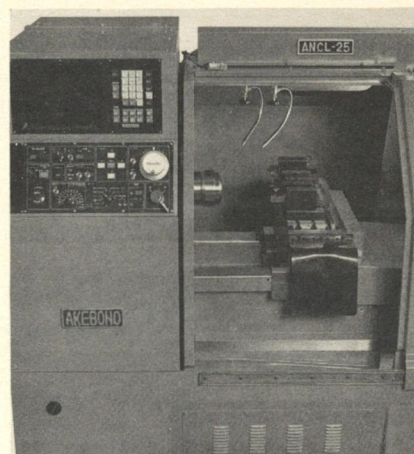
- a. Minimale verschillen in uurtarieven voor het werken in één of twee ploegen. Indien voldoende kapitaal aanwezig is, hoeft niet te worden overwogen in twee ploegen te werken. Er kunnen evenwel ook andere overwegingen zijn om in twee ploegen te gaan werken, bijvoorbeeld het verkorten van de doorlooptijd.
- b. Het breekpunt voor het werken in twee ploegen met een ploegentoeslag van 25% ligt een investeringsbedrag van rond f 100.000,- per machine.
- c. Het verschil in uurtarief tussen de conventionele machine en de eenvoudige NuBe-machine met handingavebesturing is ongeveer 10% en niet meer.

Wellicht ten overvloede zij opgemerkt dat in ieder bedrijf het bedrag van iedere kostenpost op zichzelf anders kan uitkomen. Het wordt nu tijd te gaan kijken naar de prestaties van deze NuBe-machines. Deze spelen ook een zeer belangrijke rol.





Figuur 20



Figuur 21

### Voorbeelden van kostenopbouw voor het draaien en frezen van onderdelen

#### Het draaien

We gaan uit van drie soorten werkstukken:

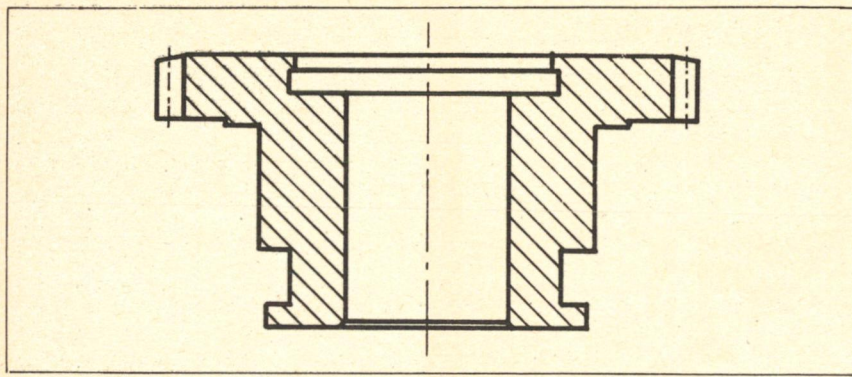
1. Een eenvoudig werkstukje, dat uit een schijf Al  $\varnothing$  70, lang 9 mm gemaakt wordt (verder genoemd "eenvoudig"), figuur 23.
2. Een werkstuk dat uit een stuk  $\varnothing$  130, lang 65 mm gemaakt wordt. Materiaal: staal ("gemiddeld"), figuur 24
3. Een werkstuk dat typisch zeer geschikt is voor bewerking op een NuBe-machine; uitgangsmateriaal lang 30 mm, diameter 110 mm (verder genoemd "uitgelezen"), figuur 25.

Figuur 22

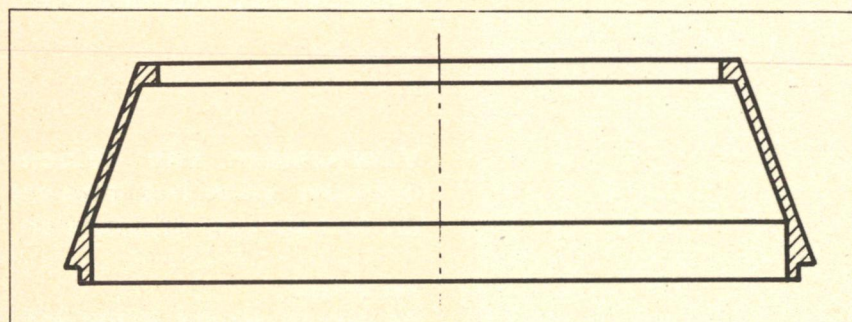
## Budget

Afd. 10 mensen 16.000 uur/jaar	1 ploeg				2 ploegen			
	Totaal		100 uur		Totaal		100 uur	
	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe
Loonkosten (10 man)	545000,00	<b>545000,00</b>	3400,00	<b>3400,00</b>	636000,00	<b>636000,00</b>	3975,00	<b>3975,00</b>
Diverse kosten	20000,00	<b>20000,00</b>	125,00	<b>125,00</b>	20000,00	<b>20000,00</b>	125,00	<b>125,00</b>
Gereedschap+energie	30000,00	<b>25000,00</b>	187,50	<b>156,25</b>	30000,00	<b>25000,00</b>	187,50	<b>156,25</b>
Afschrijving+rente	80000,00	<b>160000,00</b>	500,00	<b>1000,00</b>	50700,00	<b>101400,00</b>	316,90	<b>633,75</b>
Onderhoud+huisvesting	90000,00	<b>110000,00</b>	562,50	<b>687,50</b>	50000,00	<b>60000,00</b>	312,00	<b>375,00</b>
Toeslagen 3 <sup>e</sup>	200000,00	<b>200000,00</b>	1250,00	<b>1250,00</b>	200000,00	<b>200000,00</b>	1250,00	<b>1250,00</b>
<b>Totaal</b>	<b>965000,00</b>	<b>1060000,00</b>	<b>6025,00</b>	<b>6618,75</b>	<b>986700,00</b>	<b>1042400,00</b>	<b>6166,87</b>	<b>6515,00</b>

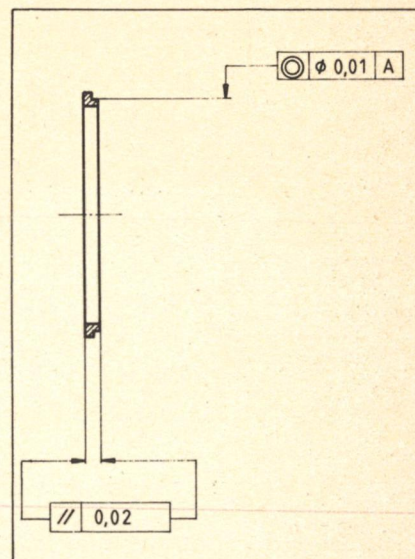




Figuur 24



Figuur 25



Figuur 23

Deze werkstukken komen uit het werkpakket van Oldelft en zijn terwille van het rekenvoorbeeld gekozen. In feite dient U de werkstukken te kiezen, die qua grootte, vorm, nauwkeurigheid en materiaalkeuze representatief zijn voor het werkpakket in Uw bedrijf.

<b>Eenvoudig</b>													
Tijd- en prijs vergelijk Conv./NuBe													
tijd in min. prijs in geld		1		2		3		4		5		10	
serie	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	
machine	Conv.	<b>10</b>	Conv.	<b>10</b>	Conv.	<b>10</b>	Conv.	<b>10</b>	Conv.	<b>10</b>	Conv.	<b>10</b>	
prog. tijd		20		20		20		20		20		20	
1-malige neven tijd	20	<b>10</b>	35	<b>20</b>	50	<b>30</b>	65	<b>40</b>	80	<b>50</b>	155	<b>100</b>	
bewerktijd	40	<b>40</b>	55	<b>50</b>	70	<b>60</b>	85	<b>70</b>	100	<b>80</b>	175	<b>130</b>	
totale aanmaaktijd	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>	
uurtarief	40,17	<b>44,13</b>	55,23	<b>55,16</b>	70,29	<b>66,19</b>	85,35	<b>77,22</b>	100,42	<b>88,25</b>	175,72	<b>143,41</b>	
totale kosten serie	40,17	<b>44,13</b>	27,61	<b>27,58</b>	23,43	<b>22,06</b>	21,34	<b>19,30</b>	20,08	<b>17,65</b>	17,57	<b>14,34</b>	
kosten per stuk		<b>1,00</b>		<b>1,10</b>		<b>1,17</b>		<b>1,21</b>		<b>1,25</b>		<b>1,35</b>	
tijdfactor		<b>0,91</b>		<b>1,00</b>		<b>1,06</b>		<b>1,11</b>		<b>1,14</b>		<b>1,23</b>	
prijsfactor													

Figuur 26

<b>Gemiddeld</b>													
Tijd- en prijs vergelijk Conv./NuBe													
tijd in min. prijs in gld.		1		2		3		4		5		10	
serie	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	
machine	Conv.	<b>30</b>	Conv.	<b>30</b>	Conv.	<b>30</b>	Conv.	<b>30</b>	Conv.	<b>30</b>	Conv.	<b>30</b>	
prog. tijd		50		50		50		50		50		50	
1-malige neven tijd	100	<b>15</b>	160	<b>30</b>	210	<b>45</b>	260	<b>60</b>	310	<b>75</b>	560	<b>150</b>	
bewerktijd	150	<b>95</b>	210	<b>110</b>	260	<b>125</b>	310	<b>140</b>	360	<b>155</b>	610	<b>230</b>	
totale aanmaaktijd	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>	
uurtarief	150,62	<b>104,80</b>	231,87	<b>121,34</b>	261,88	<b>137,90</b>	311,29	<b>154,44</b>	361,50	<b>170,99</b>	612,54	<b>253,73</b>	
totale kosten serie	150,62	<b>104,80</b>	115,94	<b>60,67</b>	87,03	<b>45,97</b>	77,82	<b>38,61</b>	72,30	<b>34,20</b>	61,25	<b>25,37</b>	
kosten per stuk		<b>1,58</b>		<b>1,91</b>		<b>2,08</b>		<b>2,21</b>		<b>2,32</b>		<b>2,65</b>	
tijdfactor		<b>1,44</b>		<b>1,91</b>		<b>1,91</b>		<b>2,02</b>		<b>2,11</b>		<b>2,41</b>	
prijsfactor													

Figuur 27

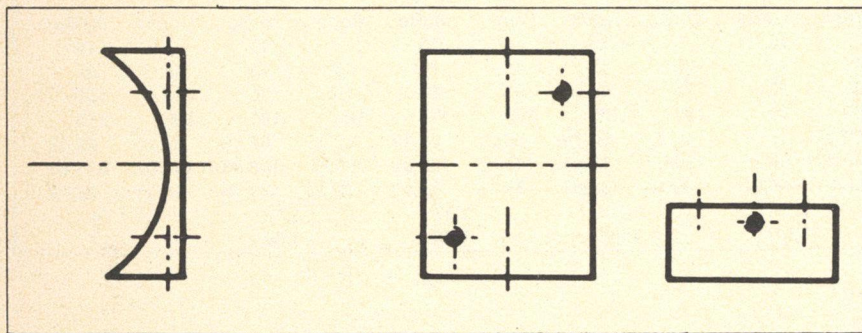


**Uitgelezen**tijd in min.  
prijs in gld.

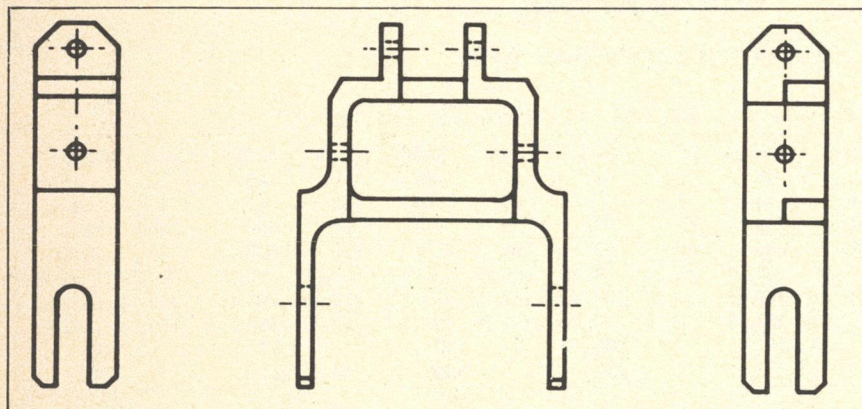
Tijd- en prijs vergelijking Conv./NuBe

serie	1		2		3		4		5		10	
	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe
machine		20		20		20		20		20		20
prog. tijd		30		30		30		30		30		30
1-malige neven tijd	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
bewerkijd	150	15	250	30	330	45	400	60	460	75	760	150
totale aanmaaktijd	180	65	280	80	360	95	430	110	490	125	790	200
uurtarief	60,25	66,19	60,25	66,19	60,25	66,19	60,25	66,19	60,25	66,19	60,25	66,19
totale kosten serie	180,75	71,71	281,17	88,25	361,50	104,80	431,79	121,35	492,04	137,90	793,27	220,63
kosten per stuk	180,75	71,71	140,85	44,13	120,50	34,93	107,95	30,34	98,41	27,58	79,33	22,06
tijdfactor NuBe/Conv.		2,77		3,50		3,79		3,91		3,92		3,95
prijsfactor		2,52		3,19		3,45		3,56		3,57		3,60

