

SPACE RESEARCH LABORATORY
21 BOEVELDIAAN
3527 AS ULTRICHT - THE NETHERLANDS
PH. 030 - 45 71 45 TELE. 4724

TFT

jrg. 27, nr. 2, mrt./april 1987

MIKRONIEK



VAKBLAD VOOR FIJNMECHANICA EN GLASTECHNIEK

LEERBOEK

Dit boek is geschikt voor klassikaal onderwijs als ook voor zelfstudie. Als ondersteuning bij lessen in klassikaal verband is een ringband leverbaar met 60 duitstalige overheads sheets in twee kleuren, alsmede begeleidende tekstbladen voor de docent. De prijs van deze set bedraagt f 285,-, exclusief 19% BTW, invoerrechten en verzendkosten, en is uitsluitend bij ons te bestellen.

NASLAGWERK

Hoofdstuk A: Bouwstenen:	CNC bestuurd gereedschapmachines Bestuurbare machine-elementen Gereedschappen
Hoofdstuk B: Bouwstenen:	CNC besturingen Programmeerbare functies Besturingselementen
Hoofdstuk C: Bouwstenen:	Technologische grondslagen van het verspanen Invloeden op het verspanen Verspaningsgegevens bij draaien Verspaningsgegevens bij frezen Specifieke NC-gegevens bij het verspanen
Hoofdstuk D: Bouwstenen:	Geometrische grondslagen van het programmeren Coördinatenstelsels Nulpunten en referentiepunten Verplaatsingen NC-specifieke maatinschrijving Driehoeksberekeningen Handprogrammering
Hoofdstuk E: Bouwstenen:	NC-programmering Functie en opbouw van NC-programma's Belangrijke programmeerpunten NC-programmeervoorbeeld
Hoofdstuk F: Bouwstenen:	NC-organisatie Programmeermethoden Programmeergegevens
Aanhangsel:	Oplossingen van de vraagstukken Trefwoordenregister

De stof is zo samengesteld, dat bij elkaar behorende delen tot **bouwstenen**, en deze weer tot **hoofdstukken** zijn samengevoegd. Het is niet beslist nodig het gehele boek van voor naar achter door te nemen, maar afhankelijk van interesse en kennis kan men bepaalde hoofdstukken en bouwstenen uitkiezen. De bouwstenen zijn zo ingedeeld, dat op een **dubbele pagina** een **afgesloten thema** wordt behandeld. Zo'n thema is gesplitst in **voorzorginformatie**, **hoofdinformatie** en **vervolginformatie**. Afhankelijk van de gewenste diepgang kunt u één of meer delen bestuderen.

Het handboek kan dienen:

- als cursusbegeleidend **leer- en werkboek**;
- als informatiebron bij **zelfstudie**;
- als **naslagwerk** na afloop van een cursus.

CNC

theorie en praktijk

Ook in de boekhandel verkrijgbaar.

IN BELGIË TE BESTELLEN BIJ
UITGEVERIJ DE SIKKEL

Technische Uitgeverij De Vey Mestdagh BV

Markt 51 • 4331 LK Middelburg • Nederland • Telefoon 01180-36320



Wij verzoeken u te leveren

_____ ex. CNC theorie en praktijk

Naam _____

Adres _____

Plaats _____

Zenden aan:

Technische Uitgeverij De Vey Mestdagh B.V.
Markt 51 - 4331 LK Middelburg - Nederland

CNC theorie en praktijk

184 bladzijden, meer dan 300,
meestal tweekleurige
afbeeldingen,
afmeting A4



Prijs

f 70,65

inclusief BTW

De voortschrijdende automatisering bij productiebedrijven leidt tot een snelle uitbreiding van het aantal numeriek bestuurd machines.

Dit geldt zowel voor individuele machines, als voor grote flexibele bewerkingsystemen, waarvan de CNC-machine meestal het hart vormt.

Deze automatisering stelt niet alleen steeds hogere eisen aan de toegepaste apparatuur, maar ook aan de mensen die ermee moeten werken. Zij moeten niet alleen vertrouwd zijn met bediening en programmering van de betreffende machine, maar ook met de strakke organisatie er omheen. Zo eist invoering van CNC-technieken tevens een goed beheer van werkstukken, gereedschappen, spanmiddelen, programma's, tekeningen en documenten met verspaningsgegevens.

Dit boek is bedoeld als basisleerboek voor iedereen, die kennis wil nemen van de modernste CNC-technologie. De behandelde basiskennis is bovendien een noodzakelijke voorbereiding op aansluitende machinegerichte bedrijfsopleidingen.

Door de systematische opzet en de uitgewerkte opgaven kan het boek zowel voor zelfstudie als voor cursusbegeleiding worden gebruikt. De vertaling/bewerking van dit boek werd verzorgd door de Contactgroep Numerieke Besturing van de Vereniging voor Produktietechniek - VVW.



MIKRONIEK

Uitgave:

Technische Uitgeverij
De Vey Mestdagh BV

Redactie:

Ing. H.J. van Agthoven
Ir. S. van der Graaf (hoofdredactie)
H.M.C. Heubers
H.G.J. Rutten
Ir. J.J. Veerman
G.J. Verschragen

Redactiesecretariaat:

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
Postrekening België 000-0135503-91
Nederland f 85,-
Buitenland f 110,-
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 BV

Druk- en bindwerk:

Den Boer Middelburg/Drukkers

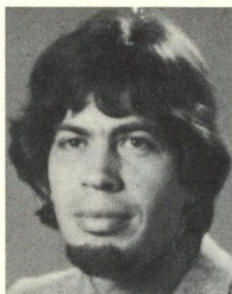
Orgaan van

MIKRON

Nederlandse Vereniging
van technici

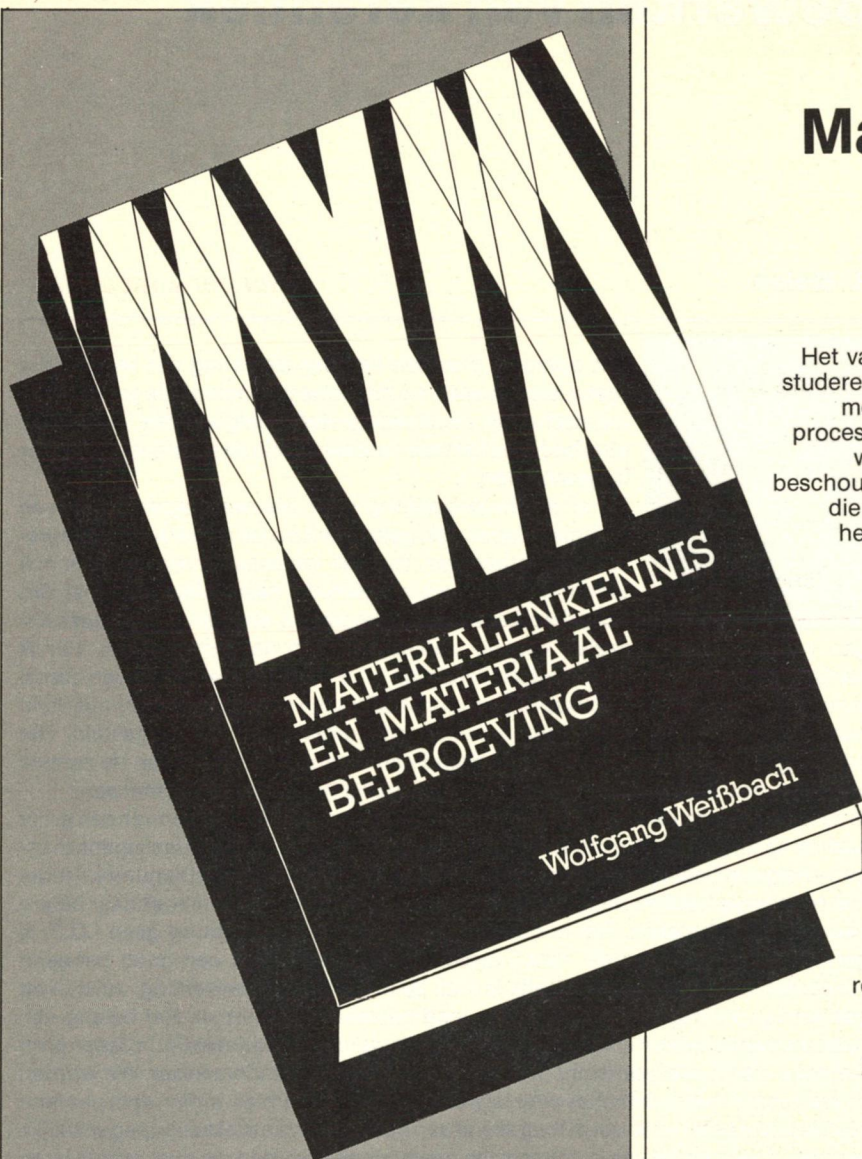
Bewerken van keramiek

R. Brehm



Het opnieuw plaatsen van een bewering dat keramische materialen in onze, op moderne technologieën gebaseerde maatschappij, van steeds groter belang worden, is welhaast overbodig na het vele dat daarover in de afgelopen twee jaar is geschreven.

Bij al die belangstelling voor nieuwe toepassingen van technisch keramiek, gebaseerd op tot de verbeelding sprekende voorbeelden, moeten we constateren dat er in ons land maar bitter weinig technici beschikbaar zijn met een opleiding keramiek. Afwegingen over zinvolle toepassingen van keramiek, afgezien van de traditionele, zijn daarom moeilijk. Het is verheugend dat voor het technisch keramiek er in de afgelopen jaren een aantal Innovatiegerichte Onderzoeksprogramma's (IOP's) zijn geformuleerd. De overheid heeft daarvoor enkele honderden miljoenen gulden beschikbaar gesteld. Het bevestigt het belang dat wordt toegekend aan technisch keramiek en de aanpak verzekert ons land over enige tijd van een groep goed opgeleide mensen. In dit kader past m.i. echter ook een bewerkingsonderzoek. Het leggen van een grote nadruk op de processing om te komen tot verbeteringen van materiaaleigenschappen – hetgeen belangrijk is voor de productie en de toepassing van keramiek – moet niet tot gevolg hebben dat er te weinig aandacht is voor het onderzoek naar betere bewerkings technieken. Het is onbegrijpelijk dat er in die richting geen I.O.P. is geformuleerd; immers de "link" tussen de resultaten van een goed beheerst keramisch proces en de applicatie is toch de mechanische bewerking. Juist in dit gebied van vormgeving is er in ons land nauwelijks expertise. Het belang van opbouw van kennis en ervaring op dit gebied is wel degelijk aanwezig. In Japan en in Amerika wordt veel aandacht gegeven aan bewerkingsonderzoeken. We worden overstroomd met publikaties over bewerkingen van keramiek. Indien er in ons land niet de juiste betekenis wordt toegekend aan het belang van makkelijk toegankelijke kennis op het gebied van mechanische bewerkingen worden we over enkele jaren geconfronteerd met een missing link, namelijk het ontbreken van noodzakelijke kennis om met de verworvenheden op het gebied van processing ook daadwerkelijk iets te produceren.



Materialenkennis en materiaal beproeving

Uitgangspunt van de auteur

Het vak 'materialenkennis' is voor de meeste studerende jongeren een eerste kennismaking met chemisch-fysische verschijnselen en processen die, toegespitst op dit vak, dikwijls wetenschappelijk en diepgaand worden beschouwd. De basiskennis en praktijkervaring die de meeste volwassen studenten wel al hebben, is daarbij een nuttige grondslag.

De auteur heeft zich erop toegelegd inzicht te verschaffen in materiaaleigenschappen, voor zover deze afhankelijk zijn van de structuur van het materiaal. De kenmerken van deze structuur - atoommodel, binding, fijnstructuur, rooster - kunnen volgens wetenschappelijke methoden exact worden vastgesteld, en aan de hand van modellen verduidelijkt worden.

De doelgerichte verandering van de eigenschap van een materiaal moet erop gericht zijn de structuur te veranderen. Daarbij spelen zich in het materiaal - afhankelijk van zijn soort - reproduceerbare fysische en chemische processen af.

Een bijbehorend boek met vraagstukken is eveneens leverbaar

Prijs f 10,10

**IN BELGIË TE BESTELLEN BIJ
UITGEVERIJ DE SIKKEL**

Prijs **f 56,55** incl. BTW

Ook in de boekhandel verkrijgbaar



**Technische
Uitgeverij
De Vey Mestdagh BV**

Markt 51 • 4331 LK Middelburg
Nederland • Telefoon 01180-36320

Wij verzoeken u te leveren

_____ ex.

Materialenkennis en materiaal beproeving

_____ ex.

Vraagstukken Materialenkennis

NAAM _____

ADRES _____

KODE _____

PLAATS _____

Zenden aan
Technische Uitgeverij De Vey Mestdagh BV
Markt 51 • 4331 LK Middelburg Nederland

Mikroniek verschijnt één maal per 2 maanden

Inhoud

R. Brehm: Bewerken van keramiek	30
<hr/>	
μ -actueel	31
<hr/>	
Ir. P. Brinkgreve: Bouw en ontwikkeling van EXAFS-goniometer	33
<hr/>	
Boekbespreking: Wirtschaftliche Fertigungstechnik	36
<hr/>	
Ir. B. Kranenburg: Elektronische besturing voor de EXAFS-goniometer	37
<hr/>	
Nieuwe impuls voor startend ondernemerschap	40
<hr/>	
Dr. C.J. Nonhof en ing. G.J.A.M. Notenboom: Bundelmanipulatie met glasvezels bij laserlassen	41
<hr/>	
Overzichtscatalogus UDT detectoren	43
Stichting Opleidingen Rubber en Kunststoffen	43
Marktonderzoek PLC's	43
<hr/>	
M. Heymans en F.J.S.W. Körner: Micro-kleurapparaat voor contrastverhoging van preparaten bij elektronenmicroscopie	44
<hr/>	
Symposium Vonkerosie	46
<hr/>	
W. König; P. Grass; Ch. Wulf en H. Willerscheid: Bewerken van vezelversterkte kunststoffen	47
<hr/>	
μ -Werkplaatsinformatie	56
<hr/>	

TNO-opleiding voor projectleiders flexibele automatisering wordt herhaald

Het Metaal instituut in Apeldoorn herhaalt al in mei a.s. de opleiding "Flexibele fabricage in de praktijk - verspanende bewerkingen". De eerste cursus, eind februari gehouden, was snel volgeboekt, waardoor al direct aanmelders moesten worden teleurgesteld. Als nieuwe cursusdata zijn vastgesteld: 6-8, 11-13 en 18-21 mei a.s.

De cursus is bestemd voor (a.s.) projectleiders in de industrie, docenten in het hoger beroepsonderwijs en medewerkers van andere opleidende instanties. Via de cursus kunnen zij zich vertrouwd maken met een systematische aanpak van "verspanende" automatiseringsprojecten in metaalverwerkende bedrijven.

"Flexibele fabricage in de praktijk - verspanende bewerkingen" is door het Metaal instituut in opdracht van Economische Zaken opgezet als één van de door dit ministerie beoogde "Praktijk Trainingscentra Productie-automatisering" (P.T.P.'s). Deelnemers afkomstig van bedrijven hebben voorrang bij de inschrijving voor deze opleiding, die in beperkte mate ook door docenten in het hoger beroepsonderwijs kan worden gevolgd. Door subsidies van verschillende ministeries blijven de deelnemerskosten beperkt; docenten kunnen bovendien een beroep doen op de onlangs van kracht geworden regeling Nascholing leraren beroepsonderwijs nieuwe technologieën (N.A.B.O.N.T.). Nadere informatie verstrekt het Bureau Opleidingen van het Metaal instituut TNO, Apeldoorn, telefoon (055) 773344, toestel 2534.

Bewerken en vormgeven van keramiek

Op donderdag 4 juni 1987 organiseert Mikrocentrum West een themadag met als onderwerp "het bewerken en vormgeven van keramiek". Deze dag is bestemd voor ondernemers die keramiek willen gaan bewerken, constructeurs en vormgevers.

Uit het scala van materialen, waar de constructeur uit kan kiezen, is keramiek toegevoegd. Voornamelijk vanwege de thermische isolatiewaarde en de slijtvastheid. Deze slijtvastheid maakt het

bewerken ervan bijzonder moeilijk en noodzaakt tot een goede vormgeving. In Nederland is nog bijzonder weinig ervaring in het bewerken en vormgeven van keramiek.