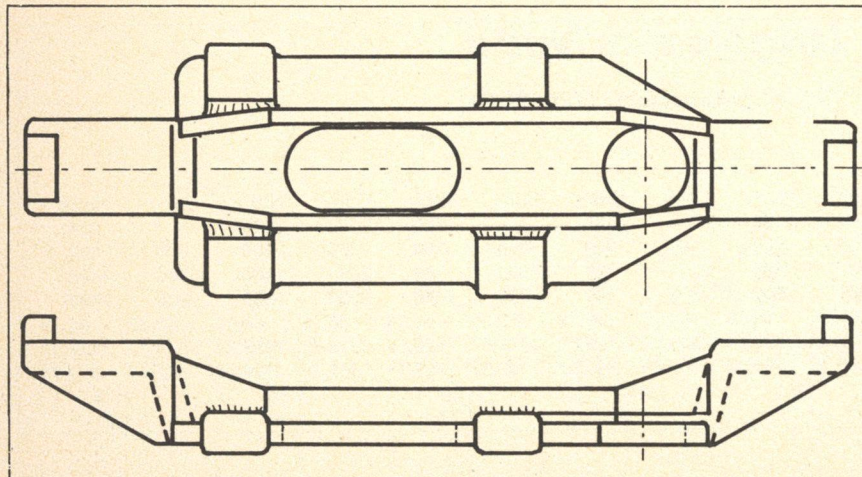
Figuur 28



Figuur 29



Figuur 30



Figuur 31

Voor elk van deze werkstukken wordt een tijd- en prijsvergelijking gemaakt voor het maken op een conventionele draaibank en een NuBe-draaibank. We variëren het aantal van 1, 2, 3, 4, 5 en 10 stuks. De resultaten vinden we in de figuren 26, 27 en 28. In de tabel vindt U naast een opbouw van de benodigde totaal aanmaaktijd, het uurtarief, de totale kosten van de serie en de kosten per stuk. De aangegeven tijdfactor is de verhouding aanmaaktijd conventioneel/aanmaaktijd NuBe. De prijsfactor is gedefinieerd als kosten per stuk conventioneel/kosten per stuk NuBe. Bij het eenvoudige werkstuk zien we dat alleen één stuks aanmaken goedkoper kan op de conventionele draaibank. Bij het werkstuk "gemiddeld" zien we dat zelfs één stuks al goedkoper is op de NuBe-machine, terwijl bij het "uitgelezen" werkstuk het grote prijsverschil opvalt. Wie dit soort onderdelen conventioneel maakt is een factor 2.5 - 3.5 te duur. De conclusie voor het draaien is duidelijk. Bij deze cijfers is draaien met NuBe in haast alle gevallen voordeliger, alleen het in enkelstuks aangemaakt eenvoudige werkstuk is ongeveer 10% duurder op de NuBe-machine.

In dit voorbeeld is de eindconclusie duidelijk: **Draai NuBe!**

**Het frezen**

Ook hier gaat het allereerst om een analyse van het werkpakket. We gaan in dit rekenvoorbeeld weer uit van drie soorten werkstukken, allen uit staal:

1. een eenvoudig werkstuk (figuur 29);
2. een gemiddeld werkstuk (figuur 30);
3. een typisch en moeilijk werkstuk (uitgelezen), dat in figuur 31 zonder maatvoering is weergegeven.

De drie werkstukken worden allen aangemaakt uit vol materiaal. Het zijn



onderdelen van bijvoorbeeld nieuwe produkten, waarvoor een proefserie gemaakt moet worden van 3 - 10 stuks. Bij grotere series zal al snel worden overgegaan op gietwerk i.p.v. vol materiaal.

Weergegeven worden de gegevens voor 1, 2, 3, 4, 5 en 10 stuks. De cijfers in de tabellen gaan uit van vol materiaal (figuur 32, 33 en 34).

Gemiddeld kan gesteld worden dat het NuBe bewerken van enkelstuks en kleinseriewerk ongeveer een faktor 1.5 - 2 goedkoper is dan conventioneel. De conclusie is hier zeer duidelijk: bewerk de werkstukken met een NuBe-machine en niet conventioneel! Aangenomen is dat de NuBe-machines volbezet zijn.

Met deze rekenarij hebben we een

aantal basisgegevens verkregen voor een investeringsrechtvaardiging. Hierop zal in een vervolgartikel worden ingegaan in het volgende nummer. Ook zullen dan nog aan de orde komen een aantal menselijke aspecten, opleiding en informatie; belangrijke zaken bij de overwegingen, die leiden tot eventuele aanschaf van een NuBe-machine.

<b>Eenvoudig</b>												
Tijd- en prijs vergelijk Conv./NuBe												
serie	1		2		3		4		5		10	
	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe
machine												
prog. tijd		<b>15</b>		<b>15</b>		<b>15</b>		<b>15</b>		<b>15</b>		<b>15</b>
1-malige neven tijd	45	<b>45</b>	45	<b>45</b>	45	<b>45</b>	45	<b>45</b>	45	<b>45</b>	45	<b>45</b>
bewerktijd	30	<b>15</b>	55	<b>30</b>	75	<b>45</b>	95	<b>60</b>	115	<b>75</b>	215	<b>150</b>
totale aanmaaktijd	75	<b>75</b>	100	<b>90</b>	120	<b>105</b>	140	<b>120</b>	160	<b>135</b>	260	<b>210</b>
uurtarief	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>
totale kosten serie	75,31	<b>82,73</b>	100,42	<b>99,28</b>	120,50	<b>115,83</b>	140,58	<b>132,38</b>	160,67	<b>148,93</b>	261,08	<b>231,67</b>
kosten per stuk	75,31	<b>82,73</b>	50,21	<b>49,64</b>	40,17	<b>38,61</b>	35,15	<b>33,09</b>	32,13	<b>29,79</b>	26,11	<b>23,17</b>
tijdfactor		<b>1,00</b>		<b>1,11</b>		<b>1,14</b>		<b>1,17</b>		<b>1,19</b>		<b>1,24</b>
prijsfactor		<b>0,91</b>		<b>1,01</b>		<b>1,04</b>		<b>1,06</b>		<b>1,08</b>		<b>1,13</b>

Figuur 32

<b>Gemiddeld</b>												
Tijd- en prijs vergelijk Conv./NuBe												
serie	1		2		3		4		5		10	
	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe
machine												
prog. tijd		<b>45</b>		<b>45</b>		<b>45</b>		<b>45</b>		<b>45</b>		<b>45</b>
1-malige neven tijd	45	<b>45</b>	45	<b>45</b>	45	<b>45</b>	45	<b>45</b>	45	<b>45</b>	45	<b>45</b>
bewerktijd	200	<b>120</b>	380	<b>240</b>	550	<b>360</b>	720	<b>480</b>	890	<b>600</b>	1740	<b>1200</b>
totale aanmaaktijd	245	<b>210</b>	425	<b>330</b>	595	<b>450</b>	765	<b>570</b>	935	<b>690</b>	1785	<b>1290</b>
uurtarief	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>
totale kosten serie	246,02	<b>231,67</b>	426,77	<b>364,05</b>	597,48	<b>496,43</b>	768,19	<b>628,81</b>	938,90	<b>761,19</b>	1792,44	<b>1423,08</b>
kosten per stuk	246,02	<b>231,67</b>	213,39	<b>182,02</b>	199,16	<b>165,48</b>	192,05	<b>157,20</b>	787,78	<b>152,24</b>	179,24	<b>142,31</b>
tijdfactor		<b>1,17</b>		<b>1,29</b>		<b>1,32</b>		<b>1,37</b>		<b>1,36</b>		<b>1,38</b>
prijsfactor		<b>1,07</b>		<b>1,17</b>		<b>1,20</b>		<b>1,22</b>		<b>1,23</b>		<b>1,26</b>

Figuur 33

<b>Uitgelezen NuBe</b>												
Tijd- en prijs vergelijk Conv./NuBe												
serie	1		2		3		4		5		10	
	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe	Conv.	NuBe
machine												
prog. tijd		<b>180</b>		<b>180</b>		<b>180</b>		<b>180</b>		<b>180</b>		<b>180</b>
1-malige neven tijd	300	<b>300</b>	300	<b>300</b>	300	<b>300</b>	300	<b>300</b>	300	<b>300</b>	300	<b>300</b>
bewerktijd	960	<b>240</b>	1500	<b>480</b>	2000	<b>720</b>	2500	<b>960</b>	3000	<b>1200</b>	5500	<b>2400</b>
totale aanmaaktijd	1260	<b>720</b>	1800	<b>960</b>	2300	<b>1200</b>	2800	<b>1440</b>	3300	<b>1680</b>	5800	<b>2880</b>
uurtarief	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>	60,25	<b>66,19</b>
totale kosten serie	1265,25	<b>794,28</b>	1807,50	<b>1059,04</b>	2309,58	<b>1323,80</b>	2811,67	<b>1588,56</b>	3313,75	<b>1853,32</b>	5824,17	<b>3177,12</b>
kosten per stuk	1265,25	<b>794,28</b>	903,75	<b>529,32</b>	769,86	<b>441,27</b>	702,92	<b>397,14</b>	662,75	<b>370,66</b>	582,42	<b>317,71</b>
tijdfactor		<b>1,75</b>		<b>1,87</b>		<b>1,92</b>		<b>1,94</b>		<b>1,96</b>		<b>2,01</b>
prijsfactor		<b>1,59</b>		<b>1,71</b>		<b>1,74</b>		<b>1,77</b>		<b>1,79</b>		<b>1,83</b>

Figuur 34



# Waar en waarom numerieke machines?

Terugblik Studie-dag Mikron Sektie Experimentele Instrumentenbouw,

20 oktober te Leiden.

Eén van de gehouden voordrachten vindt U in deze Mikroniek reeds voor het grootste gedeelte afgedrukt. Maar ook de andere bijdragen en de panel-discussie in de namiddag van deze informatieve bijeenkomst verdienen herinnering.

In het bijzonder "statements" van professor Van der Wolf in zijn inleiding na het welkom door professor Tammeling, decaan van de Medische Faculteit waar wij te gast waren.

Een "glazen bol" – een PME-bol met steel, vervaardigd op numeriek bestuurd draaibank – gebruikte hij speels als leidraad door het Nube-gebeuren. In de boeken vindt men daarvan meestal deze definitie: "Het besturen van gereedschappen met behulp van numerieke informatie in de vorm van getallen, die in gecoördeneerde vorm via een informatiedrager wordt toegevoerd".

Deze definitie is een enge en ouderwetse. Als ik op dit moment het boek zou moeten schrijven en dit doe ik niet want het zou morgen weer verouderd zijn, aldus professor Van der Wolf, dan zou ik er veel méér bij betrekken: management- en produktie-filosofie. Het is meer een concept, een wijze van denken. Het heeft te maken met zaken zoals het ontwerpen van het produkt, de voorbereiding van de fabriekage, het gebruik van gereedschappen, kwaliteitscontrole, met voorraadvorming, met opleiding. Het betreft dus een heleboel andere dingen dan waaraan je door de definitie kunt denken; en waar U mee te maken krijgt als een werkplaats of bedrijf wil overgaan op numerieke besturing. Het is niet enkel een plezierige ontwikkeling omdat die machinebediening eenvoudiger wordt en vaak ook met meer mogelijkheden. Met de zaken er vóór en daar óverheen is het een structuur, en dat moet voorbereid worden, dat kun je zo maar niet even in gang zetten. En, natuurlijk, als je het geheel beschouwt dan denk ik dat de econoom ook nog wel iets te vertellen heeft, want het gaat om gigantische investeringen vaak. Het is niet alleen de bank meer, het is ook elektronica, het is informatica, het is de werkvoorbereiding, het management en het is, ook economisch gezien, een interessant probleem aan het worden.

Professor Van der Wolf wist ook de feitelijke werking en samenhang van "software" en "hardware" duidelijk uit te leggen. Zoals bij het

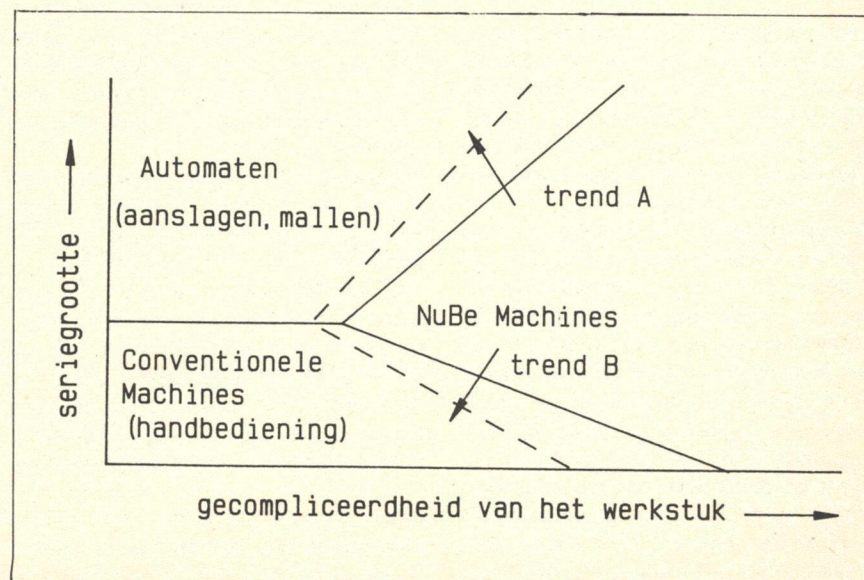
- verschil "hand-programmeren" met "computer-programmeren" en de keus voor een kleinere werkplaats;
- onderkennen van twee informaticastromen: een "geometrische" – uitgangsvorm, eindvorm, maten – en een "technologische" – aard materiaal, gereedschap, aard verspaning, volgorde bewerkingen, toleranties –
- verschil en gevolg van punt-, lijn- en contour-besturing; van "absoluut" programmeren – van uit nulpunt – en "incrementeel" programmeren – vanuit het laatste punt –; de rol van een interpolator en soms terugkoppeling.

Vele begrippen. Zij kwamen samen bij de uitleg van het invoer-programma

met behulp waarvan de perspex kogel op een Nube-draaibank werd vervaardigd. Meerderen van ons keken toen voor het eerst kristalhelder in de glazen bol van de "Nube-wereld"!

Het gebied van de besturing heeft bij werktuigmachines grote toepassing gekregen; weergegeven in het hier afgedrukte schema. "Ik heb dit prentje meegebracht om U daar wat gevoel voor te geven".