Op deze themadag kunnen ondernemers zich oriënteren over de bewerkingstechnieken en de investeringen die nodig zijn, zowel aan materieel als personeel (opleiding).

De Nederlandse toeleveringsindustrie zal nu snel moeten inspelen op de vraag opdat de achterstand op het gebied van "bewerken van keramiek" snel ingelopen wordt. Constructeurs kunnen zich laten voorlichten over de (on)mogelijkheden van vormgeving en bewerking.

De specialisten in Nederland op het gebied van vormgeven en bewerken van keramiek zijn uitgenodigd om op de themadag een voordracht te houden. Gecombineerd met deze themadag wordt een **marktinfo** gehouden. Bedrijven met expertise op keramisch gebied zullen op deze marktinfo exposeren.

Sprekers zijn o.a.:

- Ing. R. Brehm, Natuurkundig Laboratorium Philips, Eindhoven,
- Ir. D.J. Perduijn, Elektronische Componenten & Materialen Philips,
- Dr. P.P.J. Ramaekers, Technisch-Physische Dienst TNO-TUE, Eindhoven.

Inlichtingen: Ir. C.J. Doets, Mikrocentrum West, Curacaostraat 2, Delft, tel. 015-608742.

TNO en Rijksnijverheidsdienst samen in laser-voorlichting

TNO en de Rijksnijverheidsdienst (RND) gaan samen bedrijven voorlichten over het toepassen van lasers in de productie. Via regionale voorlichtingsavonden attenderen beide organisaties de komende maanden vooral kleinere en middelgrote bedrijven op de mogelijkheden van de laserbewerkingstechniek.

Bewerken met lasers is in opkomst. In ons land worden inmiddels enkele tientallen lasers toegepast voor het lassen en snijden van metalen en kunststoffen. Ook andere bewerkingen zijn mogelijk.

Het laserbewerken biedt zeker perspectief voor kleinere bedrijven, al zijn in deze categorie de voordelen van de laser niet altijd even goed bekend. Daardoor kunnen bedrijven ten onrechte terugschrikken voor de investeringen die

voor het laserbewerken nodig zijn. Ook kunnen ze mogelijkheden voor het uitbesteden van bepaalde bewerkingen over het hoofd zien. Reden voor TNO en de Rijksnijverheidsdienst om samen de voorlichting ter hand te nemen.

Een onlangs door beide organisaties als proef gehouden voorlichtingsavond in Utrecht, wordt vanaf eind februari achtereenvolgens herhaald in Rotterdam, Amsterdam, Tilburg, Assen, Heerlen, Zwolle en Arnhem. Op deze avonden zetten TNO-medewerkers de stand van zaken rond de laserbewerkingstechniek uiteen, terwijl RND-medewerkers belichten welke begeleiding een bedrijf kan krijgen dat de laser wil invoeren.

Voor deze vorm van voorlichting benaderen TNO en de provinciale RND-kantoren via een gezamenlijke folder ca. 6500 bedrijven in het gehele land.

Micro-elektronica bedrijf Focus vestigt Europees hoofdkantoor in Nederland

Focus Semiconductor Systems Inc. zal haar Europese hoofdkantoor onder de naam Focus Europe N.V. gaan vestigen in Nederland. Vanuit dit hoofdkantoor, waarvan de vestigingsplaats nog niet definitief is vastgesteld, zullen verkoop, onderhoud, service en distributie van alle Focus-producten voor de Europese markt plaats vinden.

Om duidelijk klantgericht te kunnen werken zullen de Focus-producten worden aangepast aan de Europese maatstaven. Focus is reeds in ver gevorderd stadium van onderhandeling met grote Europese elektronica-bedrijven in het kader van ontwikkelingen op het gebied van submicron technologie. In de naaste toekomst zal tevens een researchlaboratorium worden gebouwd, bestemd voor de ontwikkeling van specifieke diffusiemethodieken.

De Maatschappij voor Industriële Projecten (MIP) heeft de contacten met Focus gelegd en voor de nodige contacten in Nederland zorggedragen in overleg met het Commissariaat voor Buitenlandse Investerings in Nederland van het Ministerie van Economische Zaken. De MIP neemt voor 5 miljoen dollar deel in de Amerikaanse onderneming.

Focus Semiconductor Systems Inc. is toeleverancier van de halfgeleider-industrie en gevestigd in Sunnyvale, Californië. Focus produceert reactoren

waarmee wafers worden voorzien van zeer dunne, egale opdampingen. Van de vele opdampingen die op een moderne wafer worden aangebracht, kan de Focus-reactor momenteel de siliciumoxide-lagen en binnenkort de nitraat-lagen aanbrengen.

Het grote voordeel van de Focus-reactoren is de veel grotere uniformiteit van de laagdikte ten opzichte van bestaande opdampreactoren. Daarnaast zijn de grotere productiesnelheid en de relatief zeer kleine "footprint" van de machine van belang. Het principe van de Focus-reactor wordt aangeduid met Low-Pressure Chemical Vapour Deposition (LPCVD) en is beschermd door patent (aanvragen).

TNO levert ziekenhuizen snelle informatie over kwaliteitsmedische apparatuur

Ziekenhuizen kunnen binnenkort op snelle en efficiënte manier informatie verkrijgen over de veiligheid, doelmatigheid en storingsgevoeligheid van medische apparatuur en hulpmiddelen. De Medisch Technologische Dienst TNO heeft een databank opgebouwd waarin zeer veel informatie over deze apparaten en hulpmiddelen is opgeslagen. Binnenkort zal deze databank toegankelijk zijn via Viditel.

Een voorbeeld als de affaire met de kunstmatige hartkleppen, die enige tijd na implantatie defect raakten met voor een aantal patiënten fatale gevolgen, geeft aan dat een goede en vooral ook tijdige informatievoorziening op dit punt van levensbelang kan zijn. Het staat vast dat een aanzienlijk deel van de problemen voorkomen had kunnen worden als reeds gepubliceerde gevaaemmeldingen over deze kleppen de betrokken ziekenhuizen destijds eerder hadden bereikt.

Er komt steeds meer en ingewikkelder medische apparatuur op de markt. De informatie in de TNO-databank is afkomstig uit negen landen, waaronder de VS en Canada, en wordt voortdurend geactualiseerd. Voor het rechtstreeks toegankelijk maken via Viditel wordt samengewerkt met de Medimatica Groep BV in Rotterdam, die al een aantal informatiebestanden voor de gezondheidszorg op die manier verzorgt. Voor Viditel is mede gekozen omdat de Nationale Ziekenhuisraad ook al via dit medium informatie aan de ziekenhuizen verstrekt.

Op de internationale vakbeurs voor de gezondheidszorg Medica, van 17 tot en met 20 maart in Utrechtse Jaarbeurs, gaven zowel de Medimatica Groep BV als de Medisch Technologische Dienst TNO demonstraties met deze nieuwe ontwikkeling.

Syllabus contactdag dd. 11 juni 1986

Het Nederlands Corrosie Centrum (NCC) heeft een syllabus samengesteld van een vijftal lezingen, die zijn gehouden op de tweede contactdag van de NCC-sector "Bescherming Buisleidingsystemen" (transport, en distributie van gas, water, olie en chemische producten).

De syllabus, voor niet-NCC/SBB-leden à f 25,- per stuk (excl. BTW en verzendkosten) te bestellen bij het secretariaat van het NCC, Postbus 29158, 3001 GD Rotterdam, telefoon 010-4135902, bevat de volgende voordrachten:

- Lasbaarheid van roestvaste staal-soorten
Duplex-staal voor buizen, ing. H. Schrijen
- Pipe and Riser Inspection Tools
PIT - RPIT, R. van Agthoven
- Corrosie en drinkwaterkwaliteit
dr. Th.J.J. van den Hoven
- Rehabilitation of pipe-lines utilizing the cleaning and coating method
E. Gregor
- Uitwendige en inwendige bescherming van stalen buizen
ir. T.T. Dekker

Als gevolg van de getoonde belangstelling van bedrijven en instellingen op het gebied van buisleidingen (gas, water, olie en chemische producten) zal de NCC-sector "Bescherming Buisleidingsystemen" wederom een contactdag organiseren op **woensdag 11 november 1987** in de Jaarbeurs te Utrecht als integraal onderdeel van de Nationale Corrosiedagen, die van 10-12 november 1987 zal worden gehouden.

Geïnteresseerde bedrijven of instellingen, die zich bij deze BCC-sector willen aansluiten tegen een bijdrage van f 300,- (excl. BTW) per jaar ontvangen genoemde syllabus kosteloos.

Voor nadere informatie kunt u zich wenden tot het secretariaat van het NCC, Groothandelsgebouw A-7, Stationsplein 45, Postbus 29158, 3001 GD Rotterdam, telefoon 010-4135902.

Aankondiging cursus

Random trillingen en systeemseenschappen

Een vijfdaagse cursus op 19, 20 mei en 2, 3 juni 1987 in Eindhoven.

Doelstelling: deelnemers kennis en begrip bij te brengen van de methodieken voor de analyse van het dynamisch en/of akoestisch gedrag van werktuigen; tevens worden enige achtergronden gegeven bij het toepassen van praktische problemen op het gebied van de machinedynamica, biomechanica, produktietechniek en het geluidsbewust ontwerpen.

Bestemd voor: ingenieurs (TU, HTS) of personen met een gelijkwaardig opleidingsniveau, die de aangeboden methodieken willen gaan toepassen of die hun theoretische basis willen verbreden ten behoeve van het inspelen op nieuwe ontwikkelingen.

Cursusleider: prof.dr.ir. D.H. van Campen (TU Eindhoven, Faculteit der Werktuigbouwkunde).

Data/plaats: 19, 20 mei en 2, 3 juni 1987 (vier dagen) aan de TU Eindhoven.

Deelnamekosten: f 1.320,- per persoon (incl. cursusmateriaal, lunches, koffie/thee).

Materiaalbewerking met lasers

Een vijfdaagse cursus op 21, 22 en 25, 26, 27 mei 1987 in Enschede.

Doelstelling: deelnemers kennis en gegevens aan te dragen, die nodig zijn voor en doeltreffende toepassing van lasers in de materiaalbewerking.

Bestemd voor: ingenieurs (TU, HTS), die betrokken zijn bij het gebruik van lasers voor materiaalbewerking zoals bijvoorbeeld boren, snijden, lassen, harden of bij de planning en voorbereiding daarvan. De cursus is eveneens geschikt voor degenen die zich nader willen informeren over de toepassingsmogelijkheden van lasers in hun werk.

Cursusleider: prof.dr. L.M.J.F. Beckmann (Universiteit Twente, Faculteit der Werktuigbouwkunde).

Data/plaats: 21, 22 en 25, 26, 27 mei 1987 (vijf dagen) aan de Universiteit Twente.

Deelnamekosten: f 1.830,- per persoon (incl. cursusmateriaal, overnachting, lunches, koffie/thee).

Nadere informatie over deze cursussen kan worden aangevraagd bij het bureau van het PATO-orgaan, Postbus 30424, 2500 GK Den Haag, tel. 070-644957.

GEREEDSCHAPSKA...
 Soort gereedschap
 Kaliber gereedschap
 Werkstuk
 Fabrikant
 Toelichting
 Algemeen gebruik

AWF

ONMISBARE HULP VOOR DE TEKENKAMER

U bent al een heel eind op weg als u, op elk moment dat het nodig is precies kunt vaststellen wat wel en wat niet in eigen beheer geproduceerd kan worden. Een kleine wijziging in uw ontwerp kan daar soms een principiële wijziging in brengen, die veel kosten kan sparen. Beschikt uw onderneming over een up to date AWF *) machinekaarten-systeem, waarin u alle gegevens kunt vinden? Zo niet, dan is het hoog tijd, dat het systeem geïntroduceerd of bijgewerkt wordt: u kunt het volgende week hard nodig hebben. Overtuig u zelf van zijn nut: laat een proefstel komen!

*) Allgemeines Werkschaft-verband Frankfurt, voor Nederland aangepast in samenwerking met het Centrum voor Metaalbewerking TNO

Technische Uitgeverij De Vey Mestdagh BV
 Markt 51, 4331 LK Middelburg
 Tel. 01180-36320

MACHINEKAART VOOR PUNT- EN NAADLASMACHINE
 Soort: Puntlasmachine (spotwelding) - Naadlasmachine (sheetmetal machine)
 Fabrikant: ...
 Machinegegevens: ...
 Special toebehoren: ...
 Technische specificaties: ...

SI-eenheden voor werkplaatsgebruik

GROOTHEID	SI-EENHEID	Symbool	Uitdrukking van andere eenheden
lengte	meter	m	1 m = 1000 mm
oppervlakte	vierkante meter	m ²	1 m ² = 10000 cm ²
vaste stoffen	kubieke meter	m ³	1 m ³ = 1000 dm ³
volumestroom	kubieke meter per seconde	m ³ /s	1 m ³ /s = 1000 dm ³ /s
kracht	newton	N	1 N = 1000 mN
energie	joule	J	1 J = 1000 mJ
vermogen	watt	W	1 W = 1000 mW
temperatuur	kelvin	K	1 K = 1000 mK
massa	kilogram	kg	1 kg = 1000 g
oppervlaktedruk	newton per vierkante meter	N/m ²	1 N/m ² = 10000 dyn/cm ²
spankracht	newton	N	1 N = 1000 mN
spankracht per oppervlakte-eenheid	newton per vierkante meter	N/m ²	1 N/m ² = 10000 dyn/cm ²
spankracht per lengte-eenheid	newton per meter	N/m	1 N/m = 100000 dyn/cm
spankracht per volume-eenheid	newton per kubieke meter	N/m ³	1 N/m ³ = 1000000 dyn/cm ³
spankracht per massa-eenheid	newton per kilogram	N/kg	1 N/kg = 100000 dyn/g
spankracht per oppervlakte-eenheid	newton per vierkante meter	N/m ²	1 N/m ² = 10000 dyn/cm ²
spankracht per lengte-eenheid	newton per meter	N/m	1 N/m = 100000 dyn/cm
spankracht per volume-eenheid	newton per kubieke meter	N/m ³	1 N/m ³ = 1000000 dyn/cm ³
spankracht per massa-eenheid	newton per kilogram	N/kg	1 N/kg = 100000 dyn/g
spankracht per oppervlakte-eenheid	newton per vierkante meter	N/m ²	1 N/m ² = 10000 dyn/cm ²
spankracht per lengte-eenheid	newton per meter	N/m	1 N/m = 100000 dyn/cm
spankracht per volume-eenheid	newton per kubieke meter	N/m ³	1 N/m ³ = 1000000 dyn/cm ³
spankracht per massa-eenheid	newton per kilogram	N/kg	1 N/kg = 100000 dyn/g
spankracht per oppervlakte-eenheid	newton per vierkante meter	N/m ²	1 N/m ² = 10000 dyn/cm ²
spankracht per lengte-eenheid	newton per meter	N/m	1 N/m = 100000 dyn/cm
spankracht per volume-eenheid	newton per kubieke meter	N/m ³	1 N/m ³ = 1000000 dyn/cm ³
spankracht per massa-eenheid	newton per kilogram	N/kg	1 N/kg = 100000 dyn/g

© 1978 den boer middelburg / uitgevers
 Markt 51 - 4330 aa Middelburg
 Telefoon (01180) 27651

HANDIG



Vouwtabel met alle in de werkplaats voorkomende SI-eenheden. Tweezijdig geplastificeerd: voorkomt vuil worden en slijtage.

- PRIJS:**
 10 - 49 exemplaren f 2.50 p.ex.
 50 - 99 exemplaren f 2.25 p.ex.
 100 - 249 exemplaren f 2.— p.ex.
 250 - 499 exemplaren f 1.50 p.ex.
 500 en meer f 1.25 p.ex.

* Minimum afname 10 exemplaren.

ex tabellen SI-eenheden.

Zend mij
 Naam _____
 Adres _____
 Plaats _____

in open envelop zonder postzegel zenden aan
TECHNISCHE UITGEVERIJ DE VEY MESTDAGH BV
 Markt 51
 4331 LK Middelburg

Bouw en ontwikkeling van EXAFS-goniometer*

Ir. P. Brinkgreve, Technische Universiteit Eindhoven, Centrale Technische Dienst

Inleiding

De EXAFS meettechniek – EXAFS staat voor Extended X-Ray Absorption Fine Structure – is een röntgenanalysetechniek door middel van de absorptie van röntgenstralen, die de mogelijkheid biedt om de lokale structuur van zowel kristallijne als amorf stoffen te bepalen. Informatie kan worden verkregen over afstanden tot (0,01 Å), aantallen ($\pm 20\%$) en aard van nabuuratomen.