Het laat het voortschrijden zien van Nube in zijn toepassingen. De x-as, "gecompliceerdheid van het werkstuk", betreft bijvoorbeeld het aantal maten. Het schema bestrijkt het gehele toepassingsgebied van de werktuigbouwkunde en werkplaatstechniek van gereedschapsmachines. Kleine series die niet zo gecompliceerd zijn werden vroeger door conventionele machines gemaakt en worden nog door conventionele machines gemaakt. Naar boven gaande langs de y-as passeren kleine series – gemaakt bijvoorbeeld door revolverbanken – verder naar boven de tamelijk grote series, ook niet zo ingewikkeld, is het gebied wat helemaal door automaten bestreken wordt.



Het voortschrijden van de numerieke besturing.



Nu is het binnendringen van de numerieke besturing van de rechterkant af gekomen, vanaf de niet zulke grote series liggend op de overgang tussen conventioneel en automatisch, komend vanuit een zeer gecompliceerd werkstuk, gegaan naar beide gebieden. Het opschuiven van de "pijl" blijkt nu aan de buitenzijden sneller te gaan.

Trend A geeft het indringen aan van Nube in het gebied van ook de meer gespecialiseerde automaten; dat Nube hier concurrerend wordt, komt vooral doordat de computer- en besturings-systemen enorm goedkoper werden de laatste jaren.

Aan de onderkant, dus de aanval op conventionele machines en kleine series, gebeurt eigenlijk ook zo, maar op een andere manier. Dat komt omdat door de ontwikkeling van programmeer-systemen, zowel hand- als computer-, het werken ermee steeds gebruiksvriendelijker wordt. Tesamen met het goedkoper worden van de hardware voor Nube zorgt dit er wel voor dat, nu al, niet zo erg gecompliceerde produkten met kleine series - 3 tot 5 stuks - al lonend en efficiënt gemaakt kunnen worden met Nube; met natuurlijk het voordeel dat bij herhaling het werkstuk nog vastligt op ponsband of cassette.

Aan het slot een filosofie "en daar moet U maar eens over nadenken": Gezien in historisch perspectief brengt Nube technologie, kapitaal en arbeid, de drie factoren waar het al langer om gaat, op unieke wijze samen.

De vier sprekers die volgden gaven meer gerichte informatie. In dit kader blijkt helaas een zinvol samenvatten niet mogelijk. Een indruk kan de samenvatting geven van enige antwoorden door het discussie-panel, waaraan alle sprekers meewerkten. Standaardisatie op Nube-gebied is niet te verwachten en ook - voorlopig? - niet mogelijk. Er zal ongetwijfeld een nieuwe generatie hardware komen waar, binnen een aantal jaren, ook weer de software voor wordt gemaakt. Men kan niet op de huidige generatie hardware blijven doorborduren. Een bepaalde fabrikant heeft b.v. zijn 3D-systeem overhoop moeten halen omdat het niet lukte met nieuwe software een aantal functies te vervullen en heeft nieuwe elementen moeten toevoegen aan zijn modulair opgebouwde systeem. Er is wel zoiets als generatievorming. Men probeert op dit mo-

ment de besturing van een zekere generatie met nieuwe software uit te rusten en dat lukt ook. Maar dat gaat zolang die nieuwe generatie nog leeft; op een bepaald moment wordt zijn ontwikkeling afgesloten en is het afgedaan.



Het discussie-panel: van links naar rechts de heren:

J. Hilverink - Deckel Nederland -, F.H.J. v.d. Wildenberg - Nat. Lab. Philips -, Prof.dr.ir. A.C.H. v.d. Wolf - TH-Eindhoven -, H. Lekx - Optische Industrie Delft - W.J.C. de Lorme van Rossum - Siemens Nederland - en G.J. Verschragen - Universiteit Leiden.

Als men voor een laboratorium-werkplaats, waar nog conventioneel wordt gewerkt, in de toekomst wil kijken dan komt op de eerste plaats het contact met de collega die reeds op één of meer Nube-machines is overgegaan. In een bepaalde grote ontwikkelings-werkplaats wordt 5-6% van het gehele productiepakket met Nube gemaakt en men verwacht dat dit de komende jaren zo ongeveer zal blijven. Het zal niet zo zijn dat dit over tien jaar 50% is. Toen men vijftien jaar geleden met drie Nube-machines begon, dacht men over een paar jaar 30-40% Nube en gespecialiseerde programmeurs in huis te hebben, en dat is niet helemaal uitgekomen.

Maar het is gevaarlijk maar naar één werkplaats te kijken, zelfs alleen naar Nederland. Import Nube was hier 107 stuks in '78 en liep op tot 216 stuks in '82, zeg 100-200 per jaar. En kijk dan b.v. naar Duitsland, ca zes maal groter, daar zijn al in '73 3000 stuks aangeschaft en in '79 12.000 stuks; zelfs naar onze Belgische zuiderburen die qua robots, men zou het niet verwachten, een veel groter aantal hebben dan wij.

Begin er mee! Al is het met digitale aflezing op een bestaande machine. De kleinere werkplaats in een laboratorium heeft veel voor op die in het bedrijf. De mensen zijn in de regel all-round, men is gewend aan experi-

menteren en dikwijls zijn ook computer-faciliteiten en -kennis gemakkelijk beschikbaar.

*Kies voor programmeren gescheiden van de machine; ook geen programma-correcties uitvoeren aan de machine; controleer het programma op een plotter. Het computer-programmeren komt dan ook in bereik.*

Opleiding in dit gebied schiet thans helaas te kort en blijkt in de praktijk in feite beperkt tot de hulp van de leverancier bij die bepaalde machine. Maar men wil niet alleen Nube-draaien en frezen, maar ook meten en ontwerpen. Dan moeten systemen aan elkaar worden geknoopt; en het panel had begrip voor de deelnemer die zich "voelt zwemmen in een maalstroom".

Toch zal Nube niet zo moeilijk blijken als men de bereidwilligheid toont om in deze nieuwe materie door te dringen en hij biedt zoveel mogelijkheden voor de moderne vakman.

"Accepteer die computer, probeer er Uw werk van te maken, zet hem in Uw werkplaats, pas hem toe".



*Gelijktijdig demonstreerden enige firma's programmeer- en computer-apparatuur; de stand van de firma Brugman-Heybroek die een compleet Nube-opleidingspakket brengt met hard- en software, geschikt voor b.v. het beroepsonderwijs.*

Rest van de Leidse Universiteit de Medische Faculteit en het Fysiologisch Laboratorium ons hartelijk te bedanken voor het ontvangen van de Sektie en in het bijzonder de heer G. Verschragen, die praktisch alleen de voorbereiding en organisatie verzorgde van deze geslaagde dag; het best gekarakteriseerd door een uitlating van een "gevorderde" deelnemer: "nou, dat is wel een échte studiedag". Maar ook namens de "beginners" onze dank.

H. Heubers



# Het structureren van glas met behulp van etstechnieken\*

Dr. U. Biermann

Ing. J.J.H.E. van Hoof, Philips Natuurkundig Laboratorium Eindhoven

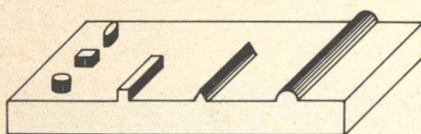
## Inleiding

Het bewerken, misschien beter, het behandelen van glas met behulp van een chemisch etsmiddel, is niet nieuw. Deze processen worden veelvuldig en al lang voor het schoonmaken of het matteren van glasoppervlakken toegepast.

Het precisie bewerken van glas met behulp van de combinatie van fotolithografie en etstechnieken, waarbij aan de gerealiseerde structuren vaak ook nog hoge kwaliteitseisen worden gesteld, heeft pas in de laatste jaren duidelijker gestalte gekregen.

In afbeelding 1 en 2 zijn verschillende structuren, die met behulp van deze techniek op vlakke glassubstraten te realiseren zijn, schematisch afgebeeld. Twee structuurtypen zijn te onderscheiden: structuren (afbeelding 1), die zich op het oppervlak bevinden en die te realiseren zijn door het hele oppervlak, met uitzondering van de gedeeltes waar zich de structuren bevinden, weg te etsen en structuren (afbeelding 2), die in het glassubstraat geëtsd zijn.

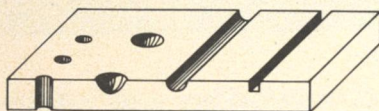
VOORBEELDEN VAN STRUKTUREN



AFMETINGEN 1-200 μm

Figuur 1

VOORBEELDEN VAN STRUKTUREN



AFMETINGEN 1-200 μm

Figuur 2

De hoogte respectievelijk de diepte van deze structuren varieert tussen 1 en 200 μm. De toleranties op deze afmetingen zijn ongeveer ± 5%. De breedte van de structuren is natuurlijk afhankelijk van de hoogte of de diepte van de structuur maar ook van de vorm, het substraat-materiaal en de toegepaste etsmethode.

Dit is geïllustreerd in tabel I. Voor de vervaardiging van gaten wordt een

\* Samenvatting van een voordracht gehouden tijdens het Glassymposium 1983 aan de Universiteit van Nijmegen.

etsfactor A gedefinieerd als quotiënt van de geëtsde diepte en de diameter van het gat. Deze etsfactor is in tabel I voor verschillende materialen en voor verschillende etsmethoden aangegeven.

Voor de realisatie van de diverse structuren op of in glassubstraten zijn de meest in aanmerking komende etsmethoden:

1. het natchemisch etsen
2. het reactief-ionen-etsen (RIE)
3. het bewerken van lichtgevoelig glas

$$A = \frac{d}{t}$$

materiaal	factor A		max.d (mm)	
	nat chem.	RIE	nat chem.	RIE
Cu / Cu legering	1,4		1	
Fe / Fe legering	1		0,5	
Al / Al legering	0,7		1	
Cr Ni st	0,7		0,5	
kwarts	0,8	100	0,5	~0,1
pyrex	0,8	100	0,5	~0,1
B 270 glas <sup>(*)</sup>	0,8	100	0,5	~0,1
foto gevoelig glas	5		2	

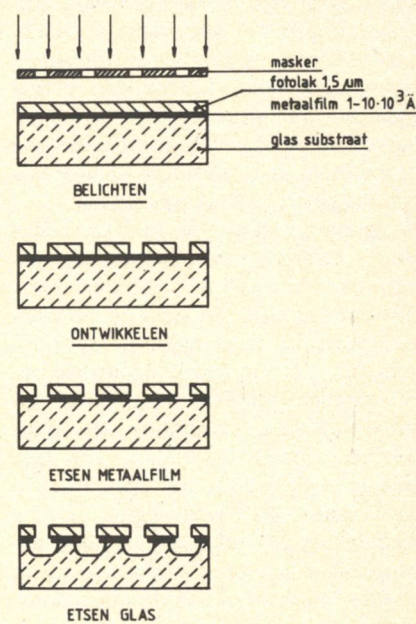
(\*) Schott

Tabel I

## Fotolithografisch proces

Alvorens de etsmethoden gedetailleerder te beschrijven zal het fotolithografische proces worden toegelicht.

Voor de realisering van de diverse geometrische vormen en de geëtsde dimensies en toleranties van de etsstructuren is de toepassing van een fotolithografisch procédé nodig. Het te bewerken glassubstraat wordt met een ongeveer 1,5 μm dikke laag fotolak 1) bedekt (zie afbeelding 3). De fotolak is een materiaal waarin onder invloed van UV-straling chemische reacties verlopen, waardoor de fotolak beter (positieve lak) of slechter (negatieve lak) oplosbaar wordt. De op het glassubstraat aangebrachte fotolaklaag wordt door een masker, dat de gewenste structuren bevat, vanuit een UV-bron belichte en daarna ontwikkeld. In het voorbeeld van afbeelding 3



Figuur 3

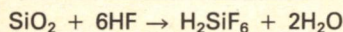
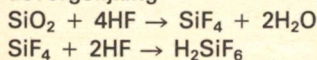
is met positieve lak gewerkt. Dit betekent dat na het ontwikkelen de belicht delen van de lak opgelost zijn. Op deze plaatsen kan nu het etsmiddel in contact komen met het substraatmateriaal en kan de gewenste structuur geëtsd worden. Tijdens deze bewerkingssap dient de fotolak als etsmasker. Vaak wordt eerst nog op het glassubstraat een metaalfilm aangebracht. Deze ver-



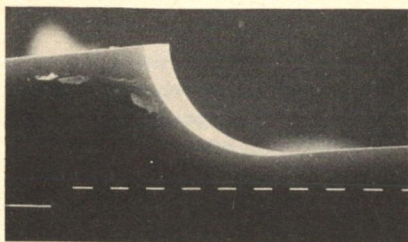
betert de hechting van de fotolak aanzienlijk en dient bovendien tijdens het etsen van het substraatmateriaal als etsmasker.

### Natchemisch etsen

Fluorwaterstofzuur is één van de belangrijkste componenten bij het natchemisch etsen van glas. Een waterige oplossing van fluorwaterstofzuur bevat naast H<sub>2</sub>O hoofdzakelijk HF, HF<sub>2</sub><sup>-</sup>, F<sup>-</sup> en H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>. Daarvan zijn alleen HF en HF<sub>2</sub><sup>-</sup> etsactief (2,3). Deze waterstofhoudende moleculen worden eerst door middel van een waterstofbrugbinding aan het glasoppervlak gebonden en pas daarna vindt b.v. een reactie van het fluor met het siliciumatoom van de Si-O-Si keten plaats. Volgens de reactievergelijking



ontstaat tijdens de reactie hexafluorkieselzuur en water. Door de juiste samenstelling van het natchemische etsmiddel is het mogelijk gebleken verschillende glastypen, zoals bv. siliciumaatglas, loodglas en fosfaatglas, tot een optische oppervlaktekwaliteit te etsen. Voor een reproduceerbare procesvoering is het noodzakelijk de etsnelheid van verschillende glazen te kennen. In tabel II zijn een aantal gegevens samengevat. De etssnelheid neemt sterk toe van kwartsglas via borosilicaatglas, alkaliborosilicaatglas naar alkalisilicaatglas (zachtglas). Dit is te verklaren, door de in deze reeks steeds toenemende inbouw van niet netwerk vormende metaaloxides. Daardoor wordt het Si-O-Si netwerk verstoord en de aantasting door HF versneld. Een belangrijk kenmerk van het natchemisch etsproces is het volstrekt isotrope etsgedrag van glas. Daardoor heeft de zijkant van een etsstap onder optimale condities de vorm van een kwart cirkel. Dit is duidelijk op afbeelding 4 te zien, die een SEM-foto\* van de zijkant van een etsstap van 6-7µm in borosilicaatglas toont.

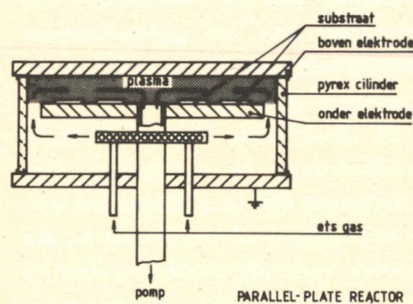


Figuur 4

\* Scanning Electron Microscopy

### Het reactief-ionen-etsen (RIE)

Het reactief-ionen-etsen wordt in een vacuumruimte bij drukken tussen 1 en 10 Pa uitgevoerd. Dit proces is te omschrijven als een "zandstraalproces" op moleculaire en/of atomaire basis gecombineerd met chemische reacties van gasvormige ionen of radicalen waarin de elementen fluor en/of chloor voorkomen. Afbeelding 5 laat schematisch een parallel-plate reactor zien, waarin glassubstraten geëtsd kunnen worden (4). Belangrijke componenten van deze reactor zijn de twee



Figuur 5

elektroden waartussen het plasma gevormd wordt. Op de onderelektrode worden de te etsen substraten geplaatst. Deze elektrode kan gekoeld of verwarmd worden. Door het gasinlaatsysteem wordt het werkgas toegevoerd. De gasafvoer is aan het pompstelsel aangesloten om de benodigde onderdruk te kunnen realiseren. Als werkgassen voor het etsen van glas komen fluor- en chloorhoudende koolwaterstoffen zoals bv. CF<sub>4</sub>, CHF<sub>3</sub>, CL<sub>3</sub>Cl en CF<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> in aanmerking (5,6). De ionisatie van het werkgas in de gasontlading gebeurt hoofdzakelijk door botsingen tussen elektronen en moleculen van het werkgas (7,8,9). Als voorbeeld een drietal reactievergelijkingen voor de botsing van CF<sub>4</sub> met een elektron:

1. CF<sub>4</sub> + e<sup>-</sup> → CF<sub>3</sub><sup>+</sup> + F + 2e<sup>-</sup> disso-ciatieve ionisatie
2. CF<sub>4</sub> + e<sup>-</sup> → CF<sub>3</sub> + F + e<sub>s</sub><sup>-</sup> radicaal-vorming
3. CF<sub>4</sub> + e<sup>-</sup> → CF<sub>3</sub> + F<sup>-</sup> vorming van radicalen en negatieve ionen

In tabel II zijn ook de etssnelheden van verschillende glazen met betrekking tot het reactief-ionen-etsen aangegeven. De etssnelheid van dit proces is duidelijk lager dan het natchemische proces. Kwartsglas en borosilicaatglas worden sneller geëtsd dan zachtglas. Bij het reactief-ionen-etsen worden silicium en boor na de reactie met

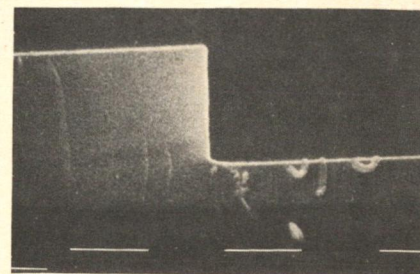
fluorionen als gasvormige fluorides verwijderd, maar de gevormde metaalfluorides, die bij de reactie tussen de niet netwerkvormende metaaloxides en de fluorionen ontstaan, zijn niet vluchtig en blijven achter. Deze worden alleen maar door het eerder genoemde zandstraaleffect verwijderd, hetgeen duidelijk langzamer verloopt.

GLAS	samenstelling (gew%)			etssnelheid (µm/min) in 10% HF	etsen m.b.v. RIE (µm/h)
	SiO <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Me <sub>x</sub> O <sub>y</sub>		
kwarts	100			0,06	2,9
pyrex (4)	80,3	12,9	6,8	0,27	3,2
D 263 (4)	65	7,5	27,5	0,775	2,8
microscop-glas B270	70	6	24	0,75	
	68,1		30,9	2,5	1,3

(4) Schott

Tabel II

Door dit effect is het geëtsde oppervlak bij zachtglassubstraten vaak veel ruwer dan bij kwartsglas. In de praktijk is tot nu toe gebleken, dat alleen kwartsglas en borosilicaatglas met een goed resultaat met behulp van deze techniek te etsen zijn.\* Het belangrijkste kenmerk van het reactief-ionen-etsen is het volledig anisotrope etsgedrag van glas, waardoor het mogelijk is een recht etsprofiel te realiseren. Afbeelding 6 toont een SEM-foto van de zijkant van een 1,5 µm etsstap in kwartsglas, die met behulp van het reactief-ionen-etsen gerealiseerd is.



Figuur 6

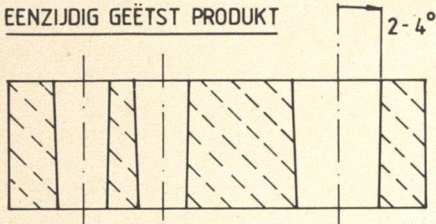
### Het bewerken van fotogevoelig glas

Bij het bewerken van fotogevoelig glas wordt het te structureren oppervlak ook door een masker met UV bestraald. Na het belichten wordt het glassubstraat gestookt, waarbij de belichte delen kristalliseren en duidelijk sneller (verhouding 20:1) dan de niet belichte gebieden in het etsmiddel oplossen. De hiermee gerealiseerde etsstructuren hebben steeds een zekere kegelvorm (zie afbeelding 7). Deze gegevens zijn verkregen uit documentatie (10,11,12) van de producenten en niet op eigen proefnemingen gebaseerd.

\* Deze proeven zijn door Drs. W.G.M. v.d. Hoek uitgevoerd



EENZIJDIG GEËTST PRODUCT



Figuur 7

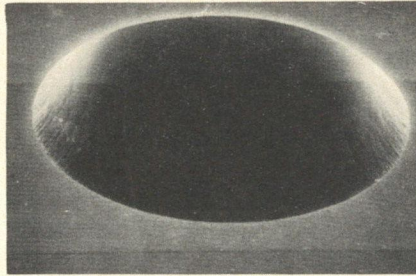
## Toepassingen

### Lüneburger lens

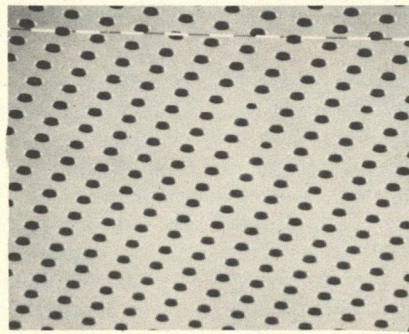
Een toepassing waarbij gebruik gemaakt wordt van natchemisch etsen is het vervaardigen van de Lüneburger lens. Deze lens wordt gebruikt als vervanger voor een glaslens in de vorm van een glazen bol, die op een glasplaatje gelijmd wordt en deel uitmaakt van de omhulling van b.v. een vaste stof laser (13,14). De gebruikte lijm kan na verloop van tijd degraderen, waardoor op de andere onderdelen binnen de omhulling een neerslag ontstaat. Daarom is het onderzoek gedaan om deze constructie door een andere te vervangen.

Een Lüneburger lens wordt vervaardigd door in glas een kuiltje te etsen in de vorm van een halve bol met een diameter van ca 70  $\mu\text{m}$ , waarna dit kuiltje gevuld wordt met glas van een hogere brekingsindex. Het geëtsde kuiltje moet de halfronde bolvorm zo dicht mogelijk benaderen, omdat anders de gewenste lenswerking niet voldoende optreedt. De ruwheid van het geëtsde kuiltje moet kleiner zijn dan 0,1  $\mu\text{m}$ .

Dat kan gerealiseerd worden door op borosilicaatglas een chroom etsmasker aan te brengen. Hierin wordt met behulp van fotolithografische technieken een gat met een diameter van 7  $\mu\text{m}$  geëtsd. Daarna wordt het glas geëtsd. Hierbij wordt de diameter van het kuiltje ongeveer 70  $\mu\text{m}$  en de diepte ongeveer 31  $\mu\text{m}$ . Het resultaat is te zien in afbeelding 8 als enkel kuiltje en in afbeelding 9 als een matrix van kuiltjes.



Figuur 8

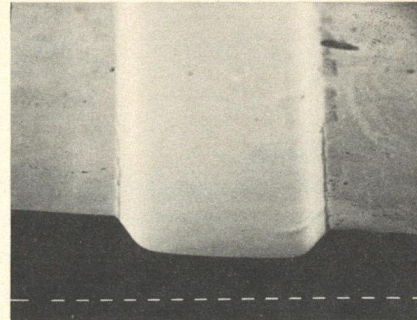
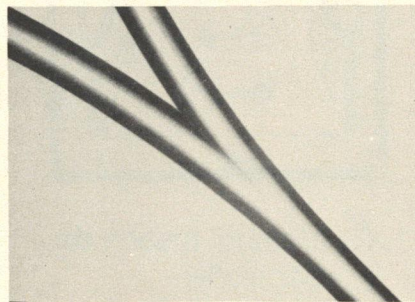


Figuur 9

### Het etsen van kanalen

Het is de bedoeling dat kanalen geëtsd worden waarvan de ruwheid van het geëtsde oppervlak minimaal moet zijn. De doorsnedes van de kanalen kunnen verschillende vormen hebben b.v. een halve cirkel, een isotroop geëtsde wand met vlakke bodem, etc. Twee voorbeelden zijn in afbeelding 10 en 11 te zien waarbij de onderste foto van afbeelding 10 een indruk van de rechtigheid van de etsrand geeft.

De afmetingen van de kanalen kunnen liggen tussen 10-500  $\mu\text{m}$  voor de kanaalbreedte en 2-250  $\mu\text{m}$  voor de kanaaldiepte.



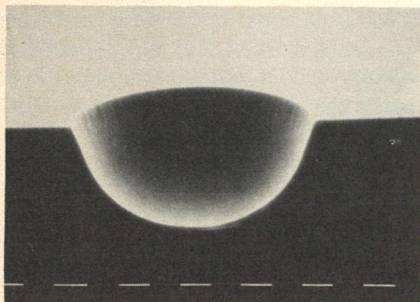
Figuur 11

## Conclusies

Uit het voorgaande blijkt, dat het etsen van glas een goede methode is om dit materiaal met hoge precisie en met optische oppervlaktekwaliteit te structureren. Eén van de grote voordelen van het etsen is, dat men gebruik kan maken van fotolithografische technieken en dat daardoor grote detailnauwkeurigheden, gevarieerde vormen en zeer diverse afmetingen bij geringe toleranties te bereiken zijn.

### Referenties

- 1) W.S. de Forest, "Photoresist materials and processes", McGraw-Hill, New York (1975)
- 2) J.S. Judge, J. Electrochem. Soc. **118**, 1772 (1971)
- 3) C.A. Deckert, J. Electrochem. Soc. **125**, 320 (1978)
- 4) "Thin Film Processes" (J.L. Vossen and W. Kern, eds.) Academic Press, New York, 1978
- 5) H.W. Lehmann and R. Widmer, Appl. Phys. Lett. **32**, 163 (1978)
- 6) H.W. Lehmann and R. Widmer, J. Vac. Sci. Technol. **15**, 319 (1978)
- 7) "Chemical Reactions in Electric Discharges" (R.F. Gould, ed.) Advances in Chemistry series, No. 80 Am. Chem. Soc. Publ., Washington, D.C. 1969
- 8) "Techniques and Applications of Plasma Chemistry" (J.R. Hollahan and A.T. Bell, eds), Wiley, New York 1974
- 9) F.K. McTaggart, "Plasma Chemistry in Electrical Discharges". Elsevier, Amsterdam, 1967
- 10) Produktinformation Nr. 4844/2d; Foturan, Feinstrukturierte Bauteile aus Glas und Glaskeramik (Schott).
- 11) Photosensitive glass PEG3 (Hoya).
- 12) Fotoform, Fotoceram Products; Unique Photosensitive Glass Materials (Corning).
- 13) G.D. Khoe, H.G. Kock and L.J. Meuleman, Proc. Topical Meeting on Optical Fiber Commun., Washington D.C., pp.94-97, (March 1979).
- 14) G.D. Khoe, H.G. Kock, J.A. Luijendijk, C.H.J. van den Brekel and D. Küppers, Proc. 7th European Conf. on Optical Commun., Copenhagen, pp. 7.6.1-7.6.4 (Sept. 1981).





# Geleidingsmetingen en de glastechniek

Th. W. Rejda

H. de Jong, Yokogawa Electrofact b.v., Amersfoort

**Naast de pH en Redox metingen (zie Mikroniek nr. 3, 4 en 5 van 1983) kan de glastechniek óók hier een aanzienlijke bijdrage leveren bij metingen van geleidbaarheid van de vloeistoffen in laboratoria en industrie.**

Om het natuurkundige verschijnsel geleidbaarheid te kunnen begrijpen moeten we eerst het begrip "elektrische weerstand" nader verklaren.