Het aantal te verrichten metingen is echter groot en daarom is het aan te bevelen deze metingen niet alleen met een deeltjesversneller, maar ook met behulp van een laboratoriumspectrometer uit te voeren, omdat de meettijd op een lineaire versneller zeer duur en schaars is. Het doen van een veel goedkopere laboratorium-EXAFS-meting kan dan zeer nuttig zijn.

Een laboratorium-EXAFS-spectrometer moet dan wél een grote fotonflux hebben en een grote energieresolutie bezitten. Ten behoeve van deze meting is een spectrometer ontwikkeld.

Deze EXAFS-spectrometer bestaat uit:

- een commercieel verkrijgbare hoogvermogen röntgenbron van 15 kVA (met roterende anode, 3000–6000 rpm);
- een precisiegoniometer met een gebogen kristal als monochromator;
- het elektronische besturings- en dataverwerkingsgedeelte.

De laatste twee zijn niet commercieel verkrijgbaar en moesten speciaal voor dit doel worden ontwikkeld.

De monochromator is ontwikkeld door

het natuurkundig laboratorium van de Nederlandse Philips Bedrijven BV (dr. M.P.A. Vliegers); de goniometer met de elektronica door de Technische Universiteit Eindhoven; de fysische aspecten door dr.ir. D.Koningsberger, de elektronica door ir. B. Kranenburg en het mechanisch ontwerp door ir. P. Brinkgreve.

Principe van de EXAFS-spectrometer

In figuur 1 wordt aangegeven hoe met behulp van een gebogen en geslepen monochromatorkristal de gehele bundel van de röntgenbron, die het oppervlak van de monochromator treft, effectief benut kan worden zonder dat dit ten koste gaat van het oplossend vermogen van de spectrometer.

Om dit te doorzien, moet men begrijpen (weten) dat het kristal gebogen is over straal $2R$ en geslepen met straal R .

In de geschetste situatie geldt dan voor het gehele kristaloppervlak dezelfde Bragg-voorwaarde $\lambda = 2d \sin \theta$ – de golflengte van de doorgelaten, gereflecteerde straling moet een heel aantal malen passen tussen de roostervlakken. Hierdoor wordt het monster dan door monochromatische (één golflengte) straling bereikt. De verschillen van de straling die dan gemeten worden in de tellers I_0 en I zijn de basis voor EXAFS-berekeningen.

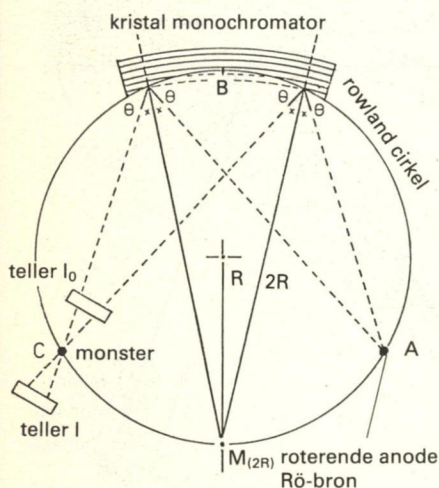
Om nu als functie van de golflengte te kunnen meten, moet de hoek θ gevarieerd worden. Dit kan door zowel de röntgenbron als het monster over de cirkel te verplaatsen en wel zó, dat lengte $AB = BC$. Deze cirkelconfiguratie heet *Rowlandcirkel*.

Er zijn nog enkele variaties van het kristal mogelijk: Johann (slechts gebogen), Johannson (gebogen en geslepen) en Hornstra/Vliegers (dubbel gebogen en geslepen).

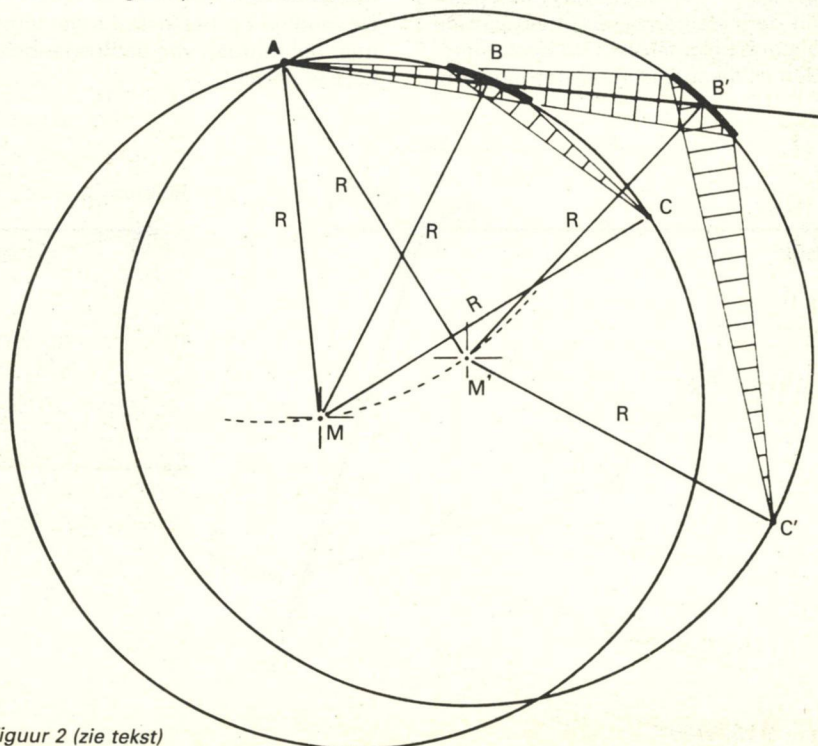
De precisiegoniometer

Eisen

- Het handhaven van een Rowlandcirkelconfiguratie, zie figuur 2, zowel wat de positie als de richting van de elementen betreft.



Figuur 1 (zie tekst)



Figuur 2 (zie tekst)

* Voordracht gehouden tijdens de Manifestatie Fijnmechanische Techniek, 4, 5 en 6 november 1986

- De mogelijkheid om verschillende afnamehoeken van de röntgenbron te gebruiken.
- Een nuttige last van het apparaat (monsterkamer, tellers en ander toebehoren zoals koeling) tot 30 kg.
- Een oplossend vermogen van 1 eV op 10.000 eV.
- Het gebruik van een röntgenbron die uitgerust is met roterende anode vanwege het noodzakelijke hoge vermogen.
- Een diameter van de Rowlandcirkel van 1000 mm.

Uitwerking

In combinatie met elkaar leiden de eisen, aangevuld met wat praktische gegevens en inzichten, tot de volgende uitgangspunten; zie figuur 3.

- De keuze van de röntgenbron met roterende anode leidt tot de conclusie dat deze een vaste positie in de geometrie moet hebben. Een eenvoudige conclusie, als het vacuümstelsel, de koeling en de aandrijving van het systeem worden bekeken en alleen al op hun massa worden getaxeerd.
- Door het fixeren van de röntgenbron kan, bij een gekozen afnamehoek van de röntgenbundel, het monochromatorkristal slechts over één bepaalde lijn worden verplaatst.
- De minimale afstand van het midden van een monochromatorkristal tot het midden van de röntgenbron is dan ook bepaald, door de geometrie van de delen.
- In relatie met het oplossend vermogen van 1 : 10.000 en wat fysica, geeft dit de instelnaauwkeurigheid van de afstand bron-midden tot kristal-midden in mechanische grootheden, te

weten: 15 μm . Eigenlijk geeft dit de waarde aan van de stapjes waarover het kristal verplaatst moet worden.

- Als nu deze stapjes over de afstand bron-midden tot kristal-midden worden gemaakt, moet de afstand kristal-midden tot monster daaraan gelijk worden. Bovendien maakt het niet uit of kleine stapjes worden gemaakt of dat de absolute positie van dat "stapen" bekend is. Beide zijn nodig.
- Het Johannson-kristal waarvoor is gekozen als monochromator, is een zeer moeilijk te maken component. Het heeft uiteraard ook vorm- en maattoleranties. Wil nu een optimaal gebruik van enig Johannson-kristal kunnen worden gemaakt, dan moet de Rowlandcirkelstraal daarop aangepast kunnen worden. Dus de keuze van R_{Rowland} is een nominale keuze en geen absolute keuze.
- De mogelijkheid om verschillende afnamehoeken van een röntgenbron te gebruiken leidt tot de conclusie, dat de genoemde "verplaatsingslijn" van het monochromatorkristal rond het midden van de bron gedraaid moet kunnen worden.

Resumé

Resumerend kan aan de hand van figuur 4 het volgende worden gesteld.

- Er is een hoofdas nodig waarlangs het kristal met een absolute nauwkeurigheid van 15 μm verplaatst en gepositioneerd kan worden. Tevens moet de hoofas gedraaid kunnen worden, afhankelijk van de afnamehoek.
- De loodlijn op het kristal moet altijd naar het midden van de Rowlandcirkel zijn gericht.

- De straal van de Rowlandcirkel moet aangepast kunnen worden.
- Er moeten tellers vóór en achter het monster geplaatst worden die steeds gericht zijn langs de optische as van het systeem.

Een apparaat dat aan dergelijke eisen voldoet, is bekend als een lineaire goniometer. In dit geval een precisiegoniometer vanwege de hoge positieernaauwkeurigheid van de delen.

De absolute nauwkeurigheid van 15 μm van de lengte van de twee assen lijkt niet extreem; deze is echter opgebouwd uit:

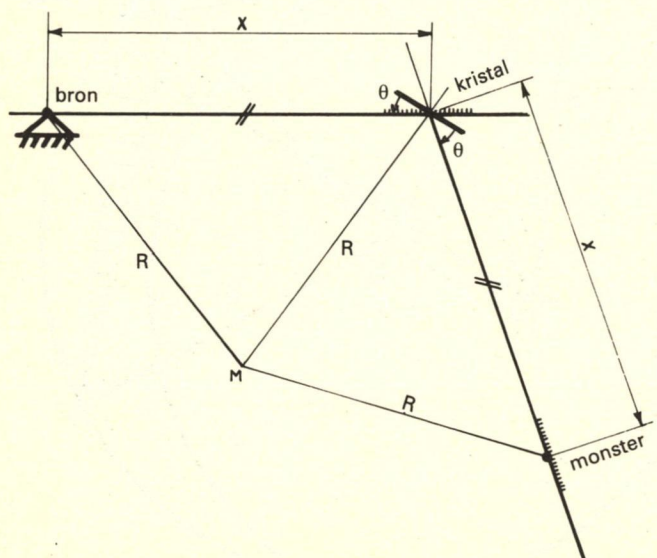
- een rondlooppnaauwkeurigheid van de roterende anode van 5 μm (deze loopt tot 6000 rpm en wordt warm);
- tenminste 5 μm in de plaatstolerantie die wordt "vergeven" door de samenstellende overige delen van de goniometer;
- tenslotte een positieernaauwkeurigheid van 5 μm van het monochromatorkristal en de monsterhouder over een werkslag van 450 mm.

Dit betekent een positieernaauwkeurigheid van 1 : 10^{-5} terwijl de oorspronkelijke fysische eis was 1 : 10^{-4} . Bovendien is dit een minimale eis.

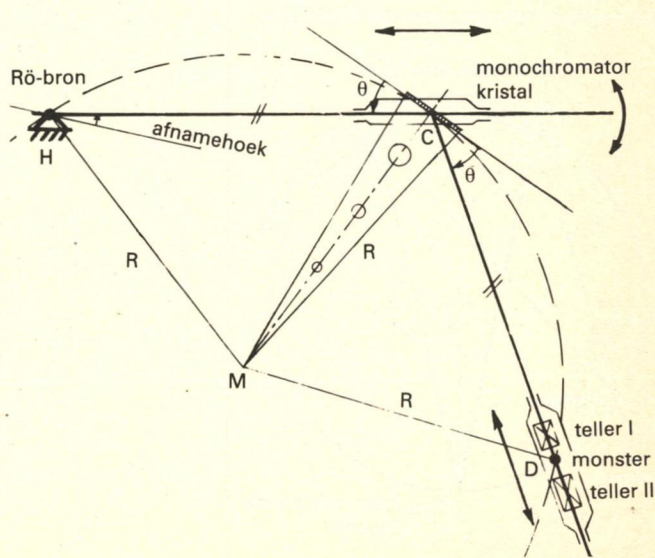
Mede gezien het vorige, is getracht een systeem te maken dat ook bij een voortschrijdende behoefte aan nauwkeurigheid kan worden aangepast wat betreft de positieernaauwkeurigheid.

De overzichtsfiguur 5 geeft de uitwerking van het een en ander aan. Er is een constructie gemaakt:

- met een hoge stijfheid bij een laag gewicht vanwege de hoge relatieve nauwkeurigheid,



Figuur 3 (zie tekst)



Figuur 4

- zonder spelingen of virtuele spelingen,
- met een hoge precisie in de samenstellende delen,
- met een duidelijke bewegingssymmetrie omdat in twee richtingen gemeten moet worden - heen- en weer- gaand moeten dezelfde meetresultaten worden verkregen.

Het principe van het kinematisch en statisch bepaald construeren houdt o.a. in dat drie punten een vlak en twee punten een lijn bepalen; eigenlijk is dit één van de uitgangspunten van het moderne construeren. Om de volgende redenen wordt daarop de aandacht gevestigd. Indien een minimum aantal van dergelijke punten

In het gebied waar grote vervormingen, veroorzaakt door grote belastingen, niet aan de orde zijn - zoals bij de Experimentele Instrumentenbouw - kan het kinematisch en statisch bepaald construeren met succes worden toegepast.

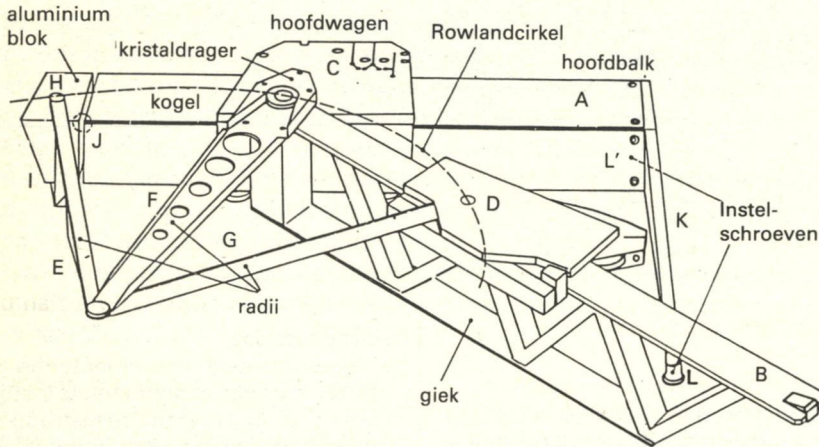
Op basis daarvan (de "basisstrategie") zijn het constructieve hoofdsysteem, en de samenstellende delen van de goniometer uitgewerkt. Bij deze constructie dragen de tijd en de moeite die eraan besteed zijn, dan ook maximaal bij tot de uiteindelijke hoge stabiliteit en nauwkeurigheid van het geheel.

Doordat de medewerkers aan dit project ook op basis van deze "basisstrategie" de overige delen en componenten hebben geconstrueerd en vervaardigd, is tevens een evenwichtige uitvoeringsvorm ontstaan.

In een vroeg stadium, bij het formuleren van de ontwerp-eisen en specificatie, is tevens goed rekening gehouden met de mogelijkheden en onmogelijkheden van de bijdragende vakgebieden. Dit is niets anders dan zorgen voor eenduidigheid (= bepaaldheid) in de noodzakelijke ondersteuning aan elkaar.

Dit is terug te vinden in:

- de keuze van de Rowlandcirkelstraal: deze is afnankelijk van de variaties in het slijpwerk van het monochromatorkristal;
- de positioneer-nauwkeurigheid (eigenlijk het verplaatsingsincrement), die is afgeleid van de tolerantie van de samenstellende componenten;
- de keuzen van de motorreducties die de mechanische en elektronische impedanties (traagheden) op elkaar afstemmen.



Figuur 5 (zie tekst)

Beschrijving van de constructie

De constructie met zijn elementen en functies kan als volgt worden beschreven; zie figuur 6.

Centraal staat de hoofd-balk A. Over deze hoofd-balk beweegt een hoofd-wagen C, waaraan een giek B is bevestigd, waarover een monsterwagen D, verplaatst kan worden.

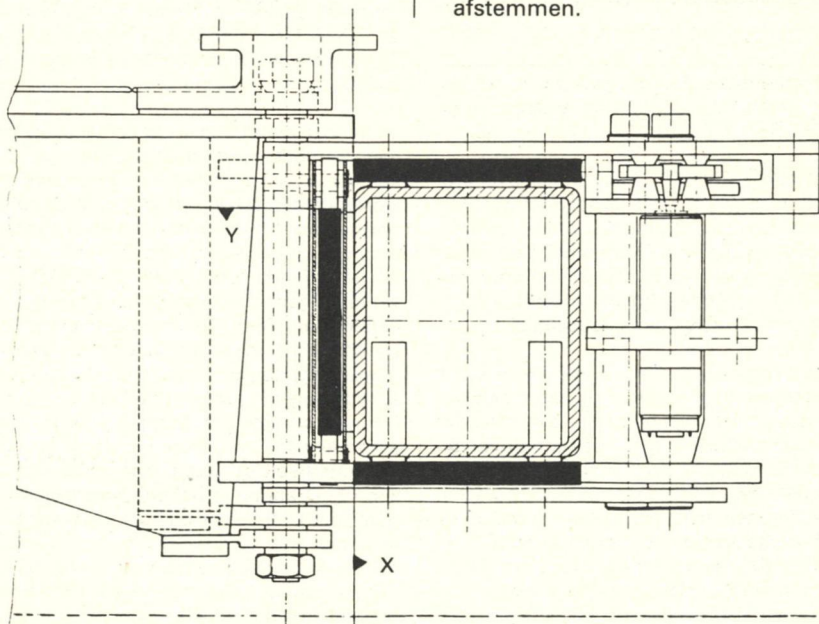
Aan de scharnierlijn tussen hoofd-wagen en giek is tevens een kristaldrager aangebracht, die door een richtingsstabiele straal gericht blijft op het middelpunt van de Rowlandcirkel. Tevens zijn nog een basisblok I en twee extra stralen E en G te herkennen.

De hoofd-balk is een zwaar rechthoekig profiel waarin gaten zijn geboord. In deze gaten zijn later proppen gelast. Na het "spanningsvrij gloeien" zijn aan dit profiel drie geleidingsstrippen geschroefd. Deze strippen zijn half-fabrikaten voor papiersnijmessen en in de handel verkrijgbaar. Deze geleidingsstrippen vormen de basis en het hart van de goniometer:

- vlak x, dat wordt gevormd door de voorzijden van de bovenste en onderste strip,
- vlak y, dat door de bovenzijde van de linker strip wordt gevormd.

Op de vlakken x en y wordt op kinematisch en statisch bepaalde wijze de hoofd-wagen gesteund. De rechte lijn die deze wagen beschrijft, is de hoofdbeweging van de goniometer.

wordt gebruikt, dan wordt het werkplaatstechnisch moeilijke vermeden, namelijk tegelijk (te) veel punten tegelijk ergens bij laten horen. Hierdoor kan tijd en moeite worden bespaard die weer voor andere nuttige zaken gebruikt kan worden, zoals het haaks op elkaar laten staan van vlakken en het parallel laten lopen van bewegingsassen.



Figuur 6 (zie tekst)

Om aan het totale programma van eisen te voldoen dienen de beide microcomputers verscheidene taken te vervullen. Hoofdzakelijk is vanzelfsprekend het besturen van de wagens, door een constante vergelijking van de actuele positie met de opgegeven positie.

Daarnaast verzorgen zij echter tevens nog:

- de communicatie met de computer die het gehele EXAFS-experiment bestuurt;

Deze communicatie behelst het ontvangen van positioneeropdrachten en het terugmelden dat de opgegeven positie is bereikt.

- het automatisch opzoeken van de nulpositie en het resetten van de tellers wanneer door uitval van de spanning de actuele positie-informatie verloren is gegaan;
- de controle op het geldig zijn - d.w.z. binnen het werkgebied liggen - van de opgegeven posities.

Tenslotte bieden zij de mogelijkheid om het positioneren van de wagens vanaf een eenvoudige beeldschermterminal te realiseren of de wagens, voornamelijk t.b.v. het systeemtesten en inregelen, een voorgeprogrammeerde reeks posities te laten doorlopen.

Literatuur

Ir. P. Brinkgreve; Bouw en ontwikkeling van EXAFS-goniometer
DC Motors, Speed Controls, Servo systems
Engineering Handbook Electro-Craft Corporation

Nieuwe impuls voor startend ondernemerschap

Vanaf 1 oktober 1986 is het Innovatief Startersfonds (ISF) begonnen innovatieve starters te ondersteunen bij het opzetten en verder uitbouwen van een onderneming. Niet alleen in financiële zin, maar ook op managementgebied. Het ISF richt zich op de industriële en zakelijk-dienstverlenende sectoren. Per jaar proberen in Nederland ongeveer 15.000 mensen een onderneming te beginnen. Na drie jaar is daar nog ongeveer 20% van over.

Kapitaalverschaffers aarzelen met het beschikbaar stellen van de nodige financiën. Investeren in een jonge onderneming, met meestal goede ideeën maar met een gebrek aan managementervaring, is riskant en vraagt hoog risicodragend kapitaal. Het ISF wil dit hoog risicodragend kapitaal aan starters verstrekken, gekoppeld aan intensieve managementondersteuning, het risico wordt op deze manier voor beide partijen verkleind.

Initiatief

In 1979 ging het Project Industriële Innovatie (PII) van start, gesteund door het ministerie van Economische Zaken, waarvan de projectgroep bij de Nederlandse organisatie voor natuurwetenschappelijk onderzoek, TNO, gehuisvest was. Onderdeel van het (experimentele) project was de intensieve managementondersteuning aan starters.

Ruim dertig bedrijven werden op deze wijze met succes begeleid.

Na afloop van het project in 1984, was één van de aanbevelingen de financiering van starters te koppelen aan managementondersteuning. Die koppeling is nu gelegd door de samenwerking van TNO, enkele ondernemingspensioenfondsen en Euroventures Benelux, die het ISF hebben opgericht.

De pensioenfondsen van Philips, Shell, Akzo en KLM werden bereid gevonden het ISF in financiële zin te vormen. De expertise op het gebied van startersmanagement en risicodragend kapitaal worden respectievelijk ingebracht door TNO en Euroventures Benelux BV.

Euroventures Benelux BV is een onderneming die door het verstrekken van risicodragend kapitaal het ondernemers mogelijk maakt kansrijke activiteiten tot ontwikkeling te brengen. Het is een onderdeel van Euroventures BV, een Nederlandse holding met internationale aandeelhouders en met satelliet-maatschappijen in een aantal Europese landen, die risicodragend kapitaal ter beschikking stelt.

Uit de moeilijkheden die jonge innovatiebedrijven in de beginfase bij het verkrijgen van financiële middelen onderkennen blijkt dat er in Nederland behoefte is aan het fonds.

Daarnaast is de combinatie van financiën en intensieve managementondersteuning in één hand nog een zeldzaamheid in Nederland.

Het ISF streeft daarbij naar samenwerking met andere participatiemaatschappijen.

Voorwaarden

Het ISF verwacht van een starter die zich aanmeldt geen uitgebreid bedrijfsplan. Wel zal voor acceptatie aan een aantal criteria voldaan moet worden.

De belangrijkste zijn: heeft de man of vrouw voldoende ondernemerskwaliteiten en is het produkt of de dienst innovatief of importvervangend voor Nederland. Daarnaast moet er uiteraard een markt zijn waarop het produkt of de dienstverlening met rendement kan worden afgezet.

Beleiding

Hoe eerder een starter goed wordt begeleid, hoe groter de slaagkans van zijn onderneming is. Onder een starter verstaat het ISF iemand die nog niet zo lang geleden (maximaal vier tot vijf jaar) begonnen is of aan het begin staat.

De duur van de intensieve managementondersteuning van het ISF hangt af van de ontwikkeling van de starter zelf en van zijn nieuwe onderneming. Dit kan een halfjaar zijn, maar ook enkele jaren.

De investeringen van het ISF in een onderneming zullen relatief van beperkte omvang zijn.

De organisatie van het ISF maakt het mogelijk om snel te kunnen beslissen over de aanvragen van starters.

Voor meer informatie:
Innovatief Startersfonds BV
Postbus 910
7301 BD Apeldoorn
tel.: 055-421022

Bundelmanipulatie met glasvezels bij laserlassen*

Dr. C.J. Nonhof en ing. G.J.A.M. Notenboom; Centrum voor Fabricagetechnieken (C.F.T.), Nederlandse Philips Bedrijven BV, Eindhoven

In het Centrum voor Fabricagetechnieken (CFT) te Eindhoven is een methode voor bundelmanipulatie bij laserlassen ontwikkeld, waarbij de laserbundel van de laser naar het werkstuk geleid wordt door glasvezels. Voor we wat uitgebreider ingaan op deze nieuwe methode, zullen we nu eerst het weerstand-puntlassen vergelijken met het laser-puntlassen en vervolgens iets zeggen over de conventionele methode voor bundelmanipulatie.

Voor het, in grote aantallen, aan elkaar bevestigen van lichte metalen onderdelen wordt veel gebruik gemaakt van het weerstand-puntlassen [1]. Bij deze methode worden de onderdelen door twee, min of meer puntvormige elektroden, opeen gedrukt, waarna het materiaal door stroomdoorgang wordt verhit. Door de grotere overgangswaerstand is de verhitting het sterkst daar waar de te lassen delen elkaar raken: het metaal smelt, en na afkoeling ontstaat een sterke las.

Een nadeel van het puntlassen is dat er, door de vrij grote drukkkrachten, vervorming kan optreden van de onderdelen. Vooral bij lichte onderdelen die met grote nauwkeurigheid aan elkaar moeten worden bevestigd, kan dit tot complicaties leiden. Dit is bijvoorbeeld het geval bij het monteren van elektronenkanonnen voor kleurentelevisiebeeldbuizen of koppen voor bandopneemapparatuur.

Een lasmethode die dit nadeel niet heeft is het laserpuntlassen. Bij deze methode wordt de verhitting van het materiaal teweeg gebracht door een gefocuste laserbundel (we komen hier later op terug).

Het laserlassen heeft ten opzichte van het weerstandlassen een aantal voordelen.

- De te lassen onderdelen worden bij het lassen niet samengedrukt en vervormen daardoor dus ook niet.
- De voor slijtage gevoelige laselektroden ontbreken, zodat men doorgaans veel minder onderhoud hoeft te plegen en aldus de machinestilstand kan beperken. (Met laselektroden kan men ca. 5000 verbindingen maken voordat zij moeten worden vervangen; een laserpuntlasinstallatie kan zonder onderhoud ca. 10^6 verbindingen maken).
- De las kwaliteit is beter dan bij weerstandlassen.

- De laserbundel kan plaatsen bereiken die voor laselektroden niet toegankelijk zijn.
- De te lassen materialen behoeven niet elektrisch geleidend te zijn.

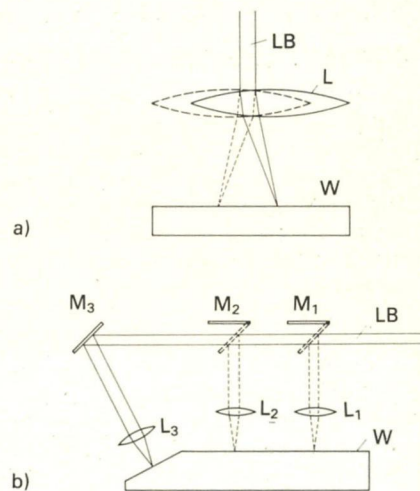
Het laserlassen heeft echter als nadelen dat de investeringskosten hoog zijn, en dat de onderdelen nauwkeurig ten opzichte van elkaar en ten opzichte van de laserbundel moeten worden gepositioneerd.

Voor het laser-puntlassen gebruikt men veelal een Nd:YAG-laser, die een golflengte heeft van $1,06 \mu\text{m}$. De uitgaande bundel bestaat uit lichtpulsen waarvan men de energie-inhoud, pulsduur en herhalingsfrequentie kan regelen. Men gebruikt veelal pulsen met een duur van 3 tot 10 ms en een herhalingsfrequentie tot 100 Hz. De energie-inhoud van een puls bedraagt 2 tot 15 J.

Voor een efficiënte massafabricage is het van groot belang hoe de laserbundel naar de lasplaats wordt gestuurd. De eenvoudigste oplossing is schematisch weergegeven in figuur 1a. De laserbundel wordt hier door een lens direct op het werkstuk gefocusteerd. Een kleine verplaatsing van het focus (het laspunt) kan men bereiken door de lens loodrecht ten opzichte van de bundel te verschuiven; deze mogelijkheid is gestippeld in figuur 1a aangegeven. Wil men meer dan één las per onderdeel maken, dan heeft men verschillende mogelijkheden. Men kan het werkstuk na iedere las zodanig verplaatsen dat een volgende las gemaakt kan worden. Dit leidt echter al gauw tot een gecompliceerde opstelling - men heeft immers voor de verplaatsing zes vrijheidsgraden. Bovendien is het gedurig verplaatsen van het werkstuk nogal tijdrovend. Een andere oplossing is het installeren van evenveel lasers als er lassen per werkstuk gemaakt moeten worden. Dit vereist echter zeer hoge investeringen. Een ander nadeel van deze beide

mogelijke oplossingen is, dat de opstellingen niet snel aangepast kunnen worden aan een ander product.

Een andere oplossing is het zodanig manipuleren met de laserbundel dat verscheidene lasplaatsen op het werkstuk met één laserbundel bereikt kunnen worden. Men kan hierbij denken aan allerlei combinaties van wegklapbare of halfdoorlatende spiegels; zie figuur 1b. Ook dit soort opstellingen kan echter niet snel worden aangepast aan een nieuw product.



Figuur 1 Het focuseren van de laserbundel op het werkstuk.

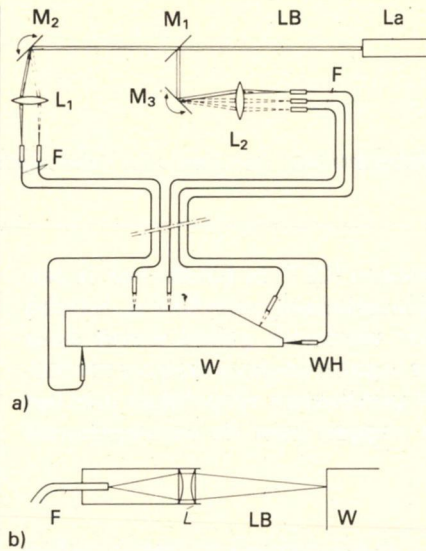
a) Het eenvoudigste geval. LB laserbundel. L lens. W werkstuk. Een kleine verplaatsing van het focus is te bereiken door de lens te verplaatsen (gestippeld).

b) Voorbeeld van het maken van meer dan één las op hetzelfde werkstuk. M_{1-3} spiegels, al dan niet wegklapbaar. Overige aanduidingen als bij (a). Het aanpassen van de opstelling aan een werkstuk met een andere vorm is echter niet zo eenvoudig.

* Dit artikel is eerder geplaatst in Philips Technisch Tijdschrift 42, nr. 8/9, 271-273, nov. 1985.

In het CFT wordt nu gewerkt aan een betere oplossing waarbij gebruik wordt gemaakt van glasvezels. Met behulp van numeriek bestuurd spiegels en enkele lenzen wordt de laserbundel verdeeld en gefocuseerd op een aantal glasvezels; zie figuur 2a. Deze glasvezels bestaan uit een kern van kwartsglas (met een diameter van 600 μm) met daaromheen een mantel met een lagere brekingsindex en een kunststof bescherm laag.