Het was de Duitse natuurkundige Georg Simon Ohm, die in 1827 als eerste het verband legde tussen de elektrische grootheden "spanning", "stroom" en "weerstand". Hij heeft experimenteel aangetoond dat de hoeveelheid van elektrische stroom door een groot aantal materialen direct proportioneel was aan het spanningsverschil (potentiaal) over de lengte van dat materiaal. Dus als het spanningsverschil  $E$  (in Volts) tussen twee uiteinden van een geleider (een stuk draad b.v.) verdubbelt, heeft dat als gevolg, dat de stroom (in Ampères) ook twee keer zo groot wordt.

De verhouding  $E/I$  blijft in zo'n geval kennelijk onveranderd. Deze verhouding is in analogie met de hydraulica (de leer van waterdruk) elektrische weerstand gaan heten en de weerstandseenheid is naar Ohm genoemd. Wiskundig is de wet van Ohm als:

$$E = I \cdot R$$

gedefinieerd, waarin

$E$  - de spanning is in Volts

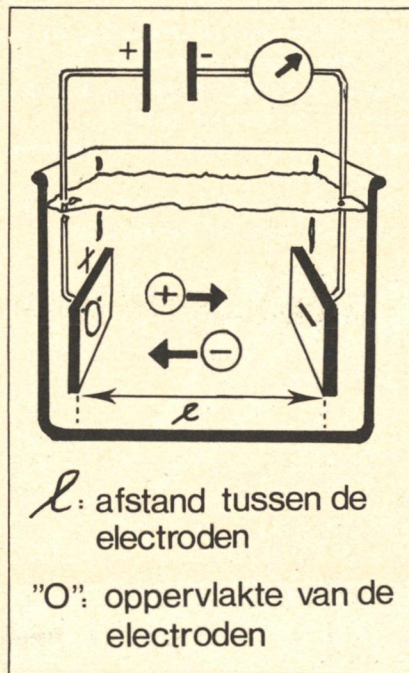
$I$  - de stroom is in Ampères en

$R$  - de weerstand is in Ohms.

In de bovengenoemde vorm geldt dit alléén voor de gelijkstroom. Met enkele aanpassingen is de wet van Ohm ook voor de wisselstroom te gebruiken, men spreekt hier echter over de impedantie (uit het Latijn impedo = ik verhinder). De geleiding van een vaste stofgeleider of metaal heeft als grondslag de beweging van kleine materie deeltjes - elektronen - die per definitie een negatieve lading dragen. In zo'n voorstelling van zaken lopen de elektronen van een plaats van hogere spanning naar de plaats van lagere spanning.

Zoals al gezegd, gebeurt dit hoofdzakelijk in metalen en vaste stofgeleiders. In de vloeistoffen is de geleiding

echter veroorzaakt door de aanwezigheid van een ander soort elementaire deeltjes, ionen. Men onderscheidt hier de positief geladen deeltjes, die door de negatieve elektrode (katode) worden aangetrokken en dus kationen heten en de deeltjes die een negatieve lading dragen en door de positieve elektrode (anode) worden aangetrokken en overeenkomstig anionen zijn genoemd. Omdat de ionen vrijelijk door de vloeistof kunnen bewegen en hun lading aan de elektroden kunnen afstaan, wordt er hierdoor een elektrisch circuit gesloten en er kan een stroom gaan lopen. Figuur 1 geeft een zeer vereenvoudigde voorstelling van dit gebeuren.



Figuur 1

Voor de goede orde willen wij hier ook een derde soort geleiding in de materie noemen, de halfgeleiding, waar de geleiding door het verspringen van lading wordt mogelijk gemaakt. Voor dit soort geleiding gelden er andere wetten en men treft hem vooral aan in

de transistoren en chips. Voor de geleiding in vloeistoffen is de wet van Ohm ook van toepassing, zij het met beperkingen. Bij de vloeistoffen spreekt men over de geleidbaarheid  $G$ , die eigenlijk niets anders is dan de omgekeerde weerstand  $R$ . Dus men kan ook schrijven:

$$G = \frac{1}{R}$$

De eenheid van de geleidbaarheid is naar de Duitse industriële Siemens genoemd als het symbool van de waardering van zijn pionierswerk op het gebied van galvanotechniek. Eén Siemens is dus gelijk aan

$$\frac{1}{\text{Ohm}} \text{ of } \text{Ohm}^{-1}.$$

Vroeger werd ook de eenheid mho (omgekeerde Ohm) gebruikt, we raden echter aan om deze niet te gebruiken. De lezer zal zich zo langzamerhand wel afvragen waarom de geleidbaarheid van een vloeistof nu zo interessant is en wat doet men ermee.

Het is dus duidelijk, dat als er in een vloeistof meer of minder ionen aanwezig zijn, er per tijdseenheid meer of minder ladingtransport kan plaatsvinden en daardoor dus meer of minder stroom loopt. De hoeveelheid aanwezige ionen staat in een zéér nauwe relatie tot de *concentratie* en hierdoor is de geleidbaarheid, respectievelijk de specifieke geleidbaarheid een maat van concentratie van alle aanwezige ionen, in de te meten vloeistof. Specifieke geleidbaarheid  $\kappa$  (kappa) is de geleiding van een volumeëenheid van een vloeistof tussen de elektroden die op een gegeven afstand zijn geplaatst en een gegeven oppervlak hebben. Gewoonlijk is het volume in  $\text{cm}^3$  of  $\text{m}^3$  uitgedrukt, maar ook andere eenheden zijn bekend (b.v. cub. ft.). Specifieke geleidbaarheid wordt uitgedrukt in Siemens per meter of Siemens per centimeter (S/m of S/cm). Als we figuur 1 weer te hulp roepen, zal de specifieke geleidbaarheid van het volume tussen de twee elektroden in onze meetopstelling uitgedrukt kunnen worden als:

$$\kappa = G \cdot \frac{1}{O}$$



waarbij  $G$  de totale geleidendheid van de vloeistof tussen de elektroden in Siemens is

$l$  de afstand tussen de elektroden in cm of m is

$O$  het oppervlak van de elektroden in  $\text{cm}^2$  of  $\text{m}^2$  is.

De verhouding  $\frac{l}{O}$  is de zgn. celconstante  $C$  en haar dimensie  $\frac{\text{m}}{\text{m}^2} = \text{m}^{-1}$  of  $\text{cm}^{-1}$ .

We kunnen dan de vergelijking voor de specifieke geleidendheid herschrijven als:

$$\kappa = G.C$$

De constante  $C$  is door de constructie van de cel bepaald en in praktijk varieert deze van 0,01 tot  $10 \text{ cm}^{-1}$ , ook andere celconstanten zijn natuurlijk denkbaar. We nemen voor het gemak

aan, dat de celconstante gedurende de hele meting en ook bij verschillende temperaturen (hierover straks meer) werkelijk onveranderd blijft. Omdat  $C$  een gegeven is en wij die zelf kiezen, blijft nu alleen nog de  $G$  over om te meten, om de waarde van  $\kappa$  te weten te komen.

We hebben reeds gezegd dat  $G$  een omgekeerde weerstand is en als zodanig vrij makkelijk te meten is. Een onbekende weerstand kan men met behulp van een brug van Wheatstone meten, (figuur 2.).

We hebben al gezegd, dat we de invloed van temperatuur op de afmetingen van de cel in onze berekeningen kunnen verwaarlozen, wat we echter niet mogen verwaarlozen is de verandering van de geleidendheid zelf met de temperatuur. Bij een hogere temperatuur wordt de vloeistof als het

ware minder dik, de viscositeit neemt af en de ionen kunnen nu gemakkelijker door de vloeistof bewegen. We zien, dat de geleidendheid dan toeneemt, wat eigenlijk wil zeggen, dat de weerstand van de vloeistof afneemt, dit in tegenstelling tot metalen of vaste stof geleiders, waarvan de weerstand juist met stijgende temperatuur toeneemt.

### Konstruktie aspecten van geleidendheid cellen.

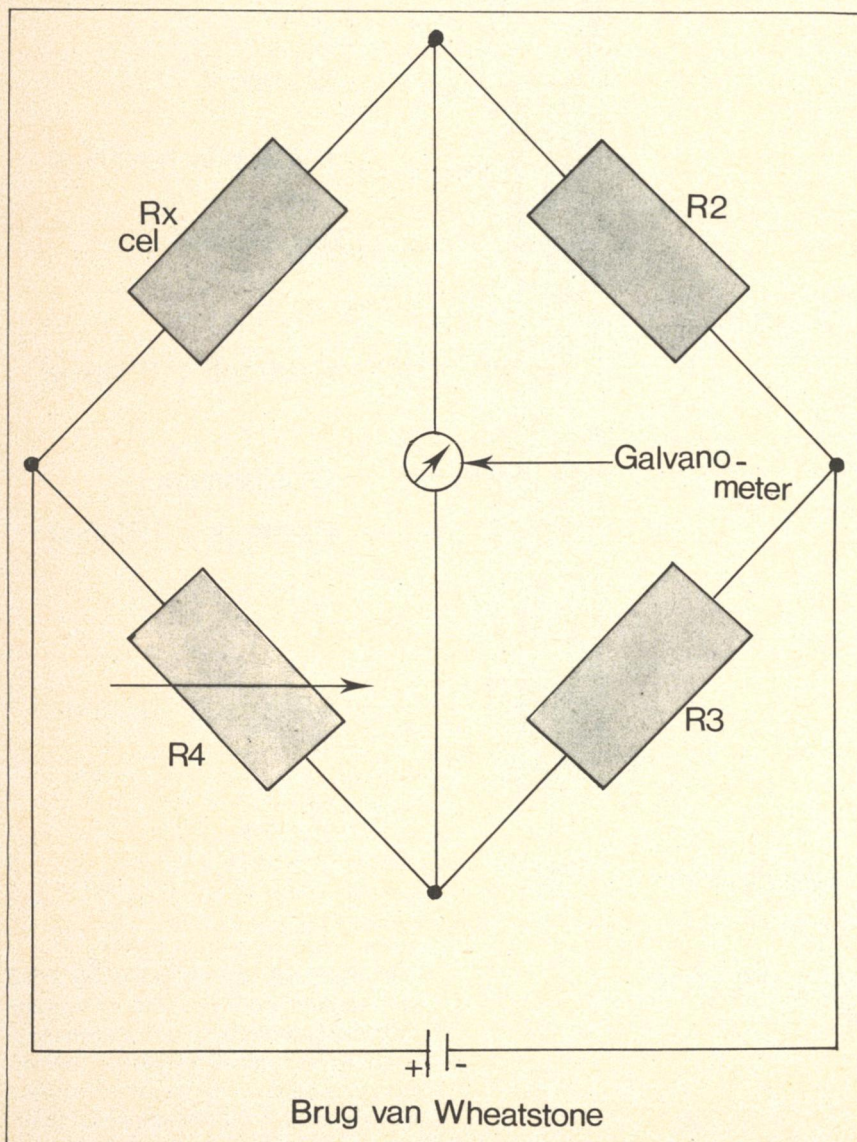
In figuur 1 hebben we reeds aangegeven hoe de geleidendheid gemeten kan worden m.b.v. twee elektroden, die we in een vloeistof plaatsen. Zo'n meetaanordening vaak aangevuld met een temperatuurvoeler, noemt men geleidheidscel. In de meeste gevallen bestaat de te meten vloeistof uit water, waarin de uiteenlopende chemische stoffen opgelost kunnen zijn. Deze stoffen vormen doorgaans ionen en kunnen dus gemeten worden. Het zijn juist vaak de meest agressieve stoffen zoals anorganische- en organische logen en zuren, maar óók zouten en opgeloste gassen, die de ionen vormen en daardoor voor de geleidendheidsmeting vatbaar zijn. Men realiseert zich zeker, dat dit enorme eisen stelt aan de constructie-materialen van de cellen, waarmee in deze uiteenlopende procesvloeistoffen gemeten wordt.

Een geleidheidscel is schematisch aangegeven in figuur 3.

De eerste cellen, die voor nauwkeurige laboratorium metingen zijn ontwikkeld, waren uit zacht glas, waarin platina elektroden zijn ingesmolten (figuur 4)

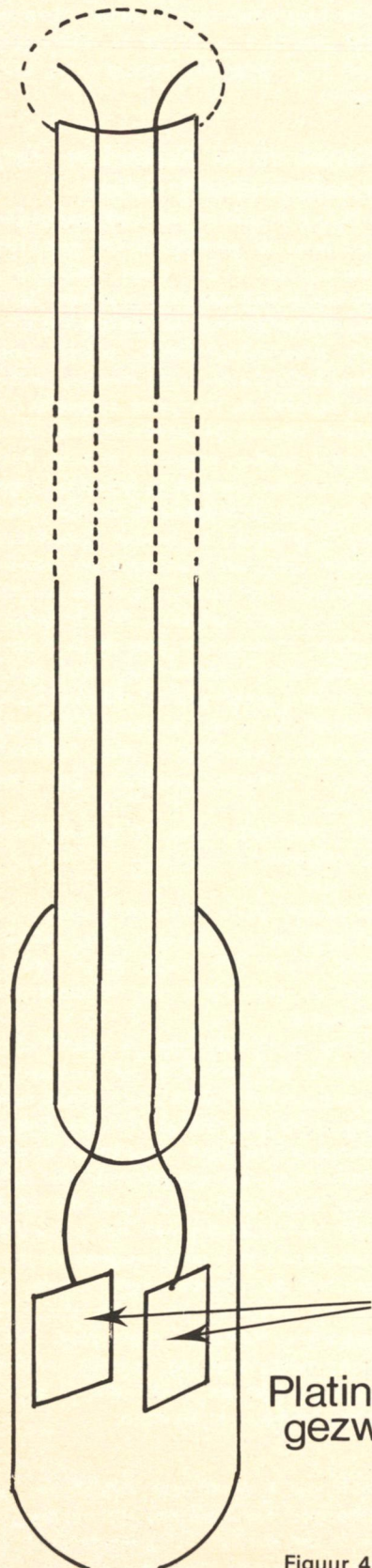
Om polarisatie van de elektroden tegen te gaan werd het platina elektrolytisch gezwart. Deze mechanisch zeer gevoelige laag moest ook regelmatig vernieuwd worden. Polarisatie is een elektrochemisch verschijnsel, dat ontstaat door de interactie van de ionen met het oppervlak van het electrode materiaal. Het is altijd ongewenst omdat het de nauwkeurigheid van de meting negatief beïnvloedt. Door de keuze van meerdere elektroden, electrode materialen en meetstroomfrequenties kan de polarisatie in grote mate onderdrukt worden.