De laserbundel kan zich door de kern voortplanten door volledige reflectie aan de mantel. Met deze glasvezels kan de laserbundel zonder noemenswaardige verliezen over grote afstanden (tot ca. 100 m) getransporteerd worden. Aan het uiteinde van elke glasvezel bevindt zich een "laskop" met een lens die de uit de glasvezel tredende laserbundel op het werkstuk focuseert; zie figuur 2b. De totale optische verliezen bedragen ongeveer 15%; hierbij komt 8% voor rekening van de in- en uitkoppelverliezen van de glasvezel (tweemaal de glas/lucht-overgang). De resterende 7% verlies is te wijten aan ongewenste reflecties en absorptie aan de overige optische componenten. Door de bescheiden afmetingen van de las-



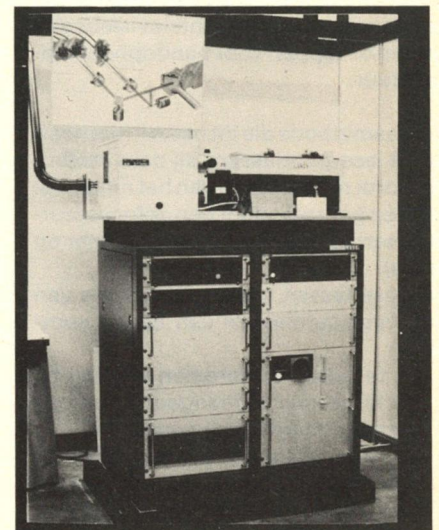
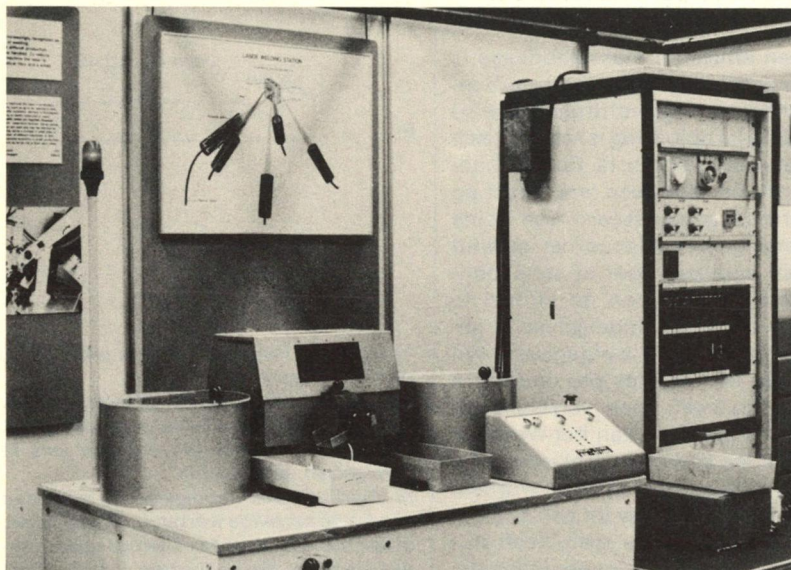
Figuur 2 a) Schematische voorstelling van bundelmanipulatie met glasvezels. La Nd:YAG-laser. M₁ halfdoorlatende spiegel. M₂, M₃ numeriek bestuurd spiegels, met (in het getekende geval) resp. 2 en 3 verschillende standen. L₁, L₂ lenzen die de gesplitste laserbundel focuseren op de glasvezels. F, WH aan de glasvezels bevestigde laskoppen, die de laserbundel focuseren op het werkstuk W. Door de buigzaamheid van de glasvezels is het werkstuk eenvoudig van alle kanten te bereiken.

b) Schematische voorstelling van de laskop. De uit de glasvezels F tredende laserbundel LB wordt door een tweetal lenzen L gecollimeerd en gefocuseerd op het werkstuk W.

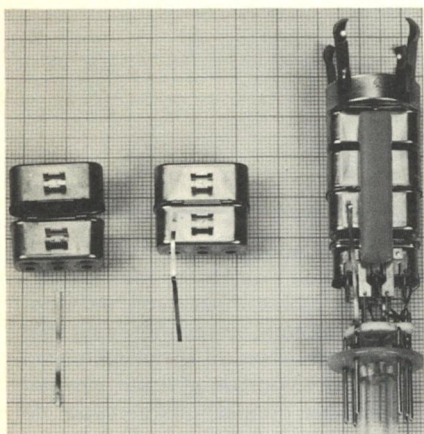
kop (lengte ca. 150 mm, diameter ca. 25 mm) en door de lengte en buigzaamheid van de glasvezels ontstaat een zeer veelzijdige opstelling die snel eenvoudig aangepast kan worden aan nieuwe producten.

Figuur 3 laat een industriële uitvoering van het apparaat zien, die nu is opgesteld in de Philips-vestiging in Sittard.

Op de rechterfoto zien we onder andere een grote witte "doos" waarin de laserbundel wordt gesplitst en verdeeld over de glasvezels, die verder lopen door de zwarte buis links op de foto. Op de linkerfoto zien we in het midden van de tafel de ongeveer rechthoekige afscherming waarbinnen zich het eigenlijke laser-puntlassen afspeelt.



Figuur 3 Industriële uitvoering van een laser-puntlasapparaat. Op de rechter foto zien we een grote kast voor voeding en koeling van de laser, die rechts boven op de kast staat. Links van de laser bevindt zich een grote witte "doos", waarin de laserbundel wordt gesplitst en gefocuseerd op de glasvezels, die verder lopen door de zwarte buis links op de foto. Op de linker foto zien we rechts een kast met de besturingselektronica van het systeem. Midden op de tafel staat de ongeveer rechthoekige, lichtdichte afscherming waarbinnen het lassen plaatsvindt. De cilinders aan weerszijden van deze afscherming bevatten het toevoermechanisme en de werkvoorraad van de te lassen onderdelen.



Figuur 4 Een voorbeeld van een produkt dat met het laser-puntlasapparaat is gemaakt. Links: twee roosters (de zgn. roosters 3a en 3b) en een contactstrip van een kleurentelevisiekanon. Midden: de beide roosters en de contactstrip door middel van 5 puntlassen aan elkaar gelast. Rechts: het complete kanon, dat ca. 80 puntlassen bevat.

Een voorbeeld van een produkt dat met het beschreven apparaat is gemaakt, is te zien in figuur 4. Links op de foto zien we twee roosters (de zgn. roosters 3a en 3b) en een contactstrip van een kleurentelevisiekanon, die met het laser-puntlasapparaat aan elkaar gelast worden

(midden). Rechts zien we het complete kanon, dat met ca. 80 puntlassen is samengesteld.

Het laser-puntlassen neemt binnen Philips een steeds belangrijkere plaats in: er zijn op het ogenblik ruim 200 laserlasinstallaties in gebruik en dit aantal groeit nog steeds. Van de geplaatste installaties werken er nu reeds meer dan tien volgens de hierboven beschreven methode van bundelmanipulatie met glasvezels.

Literatuur:

[1] Zie b.v. blz. 333-335 van R.L. Little, *Metalworking technology*, McGraw-Hill, New York 1977.

Overzichts-catalogus UDT detectoren

Sinds september 1985 heeft Te Lintelo Systems B.V. de exclusieve vertegenwoordiging van United Detector Technology.

UDT heeft een compleet programma standaard photodiodes (200-1800 nm.), Schottky barrier photodiodes, diode filter combinaties, detector-amplifier combinaties, speciale amplificers, optometers en positioneerdetectoren en systemen.

Te Lintelo Systems heeft nu een catalogus uitgebracht waarin alle verschillende brochures van UDT detectoren staan. Dus nu alle UDT detectoren in één catalogus. Tevens wordt op dit moment gewerkt aan een tweede overzichtscatalogus van alle UDT optometers en positioneersystemen. Deze catalogus wordt in april 1987 uitgebracht. De UDT detectoren catalogus is gratis te verkrijgen bij Te Lintelo Systems te Nijmegen.

Stichting Opleidingen Rubber en Kunststoffen

De Stichting Opleiding Rubber en Kunststoffen organiseert in het voorjaar van 1987 wederom de cursus "Ontwerp en Constructie in Kunststoffen en Rubbers".

Deze dagcursus op HTS-niveau is bestemd voor constructeurs en ontwerpers, die in samenspel met grondstof-

fenleveranciers, vervaardiger en gebruiker een optimaal ontwerp tot stand moeten brengen. Daarnaast kan deze cursus van veel nut zijn voor diegenen, die in hun werk (mede) belast zijn met research, ontwikkeling, technische realisering en keuring van kunststofproducten en apparaten.

Deze cursus is geheel herzien en bijgewerkt met de nieuwste ontwikkelingen. De cursus bestaat uit drie delen:

Deel A behandelt de materiaaleigenschappen van kunststoffen en rubbers van constructieel en geeft een globaal overzicht van de vormgevingstechnieken.

Deel B is gericht op de **procesindustrie**, waarin o.m. leidingen en vaten worden behandeld.

Deel C is bestemd voor de constructeur in de **machine- en elektrotechnische industrie** en behandelt o.m. de materiaalkeuze m.b.t. enkel- en massafabricage, geeft rekenvoorbeelden en bespreekt de economische aspecten.

Naar keuze kan deel B of deel C worden gevolgd.

De cursus duurt elf dagen en wordt georganiseerd in een conferentie-oord. Inlichtingen en volledige documentatie aan te vragen bij:

Stichting Opleiding Rubber en Kunststoffen,
Balistraat 97, Postbus 85806,
2508 CM Den Haag, tel. 070-503903.

Marktonderzoek PLC's

Uit een industrieel marktonderzoek, wat NIPO samen met Stam heeft uitgevoerd, is naar voren gekomen, dat de PLC (programmable logic controller) als besturingseenheid van machines

en installaties echt is doorgebroken. Bij grotere bedrijven gebruikt ruim de helft PLC's en bij kleine bedrijven met meer dan vijf werknemers past een derde een of meer PLC's toe. De ruim 6000 gebruikers in de industrie passen de PLC voornamelijk toe voor besturing van bewerkingsmachines en procesregelingen. In mindere mate voor verpakingsmachines en gebouwenautomatisering.

De PLC's sturen uiteindelijk vooral de elektromotoren aan, pneumatische en hydraulische componenten in mindere mate. Andere effectuoren zijn nauwelijks of helemaal niet gecombineerd met de PLC. De meeste van de PLC's die gebruikt worden werken slechts met één programma en vervangen over het algemeen de starre besturingen van vroeger.

Bij de meeste van de toepassingen wordt alleen gebruik gemaakt van digitale dan wel een combinatie van digitale en analoge in- en uitgangen, slechts bij een beperkt deel zijn alleen analoge in- en uitgangen gebruikt. Bij ruim de helft van de toepassingen zijn niet meer dan vijftig digitale uitgangen gebruikt. Toepassingen met meer dan vijftig analoge in- en uitgangen worden hoofdzakelijk in de procesindustrie aangetroffen. Vooral PLC-gebruikers in de metaal-elektro-industrie en bedrijven met meer dan 100 werknemers programmeren zelf.

De industriële verwachting is, dat in de toekomst nog veel meer van deze flexibele besturingen gebruikt gaan worden. Het 350 pagina's tellende rapport meldt verder dat de gebruikers niet zo tevreden zijn over de documentatieservice en opleidingsmogelijkheden; op dit terrein zal dus nog het nodige moeten gebeuren.

Micro-kleurapparaat voor contrastverhoging van preparaten bij elektronenmicroscopie

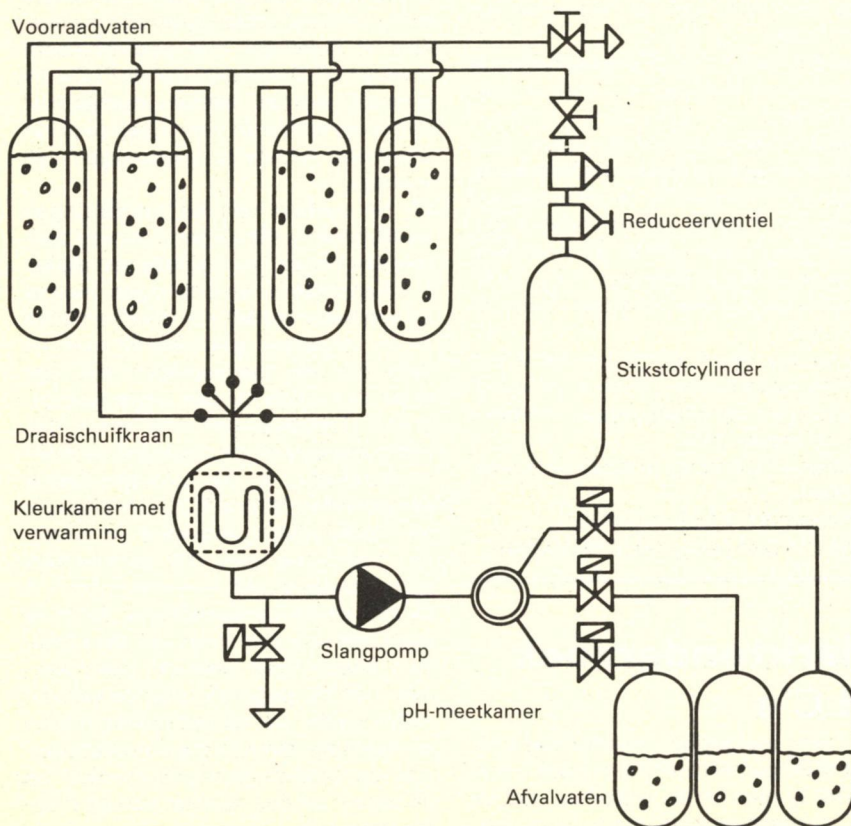
M. Heymans

F.J.S.W. Körner, Rijks Universiteit Leiden, Fijnmechanische afdeling Subfaculteit biologie
(Bewerkt stageverslag van A. van Buiten, Christiaan Huygensschool, Rotterdam)

Voor onderzoek aan biologisch weefsel wordt o.a. gebruik gemaakt van de elektronenmicroscopie. Hierbij worden coupes (uiterst dunne plakjes weefsel) door een elektronenbundel afgetast en zichtbaar gemaakt. Om het contrast in de coupes te verhogen kunnen zij behandeld worden met oplossingen van zwaarmetaalzouten; zie figuur 1. Het is hierdoor ook mogelijk aan bepaalde structuren binnen de cel extra contrast te verlenen. Omdat aan het werken met verbindingen van zware en licht radioactieve metalen potentiële risico's verbonden zijn en om de contrasteringsmethode te standaardiseren werd hiervoor een apparaat ontworpen, het micro-kleurapparaat.

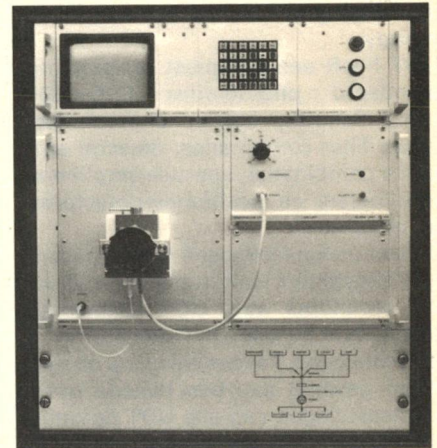


Figuur 1 Een indruk van het verkregen contrast is te zien op deze foto van een rattespier (vergroting ca. 40.000 x)



Figuur 2 Schematische voorstelling van de opbouw van het micro-kleurapparaat

Het micro-kleurapparaat, zie figuur 2, bestaat uit de kleurkamer met verwarming, vier voorraadvaten voor de benodigde vloeistoffen, een cilinder met stikstof die gebruikt wordt bij het vullen van de vaten en voor doorblazen van het systeem, een draaischuifkraan voor de selectie van de media, een slangpomp voor het transport en de dosering van de vloeistoffen, en afvalvaten voor de afgewerkte vloeistoffen. Een microprocessor regelt het gehele kleurproces, dat volgens kleurprogramma's wordt bepaald. Figuur 3 toont de voorzijde van het apparaat, waarvan de opbouw en de werkwijze in het volgende kort worden behandeld.

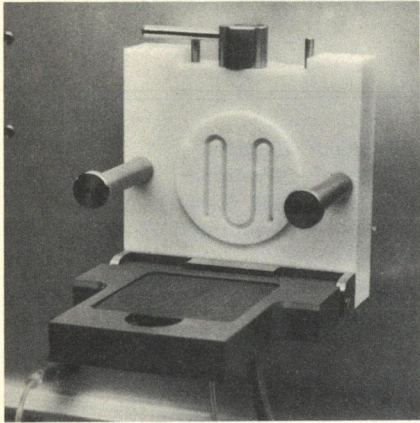


Figuur 3 Voorzijde van het micro-kleurapparaat; links in het midden is de kleurkamer zichtbaar

Opbouw en werkwijze

Het hart van het apparaat is de **kleurkamer** met een kanaal in de vorm van een labirint, zie figuur 4, waarin de zogenaamde grids worden geplaatst; dit zijn uit gas gevormde dragers, diameter 3 mm met een dikte van 0,2 mm, voor de coupes. De grids zijn aangebracht op een matje, vier rijen van vijf grids, waarvan elke rij past in een corresponderende gang van het labirint. Het matje wordt geplaatst in een uitsparing in het deksel van de kleurkamer.