In figuur 5 wordt een industriële cel getoond, die speciaal ontworpen is voor het meten van geleidendheid in oleum (rokend zwavelzuur).

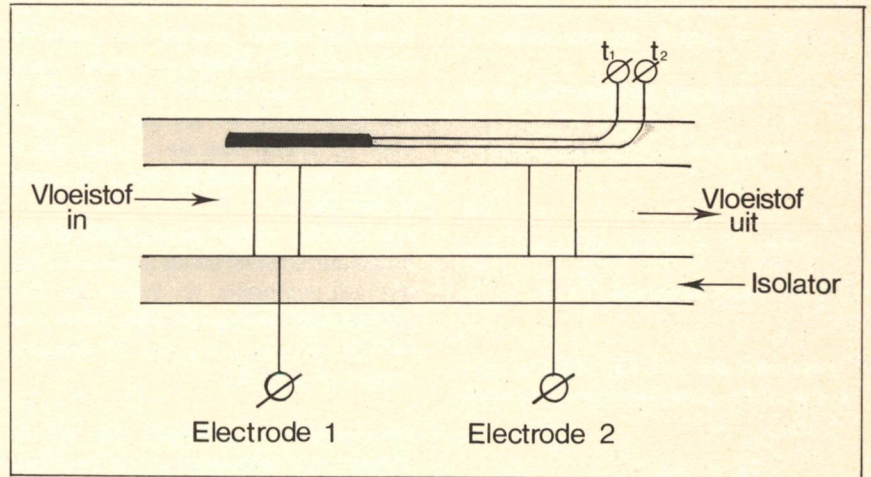


Figuur 2

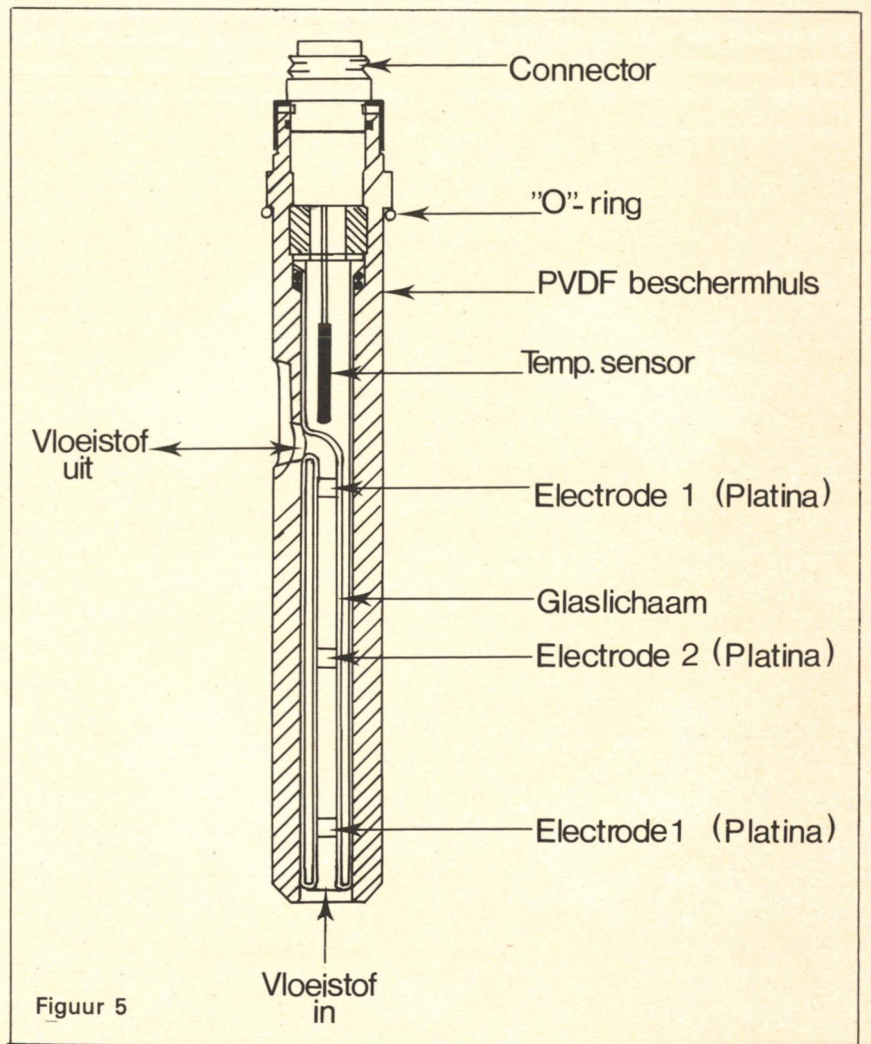




Figuur 4



Figuur 3



Figuur 5

Platina elektroden  
gezwart

Het omhulsel van de cel is uit PTFE vervaardigd. Voor een betere temperatuurrespons is de temperatuursensor in thermischgeleidend vet geplaatst. Oleum is één van de meest agressieve stoffen en het is juist de combinatie glas en platina met een stukje uitgeknipte glastechniek, die de meting in



zo'n zéér corrosief medium überhaupt mogelijk maakt. Soortgelijke cellen vinden uiteraard ook hun toepassing in andere chemische processen.

Voor minder agressieve stoffen zijn andere materiaal-kombinaties in de praktijk beschikbaar. Een zeer gangbare constructie vormen de koolstofringen ingebed in epoxy-hars. Ook roestvrij staal is een goed materiaal vooral voor cellen met een lage celkonstante, waarbij de afstand ten opzichte van het oppervlak zeer kritisch is.

### Toepassingen

Geleidendheidsmetingen vinden veelvuldig hun toepassing in de industrie

en het laboratorium. Typische voorbeelden hiervan zijn de bewaking van de demineralisatie installaties van water-kwaliteitsbehandeling, ketelvoedingwater, stoom en condensaat bewaking, ketelspui-regeling enz. Een ander voorbeeld is reeds genoemd: zwavelzzur en oleum, verder is er nog de zuurconcentratie meting in de galvanische baden en ertswinning en verwerking. Vaak wordt het zgn. CIP (cleaning in place) proces met behulp van geleidendheid bestuurd in de voedingsmiddelen industrie (melk, limonades, bier).

Ook in de medische wereld worden regelmatig geleidendheidsmetingen verricht om b.v. het zoutgehalte te

kontrolleren bij de nierdialyse of in het bloed of plasma.

Wij sluiten deze serie artikelen over de kwaliteitsmetingen in de industrie af in de hoop, dat de glastechniek en haar beoefenaars, de glastechnici ook in de toekomst net zo vindingrijk blijven, als in het verleden het geval was en dat we de toepassingen van steeds betere materialen en materiaalcombinaties tegemoet kunnen zien. Men denkt in dit verband m.n. aan de nieuwe technieken zoals laserlassen, chemical vapor deposition op glas en keramiek, waardoor technische oplossingen gecreëerd worden voor problemen die voor kort onopgelost moesten blijven.

**WAGELAAR  
GLASINSTRUMENTEN**



zoekt op korte termijn:

**een jonge  
glasinstrumentmaker**

met glas „A” (Leiden)

**WAGELAAR  
GLASINSTRUMENTEN**

VISSERINGWEG 5  
1112 AS DIEMEN  
TEL. 020-980855

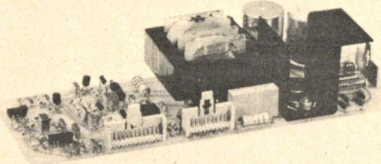


## Schakelende voeding

Met de nieuwe Nedap PS schakelende voeding introduceerde de NV Nederlandse Apparatenfabriek sinds kort een nieuw apparaat. Het geheel is een stuk eigen innovatie met voor de gebruikers de volgende belangrijke eigenschap:

Een moderne schakelende voeding bezit het vermogen om op bevredigende wijze spanningsvarianten te miniseren en micro-onderbrekingen op te heffen, maar als nadelig effect bij het schakelen ontstaat er dikwijls een storing.

Bij de nieuwe Nedap PS heeft men dit probleem op acceptabele wijze opgelost en er tevens de gebruikers van moderne elektronica een dienst mee bewezen.

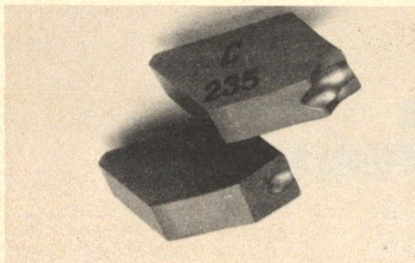


Voor uitvoerige informatie:  
NV Nederlandse Apparatenfabriek  
"Nedap" te Groenlo

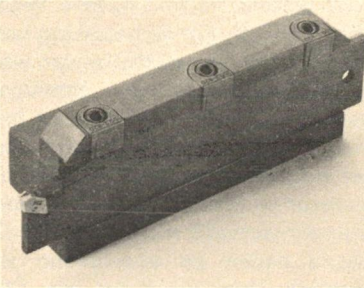
## Nieuwe steekgereedschappen

Sandvik is uitgekomen met een nieuw assortiment steekgereedschap bestaande uit de volgende drie Coromant GC-soorten:

GC 225, GC 235 en GC 435 plus een positieve wisselplaat. Deze drie soorten geven betere resultaten bij het afsteken van staf en bij het groefsteken, het zijn vooral de hoge slijtvastheid en taaiheid van deze materialen waardoor ze bijzonder geschikt zijn voor steekbewerkingen. Voor het af-



steken van pijp is GC 435 beter geschikt. Het is de combinatie van taaiheid en slijtvastheid die voldoet aan de



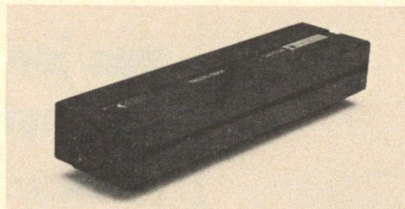
eisen die men stelt bij hoge snijsnelheden. GC 235 en GC 435 zijn ook leverbaar in het bestaande programma wisselplaten met negatieve spaanhoek, GC 225 is een hardmetaal die voorkeur verdient bij het groefsteken. De nieuwe positieve wisselplaat geeft aan bovengenoemde drie hardmetaal soorten lagere snijkrachten in vergelijking met wisselplaten met negatieve spaanhoek.

Nadere info:

Sandvik Ned. BV. Schiedam  
B.W. Heijmans, afd. Public Relations  
Tel.: 010-156600

## HeNe Laser voor Universiteit en Laboratorium

Melles Griot heeft een HeNe laser op de markt gebracht die vooral bestemd is voor gebruik op laboratoria en universiteiten. Deze laser heeft ingebouwde netvoeding en het vermogen is 0,5 mW. Er zijn twee uitvoeringen leverbaar, gepolariseerd en ongepolariseerd. Accessoires bij deze laser leverbaar zijn o.a.: Collimator lenzen, Beam expanders en Focusseer lenzen.



Voor de montage levert Melles Griot een stabiele optische tafel. De prijs van deze laser is:

In ongepolariseerde uitvoering (Type 05LLR805) f 1.190,-

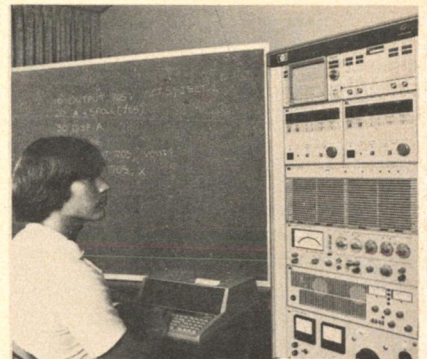
In gepolariseerde uitvoering (Type 05LLP805) f 1.360,-

Voor informatie:

Melles Griot BV  
Edisonstraat 98  
Postbus 272  
6900 AG Zevenaar

## Systeemvoedingsapparaat

Met de HP 6033 A heeft Hewlett-Packard de reeks bestaande voedingsapparaten vergroot met een nieuwe programmeerbare systeemvoeding. Dit apparaat kan 30A gelijkstroom leveren. De bediening is mogelijk op frontpaneel en computergestuurd. Indien gewenst kan manuele bediening door de computer geblokkeerd worden. De toelaatbare grenzen van stroom en spanning kunnen in het programma worden ingebouwd en voorkomt men schade bij eventueel verkeerd gekozen waarden. De voeding van de HP 6033 A is zodanig gekozen dat overbelasting tot een



minimum beperkt is. Wanneer overschrijding van grenswaarden in netspanning of temperatuur plaatsvindt schakelt de voeding zichzelf uit tot de storing is opgeheven. De HP 6033 A kan 200 Watt leveren over een continu bereik van 6,7 V (30A) tot 20V (10A). Dit betekent dat voor diverse toepassingen op dit moment, en in de toekomst, dat men met één enkel voedingsapparaat kan volstaan.