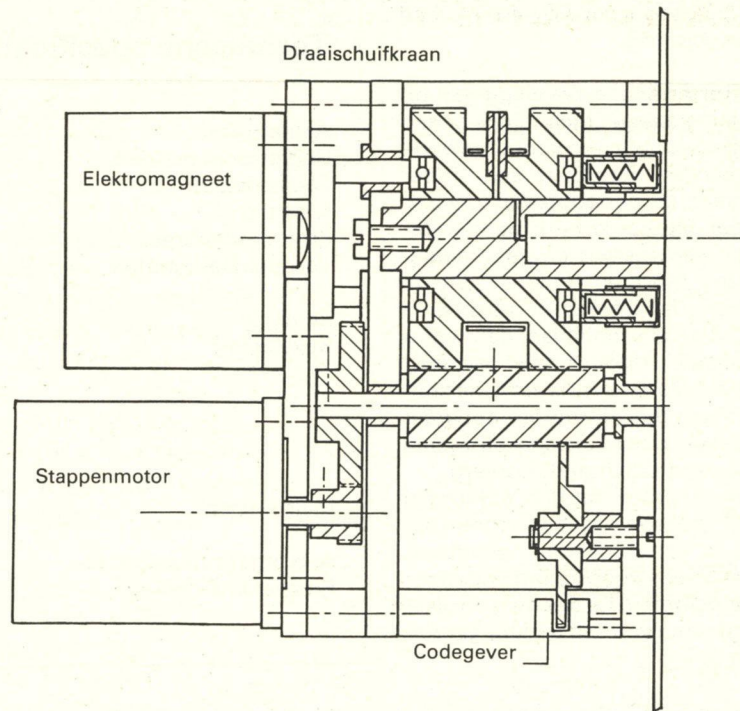
De kleurstof die in het labirint aanwezig is kan worden verwarmd om het kleurproces te versnellen.



Figuur 4 Geopende kleurkamer met zijn labyrint. In de uitsparing van de naar beneden geklapte deksel wordt het matje met grids geplaatst

Zoals reeds gezegd stuurt een **micro-processor** het gehele kleurproces, dat naast het kleuren met loodcitraat en/of uranylacetaat tevens spoelen met water, reinigen met reinigingsvloeistof en doorblazen met stikstof inhoudt. Gebruikmakend van beeldscherm en toetsenbord wordt een kleurprogramma ingevoerd. Het programmeren gebeurt zeer gebruikersvriendelijk volgens het vraag/antwoordspel. In het kleurprogramma wordt het aantal grids en de volgorde van spoelen en kleuren gegeven. Bij het spoelen met water tussen en na kleurprocessen worden spoeltijd en spoelsnelheid naar believen opgegeven. Bij het kleuren wordt alleen de kleurtijd ingesteld. De hoeveelheid kleurstof is afhankelijk van het aantal grids. Een programma kan maximaal uit tien regels bestaan. In het RAM geheugen kunnen maximaal 100 programma's worden opgeslagen. Indien na het reinigen een programma niet eindigt op de functie "doorblazen met stikstof" kan het programma niet worden gestart. Dit moet voorkomen dat de kleurkamer wordt geopend terwijl er nog vloeistof in aanwezig is.

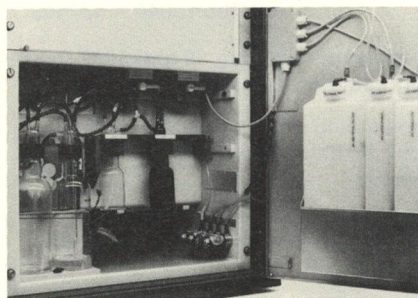
De toevoer van vloeistoffen/gas geschiedt via de zogenaamde **draaischuifkraan**, zie figuur 5, die bediend wordt door een stappenmotor en een elektromagneet. Deze worden op hun beurt gestuurd door de microprocessor. Nadat het apparaat is gestart geeft de codegever een signaal af aan de stappenmotor wanneer deze in zijn beginstand is aangekomen. Deze draait vervolgens, door de microprocessor gestuurd, de draaischuifkraan naar de plaats die hij moet innemen. Daarna stelt de processor de elektromagneet in werking die de kraan open schuift en de gewenste vloeistof/gas doorlaat naar de kleurkamer.



Figuur 5 Samenstelling van de draaischuifkraan

De vloeistofhoeveelheden voor het kleuren, spoelen en reinigen worden door de **slangpomp** bepaald, daartoe aangedreven door een stappenmotor die gestuurd wordt door de microprocessor.

Vier **voorraadvaten** met respectievelijk reinigingsvloeistof, water, loodcitraat en uranylacetaat zijn in het apparaat bevestigd, zie figuur 6. Daarnaast is een stikstofcilinder opgesteld.



Figuur 6 Achterzijde van het micro-kleurapparaat met de voorraad- en afvalvaten

Uranylacetaat oxideert onder invloed van licht, daarom moeten het voorraadvat en de slangen lichtdicht zijn. Loodcitraat oxideert onder invloed van lucht (zuurstof), daarom moeten het voorraadvat en de slangen gasdicht zijn. De vloeistoffen in de voorraadvaten worden via slangen naar de kleurkamer

getransporteerd. Hiervoor is VITON slang gekozen, omdat deze licht- en gasdicht is. Achter de kleurkamer is doorzichtige slang gebruikt, omdat het dan niets meer uitmaakt als de vloeistof oxideert.

De voorraadvaten zijn zo geconstrueerd dat er een stikstofingang en een luchten vloeistofuitgang zijn. Indien een voorraadvat is gemonteerd, wordt de lucht die daarbij onvermijdelijk in het circuit wordt ingebracht als volgt verdrongen door stikstof. Door de kraan van de luchtuitgang en de kraan van de stikstofingang te openen, stroomt de lucht weg door een aanwezige constante overdruk van de stikstof. Indien de lucht is verdrongen wordt de kraan van de luchtuitgang gesloten, waarna een overdruk van 0,05 bar in de voorraadvaten wordt opgebouwd. De overdruk van 0,05 bar wordt gerealiseerd door twee reduceerventielen. Eén, op de stikstofcilinder, dat de druk tot 17 bar terugbreengt en één, een precisiereduceerventiel, dat de druk op 0,05 bar overdruk houdt.

Afvalstoffen worden gescheiden door middel van een pH-meting. De pH-meter onderscheidt drie pH-waarden, nl. hoog (loodcitraat), neutraal (reinigingsmiddel en water), en laag (uranylacetaat). De pH-meter meet een pH-waarde en opent de klep naar het bijbehorend afvalvat. Wordt daarna een andere pH-

waarde gemeten, dan sluit die klep en wordt de klep naar het daarbij behorend afvalvat geopend.

Er zijn verschillende **beveiligingen** op het apparaat aangebracht. Zo is er een beveiliging op de vaten voor afgewerkte vloeistoffen. Daarin is een vlotter aangebracht die de hoogte van de vloeistof meet. Op het kritieke punt waar schuiven een zoemer en een knipperend licht. Mochten ondanks dat de vaten toch overstromen, of mocht er in het circuit een lek ontstaan, dan wordt de ontsnapte vloeistof naar een laag punt geleid. Op dat punt is een vloeistofsensor aangebracht, die het apparaat onmiddellijk geheel uitschakelt indien daar vloeistof wordt gedetecteerd. Om te voorkomen dat niet deskundig personeel het apparaat zou kunnen opstarten, is een codeslot ingebouwd. Voorts is er een voorziening waardoor wordt voorkomen dat de ene gebruiker het programma van een andere gebruiker wist.

Technische specificatie

Aantal grids	:	instelbaar 1-20 stuks
Doorstroomsnelheid	:	instelbaar 3-30 mm/sec
Temperatuur	:	instelbaar 20°-50° Celsius
Kleurtijd	:	instelbaar 1-99 minuten
Programmeregels	:	max. 10
Verbruikkleurstoffen	:	automatische dosering afhankelijk van het aantal grids
Reinigen	:	apart doorspoelprogramma
Beveiliging	:	geen contact van gebruiker met vloeistoffen; automatische controle op ingevoerde programma's; onbruikbaar voor onbevoegden door een gebruikerscode
Milieu-eisen	:	gescheiden opvang van schadelijke stoffen
Aantalgebruikerscodes	:	10 stuks
Programma-opslag	:	max. 100 stuks

Symposium vonkerosie

MIKROCENTRUM NEDERLAND organiseert in samenwerking met DE CONTACTGROEP VONKEROSIE VAN DE VERENIGING VOOR PRODUKTIE-TECHNIEK VVW een twee-daags symposium over VONKEROSIE

DATUM	:	dinsdag 19 en woensdag 20 mei 1987
PLAATS	:	MIKROCENTRUM NEDERLAND Kruisstraat 74 5612CJ EINDHOVEN
KOSTEN	:	f 295,- p.p. per dag Deelnemers MCNL f 195,- p.p. per dag
EXPOSITIE	:	Diverse bedrijven zullen tijdens deze dagen hun systemen/producten tentoonstellen.

NADERE INFO : Uitvoerige info en brochure zijn verkrijgbaar bij:
MIKROCENTRUM NEDERLAND
Kruisstraat 74
5612 CJ EINDHOVEN
Contactpersoon: de heer H.M. Houdijk
telefoon: 040 - 432503

Programma dinsdag 19 mei 1987, met als thema draadvonken

Toelichting op het thema prof ir C.J. Heuvelman, Universiteit Twente

Automatiseren bij het draadvonken F.M.G. van Tuijl, AMP Holland B.V.

Vonkboren ing. J. Wijers, Nederlandse Philips Bedrijven B.V.

Opspangereedschappen (draadvonken) P. Sonderegger, Büchler AG, Zwitserland
Draadmateriaal Hermanni, Berkenhoff GmbH, BRD

Toekomstvisie dr G. Levy, Agie AG Zwitserland

dagvoorzitter: prof ir C.J. Heuvelman

Programma woensdag 20 mei 1987, met als thema zinkvonken

Toelichting op het thema ir W. de Keijzer, KU Leuven

Planetair vonken J. van Nieuwenhof, Nederlandse Philips Bedrijven B.V.

Opspangereedschappen (zinkvonken) P. Bilic, System 3R, BRD

Materiaalbeïnvloeding De heer Zernickel, Charmilles Duitsland

Elektrode-fabricage, Hochleistungsfräsen von Graphit W. Stief, WWs, BRD

Toekomstvisie D. Dauw, Charmilles
dagvoorzitter: ir W. de Keijzer, KU Leuven

Bewerken van vezelversterkte kunststoffen* I

W. König; P. Grass; Ch. Wulf en H. Willerscheid

Het verspanen van vezelversterkte kunststoffen (VVK), ook vaak aangeduid met de Engelse benaming *fibre reinforced plastics (FRP)*, verschilt in veel opzichten met het verspanen van metalen. De normale bewerkingstaken zijn meestal omtrekbewerkingen van driedimensionale, ruimtelijk gekromde voorwerpen. Het materiaalgedrag van VVK is niet alleen inhomogeen, maar hangt ook af van de eigenschappen van vezel en matrix afzonderlijk, de oriëntatie van de vezel en de manier van weven van de vezels.

In dit eerste deel komen mechanische technieken als boren en frezen aan de orde. Goede resultaten worden verkregen als hardmetaal of polykristallijn diamant (PCD) gereedschappen met scherpe snijkanten worden gebruikt. In dit artikel worden zowel gereedschapsgeometrieën als verspaningscondities besproken.

Tevens komen aan de orde de belangrijke parameters die op het verspaningsresultaat invloed hebben en indien mogelijk wordt hun invloed ook verklaard.

In het tweede deel zal worden ingegaan op de mogelijkheden van waterstraal- en laserstraal snijden.

Inleiding

Sinds hun introductie in de industrie in de vroege jaren dertig, zijn vezelversterkte kunststoffen geëvolueerd van materialen voor minder belangrijke onderdelen als beschermkappen tot materialen met zeer goede eigenschappen voor primaire constructie-elementen. De hoofdreden voor deze vergroting van het toepassingsgebied was de verbetering van de fysische eigenschappen als vermoeiingssterkte, stijfheid, thermische weerstand en dempingscapaciteit, gecombineerd met een licht gewicht. Ook de vergrote betrouwbaarheid, verkregen door verfijnde ontwerp- en produktiemethoden, hebben tot de grotere toepassing van VVK bijgedragen [1].

Tot nu toe lag de nadruk van het speurwerk bij de ontwikkeling van materialen, maar tegenwoordig wordt meer aandacht besteed aan het industriële productieproces van produkten van VVK. In de vliegtuig- en scheepsbouw – twee bijna klassieke toepassingsgebieden – is productie van één of enkele stuks een gewone zaak. In de automobiel-, gereedschaps- en sportartikelenindustrie, waar massaproductie overheerst, is er de noodzaak van volledig geautomatiseerde en economische produktiemethoden. De vervanging

van metalen door kunststoffen met glas-, koolstof- of aramide-vezelversterking, vereist niet alleen andere ontwerpmethodologieën, maar heeft ook invloed op zowel de afzonderlijke produktietechnieken als de gehele woringsgang van de produkten.

Bewerkingstaken voor VVK

VVK verkrijgen hun uiteindelijke vorm door de overgang van de "zachte" naar de "harde" materiaalfase van het matrixmateriaal. Dit is een kenmerkende eigenschap van hun productie. In het algemeen gebeurt dit door faseverandering of uitharding van het thermoplastische of thermohardende materiaal op of in een vorm. De belangrijkste produktietaken verschuiven daarom van het bewerken van onbewerkt of enigszins voorbewerkt materiaal (karakteristiek voor metalen werkstukken) tot het voorbereiden van componenten van voorgeconditioneerde materialen en plastische vormgeving van nog niet uitgeharde VVK. De enige bewerkingstaak in deze fase van de productie is het snijden van de droge vezelmatten of "prepregs".

[1] Zie voor ontwerpberekeningen bv het dictaat: Nijhof, Ontwerpen in Vezelversterkte Kunststoffen, collegedictaat Technische Hogeschool Delft afd. Werktuigbouw

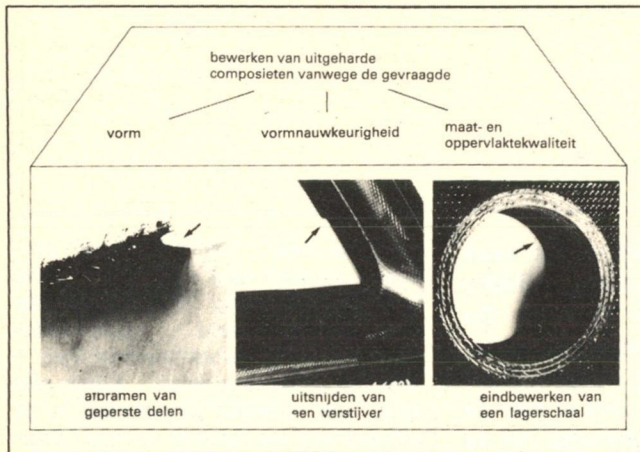
Ondanks deze "near-net-shape" productie, zal toch vaak een nabewerking van de VVK nodig zijn: de vereiste maatnauwkeurigheid, oppervlaktekwaliteit of materiaalhomogeniteit – speciaal in de randdelen – zullen niet altijd met redelijke inspanning in de uithardingsfase bereikt kunnen worden. Er zijn daarom drie verschillende nabewerkingscategorieën, die verschillen ten aanzien van de eisen gesteld aan vorm- en maatnauwkeurigheid en oppervlaktekwaliteit (figuur 1). Eenvoudige nabewerkingen, als het afbramen van geperste produkten, worden toegepast voor oppervlakken zonder belangrijke mechanische functies. De gevraagde nauwkeurigheid is dan in de orde van 0,1 tot 1 mm. De grotere nauwkeurigheid – kleiner dan 0,1 mm – is vereist voor het bewerken van oppervlakken die moeten passen aan andere delen, zonder daarbij krachten door te leiden. Typische voorbeelden daarvan zijn het knippen en het boren van doorlopende gaten. Als het oppervlak krachten moet doorleiden, zoals het geval is bij lageringen, zittingen, passingen en gaten voor klinknagels, worden extra eisen afhankelijk van de functie gesteld aan de oppervlakenaauwkeurigheid.

Bewerkingstechnieken voor VVK

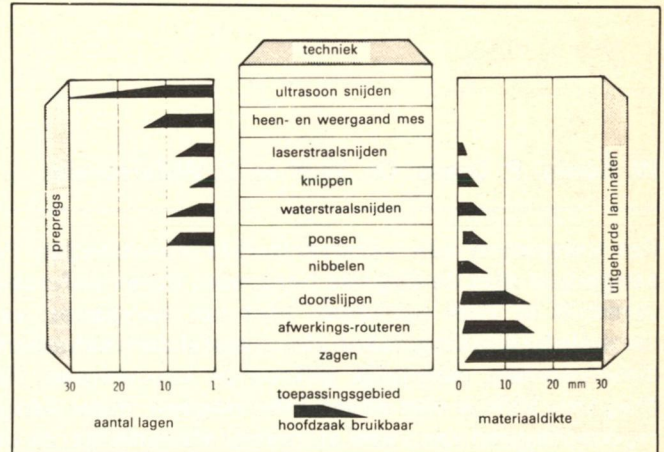
Ten behoeve van de bewerking van VVK zijn technieken ontwikkeld – afgeleid van technieken uit de textielindustrie – voor het maken van de zogenaamde "prepregs". Evenzo zijn van de hout- en metaalbewerking technieken afgeleid voor het bewerken van uitgeharde laminaten (figuur 2). Het bewerken van de "prepregs" bestaat meestal uit het in het platte vlak knippen van een dun werkstuk. Dunne uitgeharde laminaten kunnen op dezelfde manier geknipt worden, zelfs als zij ruimtelijk gekromd zijn.

Voor de gemakkelijk te knippen, slappe "prepregs" worden ook speciale knippen materiaalverwijderingstechnieken gebruikt. Behalve de soort vezel, is het aantal lagen dat gesneden moet worden het hoofdcriterium voor de keuze van de snijtechniek. Met op-en-neer bewegende messen, vooral die met ultrasone aansturing, kunnen de meeste bewerkingen uitgevoerd worden.

* Vertaling/bewerking van het artikel "Machining of Reinforced Materials", gepubliceerd in *Annals of the CIRP* 1985



Figuur 1 Bewerkingstaken voor VVK



Figuur 2 Snijtechnieken voor prepregs en uitgeharde laminaten

Met deze techniek kunnen tot 30 prepregs en ingewikkelde patronen met kleine radii gesneden worden, met hoge kwaliteit en grote voedingssnelheden. De slechte thermische stabiliteit van de "prepregs" vereist een voldoende grote voedingssnelheid en een goed ontwerp van het mes om wrijving en dus overmatige verhitting van het materiaal te voorkomen. Soortgelijke thermische problemen treden op bij het snijden met een laserstraal van meerdere "prepregs", met lage voedingssnelheden. Chemische beïnvloeding kan bij waterstraalsnijden optreden, als het oppervlak vochtig wordt omdat de straalmond op een (grote) afstand van het werkstuk staat.

Sommige van de genoemde technieken zijn ook voor dunne uitgeharde laminaten toepasbaar. Bij dikker materiaal moet toevlucht worden gezocht tot technieken uit de metaalbewerking. Zagen en doorslijpen zijn geschikt voor rechte sneden, maar minder voor ruimtelijk gekromde sneden. Dezelfde restricties gelden voor ponsen en nibbelen, die alleen op platte vlakken toegepast kunnen worden. Daarom zullen in het navolgende alleen de universele technieken frezen, laser- en waterstraalsnijden en het veel voorkomende boren worden besproken.

Fysische eigenschappen van VVK

In sommige opzichten verschilt het bewerken van VVK aanzienlijk met dat van metalen. VVK zijn uit zichzelf niet-homogeen en in elk geval in een laag anisotroop. VVK bestaan uit een dragende vezelcomponent, meestal een bundel parallelle vezels of bundels. Dit vezelskelet heeft een geometrische oriëntatie die aangepast moet zijn aan de belasting en is omgeven door een matrix van thermohardend of thermoplastisch materiaal. De matrix dient voor-

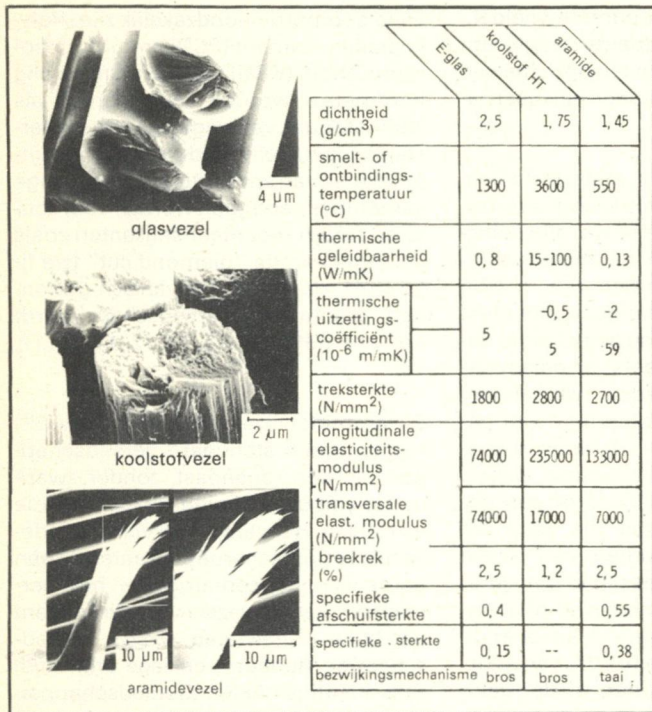
namelijk voor fixatie van de vezels en het verdelen van de belasting. De fysische eigenschappen van matrix en vezels zijn verschillend; samen met de vezeloriëntatie bepalen zij de eigenschappen van het uiteindelijke composietmateriaal, zowel in gebruik als tijdens de bewerking.

De invloed van het vezelmateriaal is hierin overheersend. Figuur 3 geeft een overzicht van de belangrijkste eigenschappen van de meest algemene vezeltypen en hun bezwijkmechanismen. De neiging tot brosse breuk van de anorganische glas- en koolstofvezels in tegenstelling tot de taaie organische aramidevezel is duidelijk zichtbaar. Aramidevezels kunnen gemakkelijk worden gespleten vanwege de lage cohesiekrachten in de aramidemoleculen. De glasvezel, isotroop vanwege zijn amorfe structuur, en de koolstofvezel, bestaande uit in elkaar gedraaide grafietdraden, hebben in tegenstelling tot aramide geen glijmechanisme, vergelijkbaar met het glijden van de roostervlakken over elkaar bij metalen. Aramidevezel heeft dit mechanisme wel. Daarom kan een aramidevezel een buigbelasting weerstaan, terwijl een koolstofvezel reeds bij een relatief lage buigbelasting zonder plastische deformatie breekt.

Voor de thermische bewerkingsmethoden zijn (uiteraard) de thermische eigenschappen van de vezel van het grootste belang. Glas- en aramidevezels, allebei slechte warmtegeleiders, smelten bij respectievelijk 1300°C en 550°C. Koolstofvezel is een goede warmtegeleider, ontleedt bij afwezigheid van lucht bij 3600°C. Het is interessant op te merken dat glasvezels een positieve uitzettingscoëfficiënt hebben in zowel transversale als longitudinale richting, terwijl koolstof en aramidevezels transversaal uitzetten en longitudinaal krimpen.

De meeste van de matrixmaterialen, waarvan de eigenschappen in figuur 4 staan vermeld, hebben alle een ongeveer gelijke rekgrens en elasticiteitsmodulus, die beide veel kleiner zijn dan die van de vezels. De thermoplastische materialen PA (polyamide) en PEEK (polyether-etherketon), hebben een hoge breukrek en een thermische uitzettingscoëfficiënt die opvallend veel groter is dan die van de vezelmateriaal. Deze eigenschappen leiden tot enige specifieke problemen van het bewerken van VVK. Aan de hand hiervan kunnen we typische klassen van materiaalbeschadiging onderscheiden (zie figuur 5):

- Lokale dynamische belastingen, vooral buigbelastingen, kunnen leiden tot delaminatie. Deze belastingsdelaminatie zal vooral bij aramide- en glasvezel optreden vanwege de verschillende stijfheden van vezel en matrix. Thermische delaminatie kan optreden als de uitzettingscoëfficiënten van beide componenten verschillen.
- De vezels in de toplagen van koolstofversterkte materialen, die niet door ander materiaal gesteund worden, hebben de neiging naar "buiten te splinteren" vanwege de lage buigsterkte van de vezels. Onder dezelfde omstandigheden zullen uit met glasvezel versterkt materiaal kleine stukjes van randen uitbrokkelen. De glasvezel kan de belasting dan nog wel verdragen, maar de matrix niet meer. Beide problemen treden vooral op aan de onderzijde van het werkstuk omdat daar het gereedschap uit-treedt.
- Aramidevezels bezwijken, in tegenstelling tot de andere soorten vezels, alleen tengevolge van trekspanningen en desintegreren bij buigbelastingen. Er ontstaat een karakteristiek beeld van uitgetrokken en gebroken vezels, ook wel rafelen genoemd.



Figuur 3 Bezwijkmecanisme en fysische eigenschappen van vezels

Ondanks de hoge temperatuursbestendigheid van de vezels is de maximale temperatuur beperkt tot de smelt- of ontbindingstemperatuur van het matrixmateriaal. Er kan verbranden optreden; dit wordt versterkt door de slechte temperatuursgeleiding van vezels en matrix. VVK kunnen daarom alleen met een thermisch proces met hoge vermogensdichtheid en een korte interactietijd

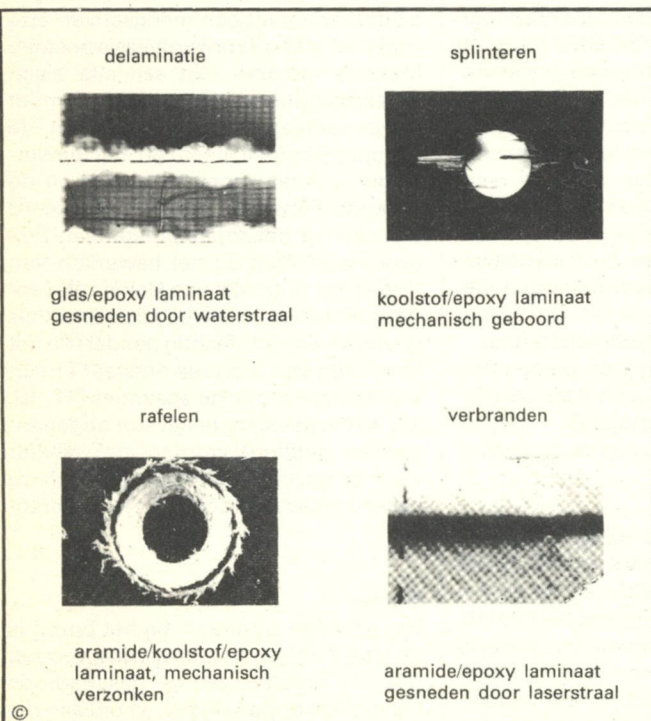
gesneden worden (b.v. lasersnijden). Koolstofvezels zijn niet geschikt voor thermisch snijden.

Procesparameters die niet zorgvuldig zijn afgestemd op het verspanen van VVK, kunnen tevens leiden tot zware beschadiging van de gereedschappen. Glas- en koolstofvezels, van nature sterk abrasief, kunnen een voortijdige afronding van de snijkanten veroorzaken. De verschillende hardheden van

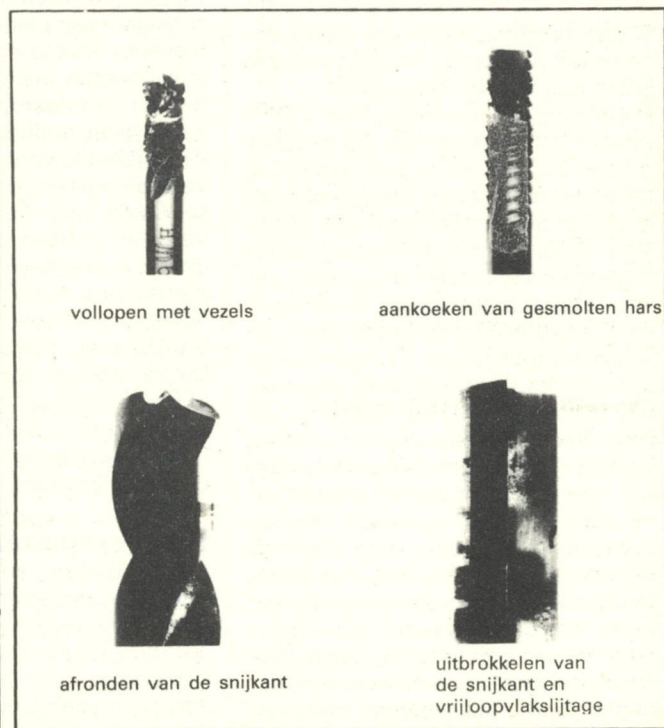
vezel en matrix, in combinatie met de hoge snijweerstand van de vezels, veroorzaken uitbrokkelen van de snijkant. Aramidevezels hebben, als ze uitgetrokken en gestrekt worden, de neiging aan het gereedschap te blijven kleven en er omheen te krullen. Als ten gevolge van grote wrijving de matrix gesmolten is, blijft deze aan het gereedschap plakken en gaat klonteren. Gesmolten hars en vezelspaanders zullen de spaanruimten vrijwel direct vullen (zie figuur 6).

Figuur 4 Fysische eigenschappen van matrix materialen

	onverzadigde polyester	epoxy	fenolformaldehyde	polyamide	polyetheretherketon
volumieke massa g/cm ³	1,2	1,2	1,3	1,1	1,3
thermische geleidbaarheid W/mK	0,6	0,23	0,32	0,27	—
thermische uitzettings-coëfficiënt	60-80	65	15-30	70-100	—
treksterkte N/mm ²	40-60	80-90	40-60	65-80	80-100
elasticiteits-modulus N/mm ²	3500	3500	3000	2800	3800
brekrek %	2-3	4-5	1,5-2	10-50	100-150
kerfslagwaarde KJ/m ²	1	1,5	—	6	50



Figuur 5 Karakteristieke materiaalschade door bewerkingen



Figuur 6 Faalverschijnselen bij verspaningsgereedschappen voor VVK

Kwaliteitsstandaarden voor het bewerken van VVK

Uitgeharde laminaten hoeven meestal alleen nog eindbewerkingen te ondergaan; de verkregen kwaliteit is dus van belang. Bij de bewerking van VVK moet de betekenis van het begrip "kwaliteit" in vergelijking tot de gangbare inhoud van dat begrip in de metaalbewerking worden bekeken. De voorgaande voorbeelden van materiaalbeschadiging veroorzaakt door het bewerkingsproces dwingen af dat behalve een evaluatie van de vorm en ruwheid van het oppervlak, tevens een beschrijving van de materiaalbeïnvloeding door het proces nodig is. De beoordeling van deze criteria is bij VVK moeilijker dan bij metalen, vanwege de inhomogene structuur van de kunststoffen. Op dit moment bestaan er geen algemeen geaccepteerde standaarden voor meettechnieken en beoordelingscriteria. De beoordeling van het verspaningsresultaat gebeurt nu vaak door visuele inspectie.

Om het verspaningsresultaat ten aanzien van de oppervlaktekwaliteit en de materiaalbeschadiging goed te kunnen beschrijven, zullen in het volgende twee meetwaarden worden gebruikt:

- de gemiddelde ruwheidshoogte R_z , gemeten door een tasterinstrument;
- de breedte van de beschadigde zone b_a ; dit is het maximale gebied loodrecht op het snijvlak waarin schade als delaminatie, versplintering of verbranding waargenomen kan worden.

Bij de interpretatie van deze meetwaarden moet een aantal belangrijke zaken in het oog worden gehouden:

Het meten van ruwheden van VVK is minder betrouwbaar dan bij metalen, omdat uitstekende vezels aanleiding geven tot foutieve uitkomsten of in elk geval een grote spreiding in die uitkomsten veroorzaken. Extra fouten worden bovendien veroorzaakt door vezels die aan de taster blijven haken. Alleen glas- en koolstofversterkte materialen zijn daarom geschikt voor ruwheidsmetingen, niet de vezelige aramidecomposieten; in dat geval kan een indirecte ruwheidsmeting via een replica uitkomst bieden. De gemeten ruwheidswaarden zijn voor een groot deel afhankelijk van de door de taster gevolgde weg ten opzichte van de vezelrichting. Omdat de vezelrichting per laag kan verschillen, moet of de door de taster gevolgde weg in één laag of in een aantal lagen liggen en moet een gemiddelde over diverse metingen worden genomen. Ook dan nog is een enkelvoudige ruwheidswaarde als ruwheidshoogte (R_z) minder geschikt dan een integrale ruwheids-

waarde als b.v. de tienpuntsruwheid R_z , die immers de gemiddelde hoogte van de vijf hoogste toppen ten opzichte van de vijf diepste dalen binnen het meettraject aangeeft.