Voor meer informatie:  
Hewlett-Packard Nederland BV  
Van Heuven Goedhartlaan 121  
1181 KK Amstelveen  
Tel.: 020-472021



## Nieuw type draadbus (De Quick-Sert)

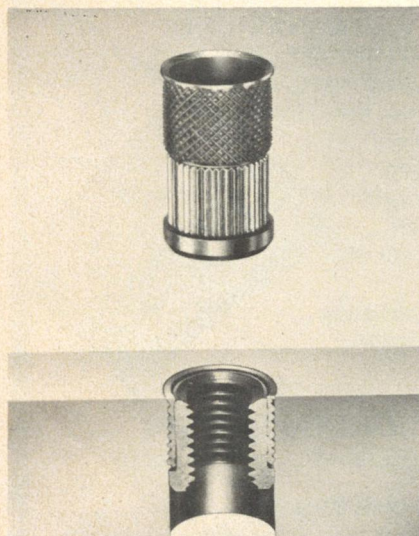
Om een belastbare en slijtvaste schroefdraad te verkrijgen in zachte materialen zoals kunststof en lichtmetaal is de Quick-Sert ontwikkeld. Vooral bij schroefdraadverbindingen biedt de Quick-Sert door zijn bijzondere plaatsingsmethode, prijstechnisch en kwalitatief een aantrekkelijk alternatief.

Enkele andere voordelen zijn:

- draadtappen wordt overbodig;
- spaanloos plaatsen in gladde boringen;
- snelle plaatsing bij lage kosten;
- hoge uittrekwaarde.

De toepassing van de Quick-Sert is als volgt:

Op de roterende draadstift van het pneumatisch plaatsingsgereedschap wordt de Quick-Sert gedraaid en in de opnameboring geplaatst. Dit kan een gevormd gat zijn of een met een normale spiraalboor verkregen blind- of doorlopend gat. Door de axiale trekbeweging van de draadstift scheurt de Quick-Sert op de daarvoor aangewezen plaats tussen borghuls en draadbus. De draadbus wordt in de borghuls getrokken; deze zet uit en verankert zich met zijn kartels in het werkstuk.



De Quick-Sert is leverbaar in messing en verzinkt staal.

Verdere informatie:

VIBA NV

Koningin Emmakade 199

2518 JP Den Haag

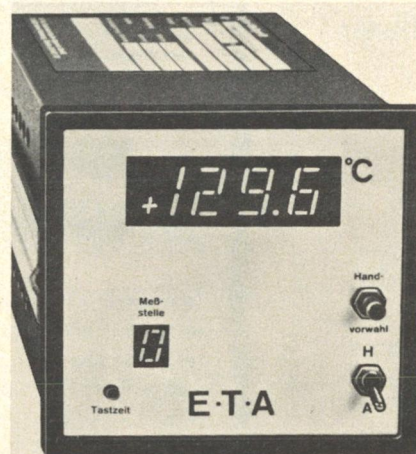
tel.: 070-469650

Afd. Machinegereedschappen

## Digitale temperatuur-paneelmeter

Met deze temperatuur-paneelmeter kunnen de temperaturen op zes meetpunten afwisselend worden gemeten. De benodigde tijd voor overschakeling van het ene meetpunt naar een volgend varieert tussen één en zes seconden en kan met een knop op het paneel ingesteld worden. Door middel van een drukknop kan ook op handbediening worden overgegaan.

De temperatuurweergave is duidelijk. De display omvat  $3\frac{1}{2}$  digits. Het instrument is leverbaar voor zowel PT 100 als alle gangbare thermokoppels. Er is keuze uit een reeks typen, het temperatuurbereik varieert van  $-20^{\circ}$  tot  $1600^{\circ}\text{C}$ .



Het geheel is geplaatst in een kunststof huis met afmetingen  $96 \times 96 \times 150$  mm. De omgevingstemperatuur van de paneelmeter ligt tussen  $0^{\circ}\text{C}$  en  $55^{\circ}\text{C}$ . De standaarduitvoering van de voedingsspanning is 220V/50Hz, ook andere AC- en DC-spanningen zijn mogelijk. De paneelmeter kan naar keuze extra worden uitgerust met een BCD-uitgang of een analoge uitgang  $0(4)\dots 20$  mA, terwijl ook een uitgangssignaal van  $10$  mV/ $^{\circ}\text{C}$  of  $2$  mV/ $^{\circ}\text{C}$  tot de mogelijkheden behoort. Via aparte klemmen kan zonodig een houdsignaal worden afgegeven. Er zijn ook uitvoeringen leverbaar voor het maken en signaleren van spanning en stroom. Meetbereiken voor spanningen  $0,001\text{V}$  tot  $1000\text{V}$  en stroomsterkte van  $0,001$  mA tot  $10\text{A}$ . De fabrikant van de temperatuurmeter is het Westduits bedrijf ETA. Het typenummer is DCF.

Nadere informatie:

Jacs Koopman BV

Postbus 150

3960 BD Wijk bij Duurstede

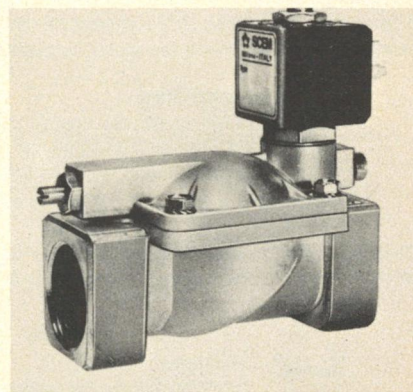
Tel.: 03435-72275

## Magneetventielen

Dungs-Nederland heeft haar leveringsprogramma uitgebreid met een nieuwe serie magneetventielen welke geschikt zijn voor groot aantal toepassingen. De serie bestaat uit tweeweg-afluiters, direct-gestuurde en servogestuurde, in uitvoering stroomloos gesloten of stroomloos open. Drieweg-afluiters stroomloos gesloten en direct gestuurde universele afluiters. De serie omvat een viertal reeksen voor de diverse media.

- a. Afluiters voor water, lucht, inert gas, stookolie en hydraulische olie tot  $2^{\circ}\text{E}$ ;
- b. Stoom en heet water;
- c. Alcohol, chloride en benzine;
- d. Zware olie met een viscositeit van  $5^{\circ}$  tot  $7^{\circ}\text{E}$ .

De aansluitmaten van deze drie ventielen variëren meestal tussen  $1/8''$  en  $2''$ . Het toegestane drukverschil is afhankelijk van de uitvoering, van maximaal 10 bar bij  $2''$  tot niet minder dan 70 bar bij  $1/8''$ . Een aantal typen is geschikt voor mediumtemperaturen tussen  $-10^{\circ}\text{C}$  tot  $90^{\circ}\text{C}$  of  $1404\text{sy}007\text{C}$  en uitvoeringen tussen  $-30^{\circ}\text{C}$  en  $180^{\circ}\text{C}$ . Vrijwel alle magneetventielen zijn voorzien van elektromagneten met driepolige stekker aansluiting. Naast standaard-ventielen zijn een aantal speciale uitvoeringen mogelijk. De ventielen zijn van Italiaans fabrikaat S.C.E.M.



Voor uitvoerige informatie:

Dungs-Nederland

Nieuwe Havenweg 55

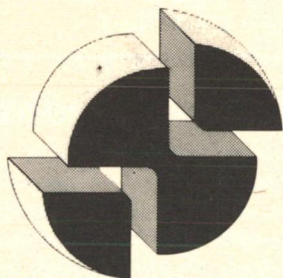
1216 BN Hilversum

Tel.: 035-10821



# JAARBEURS-UTRECHT

19 t/m 24 maart 1984



## VAT 84

## UTRECHT

### 9e vakbeurs algemene toelevering

De beurs VAT UTRECHT heeft een grote traditie en neemt een vooraanstaande plaats in op het gebied van de toelevering en uitbesteding in Europa.

VAT Utrecht toont een internationaal aanbod van gespecialiseerde kwaliteits-toeleveranciers.

De internationale uitbestedende industrie vindt in toenemende mate haar weg naar deze tweejaarlijkse manifestatie.

VAT'84 Utrecht is de 9e toeleveringsbeurs in successie in het centrum van een hooggeïndustrialiseerde Europese markt.

#### Expositieprogramma:

Producten, componenten en diensten (naar specificatie en/of in opdracht) op het gebied van metaal, elektrotechnische, elektronische, hout en kunststoffen be- en verwerkende industrie, enz. (Geen catalogusproducten).

#### Databank op de VAT'84 Utrecht

Een aan een computer gekoppelde terminal verstrekt op de beurs alle gegevens over het leveringsprogramma van de exposanten.

De Europese nomenclatuur stelt u in staat op uiterst doelmatige wijze het aanbod ter beurse te overzien.

#### Data en openingstijden:

Maandag 19 tot en met zaterdag 24 maart 1984;  
dagelijks geopend van 9.30-17.00 uur,  
echter zaterdag 24 maart van 9.30-15.00 uur,  
donderdag 22 maart van 9.30-21.00 uur.

**TECHNI-SHOW 1984.** Gelijktijdig met de VAT'84 Utrecht wordt in het Jaarbeurscomplex de grote 2-jaarlijkse vakbeurs voor de metaalindustrie de Techni-Show gehouden.



#### Inlichtingen

Koninklijke Nederlandse Jaarbeurs,  
Postbus 8500, 3503 RM Utrecht.  
Telefoon 030-955 911  
Telex 47132-jaarb nl  
Viditelnr. 350414

En vraag dan meteen  
in die brief  
of ze hun monsters  
beter kunnen verpakken.




## ADVISEER ZE MAAR 'N AIRKRAFT ENVELOP

Zo gaat dat in de praktijk. U verzendt uw producten en ze komen beschadigd aan. Met Aircraft is dat verleden tijd. Aircraft van Pillo-Pak is licht, oersterk en luchtkussen-gevoerd. Door vele luchtkussentjes wordt het te verzenden produkt optimaal beschermd.

De noppen zorgen ervoor dat uw produkt als het ware zwevend verzonden wordt. Breuk, beschadiging en veel ergernis behoren tot het verleden.

Sta op Aircraft als het safe verzonden moet worden.

#### Distributeurs:

 **Bührmann-Ubbens Papier bv**


Postbus 33, 7200 AA Zutphen Tel. 05750-88888 Telex 49333

 **topa verpakking bv**

Torenlaan 10, 2215 RW Voorhout Tel. 02522-19025 Telex 41293

 **enveloppenfabriek enfa bv**

Postbus 12, 5900 AA Venlo Tel. 077-42626 Telex 59453

 **Bührmann-Vromen Verpakking bv**

Postbus 83, 7000 AB Doetinchem Tel. 08340-30940 Telex 45045

Aircraft® is een produkt van Pillo-Pak b.v. Eerbeek





Verzorgd door de Sawedo (Samenwerkende Werkplaatstechnische Documentatiediensten). Kopieën van de hier vermelde publikaties zijn tegen betaling verkrijgbaar bij het Metaal instituut TNO, Centrum voor Metaalbewerking, Postbus 541, 7300 AM Apeldoorn, telefoon 055-773344, tst. 2025.

JAARGANG 27 - NO. 3 - MAART 1984

productie-analyse  
productiebesturing

658.628.:658.512.624-27 8403-097  
produktpakket, FFS

Eversheim, W. en P. Hermann

**Das Werkstückspektrum bestimmt die Flexibilität**

Industrie Anzeiger 105 81983) nr. 47/48, blz. 14-17, 2 graf., 5 schema's, 8 ref., 4 p.p.

Den kritischen Fragen der Wirtschaftlichkeitskontrolle halten flexible Einrichtungen jedoch nur stand, wenn sie gerade den Flexibilitätsbedarf der Fertigungsaufgabe erfüllen. Ungenutztes Leistungsangebot kann nicht amortisiert werden. Eine wichtige Planungsaufgabe ist es daher, Werkstückspektren so zu analysieren, dass der Flexibilitätsbedarf erkennbar wird.

658.512.624-27.:658.52:681.3 8403-098  
FFS. CAD/CAM

Wada, R. en Y. Shima

**Höherentwickeltes flexibles Fertigungssystem**

Werkstatt und Betrieb 116 (1983) nr. 6, blz. 331-336, 7 foto's, 1 tek., 4 schema's, 1 ref., 6 p.p.

Advanced Flexibel Manufacturing Systems nutzen in Kopplung mit CAD/CAM-Funktionen die Möglichkeiten, die Produktkonstruktion und die Produktionssteuerung in flexible Fertigungssysteme zu integrieren. Ein solches, in Japan installiertes System wird hier beschrieben.

658.511.003.1 8403-099

productie-analyse, economie

Junghanns, W.

**Bestände senken - Liquidität schaffen**

TZ für Metallbearbeitung 77 (1983) nr. 6, blz. 30-33, 3 foto's, 2 graf., 2 p.p.

Die Bemühungen zur weiteren Rationalisierung stossen im technischen Bereich der Industrieproduktion zunehmend auf Grenzen - im Planungs- und Verwaltungsbereich liegen jedoch nachweislich noch sehr grosse Rationalisierungsreserven, Erfolgversprechend auf kurz- und mittelfristige Sicht sind hier insbesondere Massnahmen zur Bestandssenkung, die z.B. durch Freisetzung des unnötig gebundenen Umlaufkapitals die Liquidität erheblich verbessern und Kapital für dringliche Investitionen verfügbar machen können.

658.52.012.7:681.3.06 8403-100

produktiebesturing, programmeersysteem

Eitel, H.

**Rechnereinsatz in der Produktionssteuerung**

TZ für Metallbearbeitung 77 (1983) nr. 7, blz. 43-47, 7 foto's, 4 schema's, 5 p.p.

Unterstützung des Fertigungsablaufes durch Rechner. Dabei wird das Betriebsdatenerfassungssystem BDE das ausschliesslich den Fertigungsbedürfnissen dient beschrieben.

658.511 8403-101

bedrijfsorganisatie, productie-analyse

Industriële diagnostiek

Bedrijfsvoering 32 (1983) nr. 7/8, blz. 276-284, 1 graf., 3 tab., 6 schema's, 9 p.p.

Een door een werkgroep van de Raad van Bedrijfskundigen uitgebracht rapport over industriële diagnostiek. De tekst van dit rapport wordt volledig weergegeven.

658.52.012.7:681.3 8403-102

produktiebesturing met computer

Holzappel, V.A.

**Rechnergestützte Produktionsplanung und -steuerung**

Z.w.F. 78 (1983) nr. 8, blz. 360-367, 1 foto, 1 tab., 4 schema's, 8 p.p.

Anforderungen der Anwender aufgrund betriebstypologischer Merkmale wie Fertigungstiefe, Fertigungsart, Fertigungstyp, Organisationstyp, Erzeugnisspektrum sowie der in vielen Branchen zu beobachtende Trend vom Verkäufer- zu Käufermarkt führen zu integrierten EDV-Anwendungen in der Fertigung. Im Beitrag wird über die Anwendung eines dialogorientierten flexiblen Produktionsplanungs- und -steuerungssystems berichtet.

658.562 8403-103

kwaliteitsbeheersing

Remmerswaal, J.L.

**Kwaliteitsbeheersing van steekproef naar honderdprocents controle**

Metaalbewerking 49 (1983) nr. 16, blz. 333-335, 1 schema, 3 p.p.

Afhankelijk van de snelheid waarmee het proces door een fout wordt beïnvloed, zal het resulterende produkt meer of minder afwijken van het gewenste. Gezien de kosten van deze wijze van controleren en besturen wordt de kwaliteitsbeheersing dus een optimalisatievraagstuk, waarbij de gewenste specificatie maar beperkt haalbaar is.

658.511:681.3.06 8403-104

productie-analyse, software

Heinz, K. en M. Burkhardt

**Analyse des Fertigungsprogramms - Basis einer Neustrukturierung der Fertigung**

VDI-Zeitschrift 125 (1983) nr. 21, blz. 903-908, 6 tab., 2 schema's, 5 ref., 6 p.p.

Das in dem Beitrag beschriebene System gestattet die Analyse grosser Fertigungsauftragsbestände. Es unterstützt insbesondere Massnahmen zur Strukturierung von Fertigungsabläufen. Ein System zur ablaforientierten Struktursynthese befand sich zur Zeit der Abfassung des Beitrags am Lehrstuhl für Fertigungsvorbereitung der Universität Dortmund in der Testphase.

658.52.012.7. 658.512 8403-105

produktiekontrolle, produktievolgorde

Edwards, J.N.

**Shop floor Management or input/output/queue controle**

NCS 20th Ann. Meeting and Techn. Conf, Proc. (1983) nr. april, blz. 196-203, 4 graf., 23 tab., 4 schema's, 8 p.p.

This use of Input/Output/Queue Control gives a foreman visibility in maintaining control over his work centers along with the visibility for the superintendent in the shop. It highlights the need for overtime, subcontracting, etc. This presentation will deal with the basics of Shop Floor Tracking, Input/Output, Queue Control for load monitoring, and finally priority Control.

658.522.:658.52.012.7 8403-106

enkelstuksfabricage, productiebesturing

Focke, K.

**Fertigungsplanung und -steuerung für die Einzelfertigung**

Z.w.F. 78 (1983) nr. 11, blz. 518-521, 10 tab., 4 p.p.

Die Datenverarbeitung ist heute zu einem unsichtbaren Hilfsmittel für die Bewältigung der kommerziellen und technisch administrativen Aufgaben in einem Unternehmen geworden. Trotzdem werden die Einsatzmöglichkeiten der Datenverarbeitung im Bereich der Fertigungsplanung und -steuerung noch nicht im vollen Umfang genutzt.



658.511:681.3.06 8403-107  
arbeidsanalyse, software  
Schofield, N.A.

**Computer-ondersteunde arbeidsanalyse met Automat 2**  
Bedrijfsvoering 32 (1983) nr. 12, blz. 466-469, 1 tab., 4 p.p.  
Artikel waarin wordt uiteengezet dat Automat een serie computer-programma's is die de arbeidsanalist kan helpen bij het ontwerpen en evalueren van arbeidstaken. Omdat de computer de arbeidsanalist in staat stelt om een handeling te beschrijven met gebruikmaking van een hogere programmeertaal en de output daarvan produceert op het gedetailleerde MTM-2 niveau, kan aanmerkelijk minder tijd worden besteed aan verslaglegging en berekeningen.

658.512.624:658.5.011.56 8403-108  
productiecel, automatische productie  
Greene, T.J. en R.P. Sadowski

**Cellular manufacturing control**  
Journ of Manufacturing Systems, 2 (1983) nr. 2, blz. 137-144, 2 schema's, 26 ref., 8 p.p.  
This paper presents a discussion of the variables affecting the control of a group technology, cellular manufacturing system. The control function is partitioned into cell loading and cell scheduling. The variables affecting the control of a cellular manufacturing system include the characteristics that describe the physical cellular system and the characteristics that describe the jobs.

658.512.624 8403-109  
werkcel  
Gauderon, E.

**Fertigen in einer autonomen Fertigungsinsel**  
Wt Zeitschrift für industrielle Fertigung 73 (1983) nr. 12, blz. 739-741, 4 foto's, 3 p.p.  
Auf grosses Interesse der deutschen Industrie und der Industrieergewerkschaft Metall stösst zur Zeit das Pilotprojekt einer "Autonomen Fertigungsinsel", durch das ein gruppentechnisches Fertigungskonzept zur Herstellung von Kleinteilen in Kleinserien verwirklicht wird. Der Verfasser zeigt auf, welche Gründe zu dieser neuartigen Fertigungsstruktur geführt haben und wie die "Autonome Fertigungsinsel" heute im Betrieb arbeitet.

658.52.012.7::334.746.3/4 8403-110  
productiebesturing, klein- en middelgroot bedrijf  
Maas, R.

**Produktionsplanung und -steuerung im Klein- und Mittelbetrieb**  
Die Arbeitsvorbereitung 20 (1983) nr. 6, blz. 170-174, 1 graf., 5 tab., 5 p.p.  
Nach einer kurzen Darstellung der Ist-Situation über den EDV-Einsatz bei der Produktionsplanung und -steuerung in Klein- und Mittelbetrieben geht der Autor auf die Anforderungen ein, die an die Hardware und Software von Datenbanksystemen und des Dialogbetriebes wird hingewiesen.

658.52.012.7 8403-111  
productiecontrole  
Eversheim, W en U. Müller

**Aufgabenspezifische Ueberwachungsstrategien - voraussetzung für eine wirtschaftliche Fertigung**  
Qualität und Zuverlässigkeit 27 (1982) nr. 12, blz. 374-377, 6 schema's, 4 ref., 4 p.p.  
Die dargestellte Planungssystematik ermöglicht es, eine wirtschaftliche, den jeweiligen Anwendungsbedingungen angepasste Ueberwachungsstrategie abzuleiten. Hierbei werden schrittweise die Bestimmungsgrößen von Ueberwachungsstrategien ermittelt. Damit können auch bestehende Ueberwachungssysteme bewertet und ihre - zum Beispiel vom Werkstückspektrum - vorgegebenen Einsatzgrenzen aufgezeigt werden.

658.562 8403-112  
statistische kwaliteitscontrole  
**Statistical quality control (SQC)**  
Am. Machinist 128 (1984) nr. 1, blz. 97-108, 12 p.p.

The point of SQC is to study specific on going processes in a timely fashion in order to keep them in satisfactory control; in contrast, downstream inspection aims at catching defects that have already occurred. SQC aims at defect prevention instead of defect detection. Principles of SQC. Formulas for distribution. The Shewart control charts.

The use of computer for statistical analysis. Glossary of terms.

## werkvoorbereiding groepentechnologie

025.4:658.512.624::658.512.624 8403-113  
groepentechnologie, productiecel  
Cho, K.K. e.a.

**Group scheduling under due-date constrains in multi-stage manufacturing systems**

Conference Proceedings CIRP Trondheim (1982) nr. June, blz. 1-9, 2 tab., 9 ref., 9 p.p.

In this paper a group scheduling model in a multi-stage manufacturing system is analyzed under due-date constrains. By introducing the relative measure of tradiness for jobs and for groups, a heuristic procedure is proposed to determine the near optimal group schedule for minimizing total job tardiness.

658.515::658.512.4:681.3 8403-114  
montage, werkvoorbereiding, computer  
Eversheim, W. en K.H. Peffekoven

**Planung und Steuerung des Montageablaufs komplexer Produkte mit Hilfe der EDV**

VDI-Zeitschrift 125 (1983) nr. 7, blz. 217-222, 2 graf., 4 schema's, 6 ref., 6 p.p.

Das Spektrum der Lösungsansätze zur Verbesserung der Produktivität und Wirtschaftlichkeit in der Montage erstreckt sich auf die Auslegung des Montageablaufs sowie auf Aktivitäten im Rahmen der Auftragssteuerung. Im Beitrag werden die Einsatzmöglichkeiten eines Systems zur rechnerunterstützten Planung und Steuerung der Montage vorgestellt und an Beispielen aus der Praxis erläutert.

658.512:681.3::658.531 8403-115  
productieplanning, productietijd, per computer  
Scheel, J.

**Arbeitsplanung und Vorgabezeitermittlung im Dialog**

Die Arbeitsvorbereitung 20 (1983) nr. 2, blz. 41-44, 8 tab., 4 p.p.  
In der auftragsgebundenen Fertigung ist es der Arbeitsvorbereitung kaum möglich, sich irgendwelchen, durch eine genügende EDV-Konzeption bedingten Restriktionen zu unterwerfen. Die Konstruktionsunterlagen für den Arbeitsplaner kommen immer zu spät, und die Werkstatt wartet schon. Da kann der Rechner unterstützen, wenn das System speziell für diese Belange konzipiert wurde, wie das beschriebene PS-System.

658.512.624-27(52) 8403-116  
FFS, Japan

Klocke, F., H. Meier en L. Heilig

**Flexible Fertigung in Japan**

Z.w.F. 78 (1983) nr. 6, blz. 262-267, 7 foto's, 1 graf., 3 schema's, 2 ref., 6 p.p.

Steigende Anforderungen an die Qualität der gefertigten Produkte, zunehmender Konkurrenzdruck und die Notwendigkeit, flexibel und schnell auf veränderte Marktbedingungen zu reagieren, erfordern eine hohe Flexibilität im Produktionsbereich.

Als nächste Automatisierungsstufe steht dann die Verkettung von Einzelmaschinen durch Integration des Material- und Informationsflusses im Vordergrund. Im Beitrag werden Beispiele für flexible Fertigung in Japan dargestellt.



## Beknopte inhoudsopgave

### Hoofdstuk I

#### Produktietechniek

Verspaningstechnologie  
Verspanende bewerkingen  
Machinesoorten  
Opbouw van gereedschapswerktuigen

### Hoofdstuk II

#### Aandrijving van gereedschapswerktuigen

Grondslagen  
De elektromotor  
Hoofdoverbrenging  
Aanzetoverbrenging  
Traploze overbrengingen

### Hoofdstuk III

#### Besturingstechniek

Inleiding  
(mechanisch, hydraulisch, pneumatisch)  
Kopieren  
Programmabesturing  
Numerieke besturing

### Hoofdstuk IV

#### Constructiekenmerken

Machine-onderdelen  
Standaardmachines (draai-, boor-, frees-, slijpmachines)  
Machines met rechtlijnige hoofdbeweging  
Bijzondere machines (tandwielbewerking, schroefdraadfabricage)  
Machines voor fijnbewerking  
Speciaal machines  
Automaten, bewerkingscentra  
bewerkingsstraten

### Hoofdstuk V

#### Het gebruik van gereedschapswerktuigen

Snijmateriaal (keuze, soorten, uitvoeringsnormen)  
Koelen en smeren  
Spannen  
Het verspanend verwerken van onderdelen

Wij verzoeken u te leveren

..... ex Verspanende gereedschapswerktuigen

Naam \_\_\_\_\_

Adres \_\_\_\_\_

Plaats \_\_\_\_\_

Zenden aan  
Technische Uitgeverij De Vey Mestdagh B.V.  
Markt 51 • 4331 LK Middelburg • Nederland

#### "Verspanende Gereedschapswerktuigen"

omvat 240 pagina's op formaat 15.4 x 22.2 cm en 360 afbeeldingen, merendeels uitgevoerd in driekleurendruk.

Prijs **f 39,-** incl. BTW.



Ook in de boekhandel verkrijgbaar

#### Uitgangspunt van de auteur

De auteur beoogt met dit boek een grondslag te leggen voor diegenen die zich voor het eerst in de verspanende bewerkingen en de verspanende gereedschapswerktuigen moeten verdiepen. De omvangrijkheid van het vakgebied noopte de auteur het wezenlijke van het overbodige te scheiden.

Mede daardoor is dit boek dan ook geen verslag van een machinebeurs, maar het behandelt de produktietechniek volgens principiële gezichtspunten. De gebruikte terminologie is, waar mogelijk, in overeenstemming gebracht met de laatste stand van de normalisatie in Nederland. Recente ontwikkelingen in ISO-verband zijn hierbij mede bepalend geweest.

# VERSPANENDE GEREEDSCHAPS WERKTUIGEN

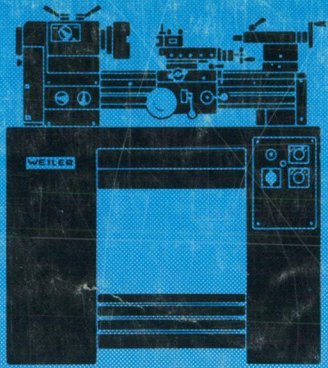
Horst Witte



Technische Uitgeverij De Vey Mestdagh BV

Markt 51 • 4331 LK Middelburg • Nederland





## **WEILER** precisie **primus** draaibank

centerafstand : 450 mm.  
centerhoogte : 120 mm.  
toerentallen : 30-3000 omw./min.  
motorvermogen : 1,2/1,5 KW.  
leverbaar met vertikaal boor- en  
freesapparaat, 10 snelheden, van  
85-2200 omw./min., opspantafel  
300 x 220 mm.

# **SCHREUDER & CO**

GILDENWEG 12 - POSTBUS 326  
3330 AH ZWIJNDRECHT  
TELEFOON 078 - 100111\* - TELEX 29339