Het onderzoeken van materiaaldefecten met een microscoop brengt de onzekerheid met zich mee of wel alle defecten - vooral die onder het materiaaloppervlak - waargenomen zijn. Hierbij komt dat de beschadigingen zich eerst manifesteren als kleine geïsoleerde delaminatiezones, in plaats van delaminatie van grotere gebieden, wat karakteristiek is voor een hoge mate van beschadiging. Uit puur mechanisch oogpunt lijkt een integrale waarde, waarin het beschadigd oppervlak of een gemiddelde breedte van die zone als maatstaf wordt genomen, een betere beschrijving van de beschadigingstoestand. Op dit moment zijn er niet voldoende gegevens voorhanden over de sterkte van beschadigde VVK, van waaruit besloten kan worden of de maximum beschadiging, de gemiddelde schade of de afmeting en vorm van de schadezone gemeten moeten worden. Omdat in veel gevallen de zichtbaarheid van eventuele schade net zo belangrijk is als de negatieve invloed op de eigenschappen, is in het volgende de maximum breedte van de beschadigde zone als criterium gekozen.

Al deze moeilijkheden ten aanzien van de kwaliteitsbeschrijving en -meting, maakten het noodzakelijk voor de tests VVK te gebruiken met een bekende en constante samenstelling. De metingen moesten telkens op dezelfde wijze en met dezelfde instrumenten plaatsvinden. Er zijn daarom (hoewel verkrijgbaar) geen andere verspaningsgegevens gebruikt voor het vergelijken van verspaningstechnieken. Er zijn veel schrijvers die verspaningsgegevens van VVK hebben gepubliceerd, maar omdat in veel gevallen de materiaalsamenstelling en de meetmethoden niet volledig beschreven waren, zijn ze niet bruikbaar als vergelijkingsmateriaal. De navolgende resultaten bieden een algemeen overzicht van het stelsel problemen en - zover mogelijk - van de huidige verklaringen van de optredende verschijnselen.

Het verspanen van VVK

Het verspanen van VVK stelt speciale eisen aan de geometrie en abrasieve weerstand van het snijgereedschap [10, 13, 16]. Voor het bewerken van glas- en koolstofvezel-laminaten is snijgereedschap met een conventionele geometrie, als bij staal, geschikt. In sommige gevallen, vooral bij boren, zal een spe-

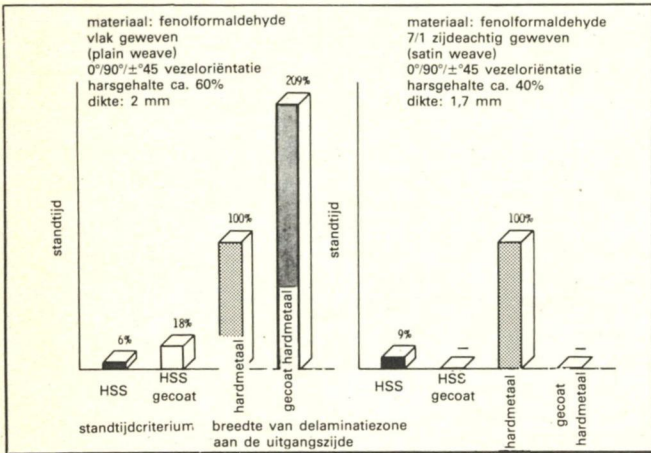
ciale geometrie noodzakelijk zijn. Polykristallijn diamant (PCD) en kubisch boriumnitride (CBN) of zeer fijnkorrelig hardmetaal worden veel gebruikt als snijmateriaal, vanwege hun hoge weerstand tegen schurende slijtage en uitbrokkelen van snijkanten. Om een lange standtijd te verkrijgen worden voor routen frezen met meer snijkanten zoals de zogenaamde "diamond cut" (zie figuur A) toegepast. Galvanisch gebonden diamantslijpgereedschap wordt ook veel gebruikt [10, 11, 12, 13, 16, 17, 19].

Bij aramide-vezelcomposieten (AFRP) kunnen geen standaard gereedschappen worden toegepast, zonder zware materiaalbeschadiging als delaminatie en rafelen. Het verspanen van aramide-vezels vereist scherpe snijkanten en een gereedschapsgeometrie die het verplaatsen van de vezels vóór de snijkant uit belet. Snelstalen (HSS) gereedschappen hebben een lage standtijd, zelfs in zuiver AFRP. Gereedschappen gemaakt uit hardmetaal, voornamelijk van het type K05 - K10 met microkorrelstructuur leveren een veel beter resultaat. De standtijd kan vergroot worden door het coaten van HSS met TiN (figuur 7). In sommige gevallen echter, kan de hierdoor vergrote snijkantsafronding, de bruikbaarheid van het gereedschap volkomen teniet doen. Slijpgereedschappen, die meestal een negatieve spaanhoek hebben, zijn niet geschikt voor het bewerken van AFRP.

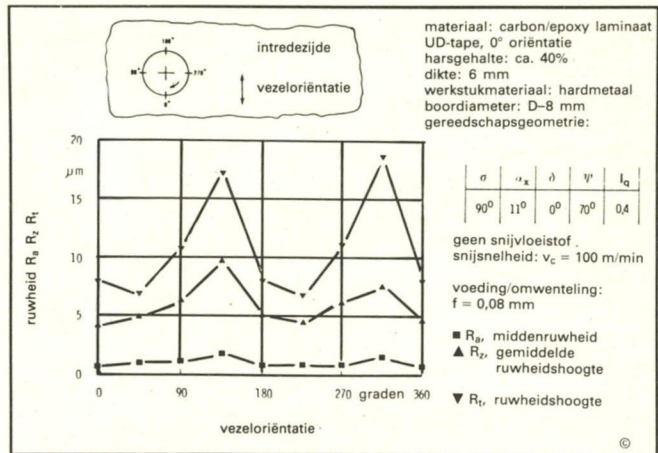
Het wordt nog moeilijker als het composietmateriaal uit een mengsel van aramide- en glas- of koolstofvezels bestaat. Meestal kan dan niet aan alle eisen tegelijkertijd voldaan worden. Omdat de bovenlaag van het materiaal de grootste invloed heeft op het bewerkingsresultaat, moet de keuze van de gereedschapsgeometrie gebaseerd worden op het toplaagmateriaal. Een groot probleem bij het bewerken van VVK is het ontstaan van kleine zwevende stofdeeltjes. Glas- en koolstofvezels geven een fijn stofachtig poeder, bij het bewerken van aramide ontstaat er een soort nevel van korte spaantjes [11, 12, 22]. In elk geval moet het stof opgevangen en gefilterd worden, om gevaar voor de gezondheid en schade aan de gereedschapswerktuigen te voorkomen.

Boren

Het grootste probleem bij het boren is de kwaliteit van de uittreezijde van het gat. De breedte van de beschadigde zone en de oppervlakteruwheid aan die kant zijn daarom de beste graadmeters voor het resultaat. Er moet echter opge-



Figuur 7 Standtijd bij boren van aramide-VVK



Figuur 8 Invloed van vezeloriëntatie op oppervlakteruwheid bij boren van VVK

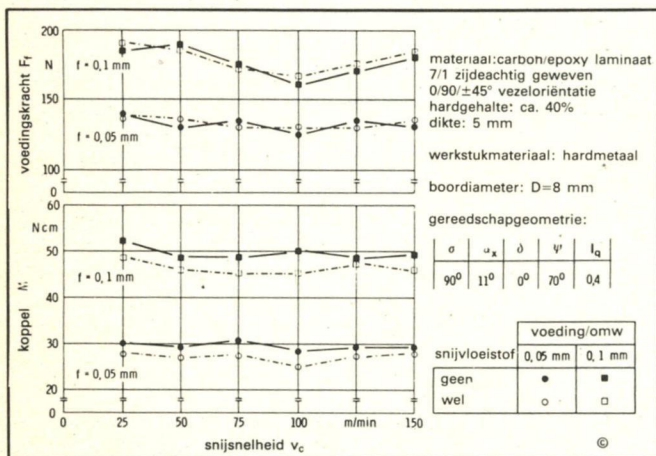
merkt worden dat het gemeten resultaat in sterke mate afhankelijk is van de vezeloriëntatie. Figuur 8 geeft een typisch voorbeeld van de resultaten bij het boren van unidirectionaal (UD, een weefsel waarin de ketting uit ongetwijfelde vezels bestaat en de inslag dun is) koolstofversterkt materiaal. De maximale ruwheid treedt op bij een drukbelasting onder 45° met de vezel, in dit geval dus onder 135° en 315° ten opzichte van langsricting van de vezels. Bij deze hoeken bereiken ook de tangentiële krachten en dus het verspaningsmoment een maximum. De grootte van dit maximum is uiteraard afhankelijk van de gereedschapsgeometrie en de verspaningsparameters. Omdat een laminaat meestal uit meerdere lagen be-

staat met verschillende oriëntatie en elke vezelinrichting temminste twee keer per omwenteling doorlopen wordt, moeten het gemiddelde en de standaardafwijking van meerdere ruwheidsmetingen op verschillende plaatsen gebruikt worden om de kwaliteit van het oppervlak te beschrijven.

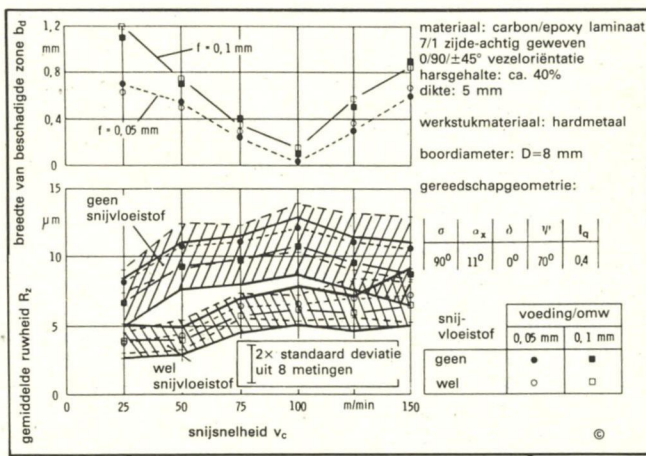
In het algemeen stijgen de snijkrachten bij het bewerken van glas- en koolstofcomposieten duidelijk bij de vergroting van de voeding, terwijl de snijnsnelheid bijna geen invloed heeft (figuur 9). De krachten bij het boren van koolstof-HT-composieten (high-tenacity, een taai soort koolstofvezel) zijn meestal groter dan bij het boren van met E-glasvezel-

versterkt materiaal (E-glas, een glassoort oorspronkelijk ontwikkeld voor elektrotechnische doeleinden; deze vezel wordt verreweg het meeste toegepast in VVK), bij vergelijkbare laminaatstructuur. Het gebruik van een koelvloeistof, dat meestal vermeden wordt i.v.m. mogelijke chemische aantasting, beïnvloedt de voedingskracht niet significant en vermindert het verspaningsmoment slechts weinig.

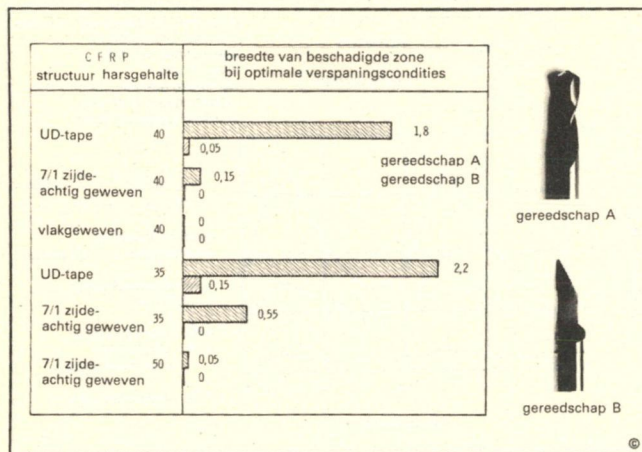
Het effect van het gebruik van een koelvloeistof op de oppervlakteruwheid is duidelijker. De ruwheid, die slechts weinig groter wordt bij een grotere voeding en snijnsnelheid, neemt duidelijk af bij gebruik van een koelvloeistof (figuur 10). Omdat niet alleen de gemiddelde



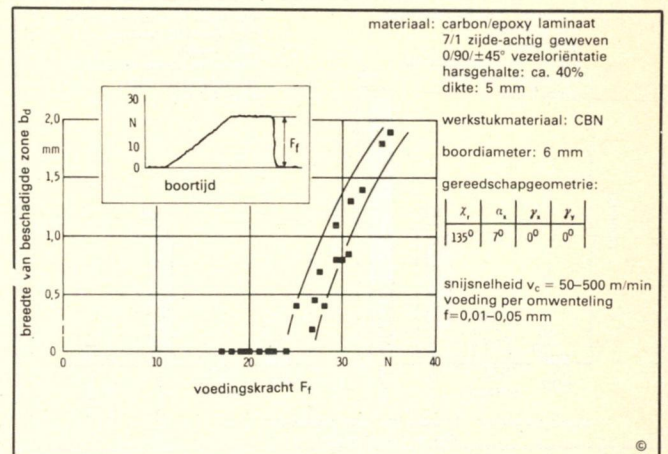
Figuur 9 Invloed van snijnsnelheid en koeling op snijkracht bij boren van VVK



Figuur 10 Invloed van snijnsnelheid en koeling op beschadiging en oppervlakteruwheid bij boren van VVK



Figuur 11 Invloed van gereedschapsgeometrie op beschadiging bij boren van VVK



Figuur 12 Invloed van voedingskracht op beschadiging bij boren van VVK

ruwheid, maar ook de standaarddeviatie afneemt, wordt een mooier en constanter oppervlak verkregen. Vanwege materiaalbeschadiging afhankelijk van de materiaalstructuur, geeft slechts een klein gebied van snijnsnelheden optimale resultaten.

In figuur 11 wordt een vergelijking gemaakt tussen standaard- en speciale gereedschappen. Op gemakkelijk te bewerken plat geweven (plain weave) glas- of koolstofversterkt materiaal presteert een standaardboor van type A net zo goed als een speciaal ontworpen boor. Composieten met UD-vezellagen of met relatief weinig hars vereisen scherpe, naar voren uitstekende snijkanten aan de omtrek van de boor. Bij boren met dit soort snijkanten bestaat er een bepaalde relatie tussen de grootte van de voedingskracht en de breedte van de beschadigde zone aan de uittrezijde van het gat (figuur 12). Zolang de voedingskracht beneden een bepaalde kritieke waarde blijft, treedt er geen beschadiging op. Boven deze waarde, die ver beneden de voedingskracht van normale standaardboren ligt, treedt er wél beschadiging op, die zich snel uitbreidt. Het is daarom erg aannemelijk dat het verloop van de kracht en niet de piekwaarde ervan een belangrijke rol speelt in het beschadigingsproces. De plotselinge terugval van de belasting bij het uitreden van de speciaal gevormde snijkanten veroorzaakt blijkbaar meer schade dan het geleidelijk minder worden van de snedebreedte bij het doorkomen van een standaardboor.

Een snijkantshoek van $\chi_r = 45^\circ$ heeft voor standaardboren bewezen het best

te voldoen. Een duidelijke correlatie tussen het verloop van de voedingskracht en de mate van beschadiging, zoals beschreven in [15], kon niet worden gevonden.

Eenlipsboren, speciaal die van PCD of CBN, hebben een opmerkelijk lange standtijd waarin de gatqualiteit constant blijft, maar de gaten zijn sterk onrond vergeleken met boren met twee snijkanten vanwege de niet-symmetrische snijkkrachten.

Om in aramidevezelversterkt materiaal goed te kunnen boren, moeten de vezels voorgespannen zijn en met een scheerbeweging afgesneden worden. Het is daarvoor noodzakelijk de vezels van de buitenste booromtrek naar het middelpunt toe te trekken. Dit kan bewerkstelligd worden door boren met aan de randen naar voren uitstekende snijkanten en positieve radiale en axiale spaanhoeken toe te passen. Bovendien moet de snijkantradius ongeveer 8-15 μm zijn om een 'schone snede' en een voldoende stabiele, niet uitbrokkelende snijkant te verkrijgen.

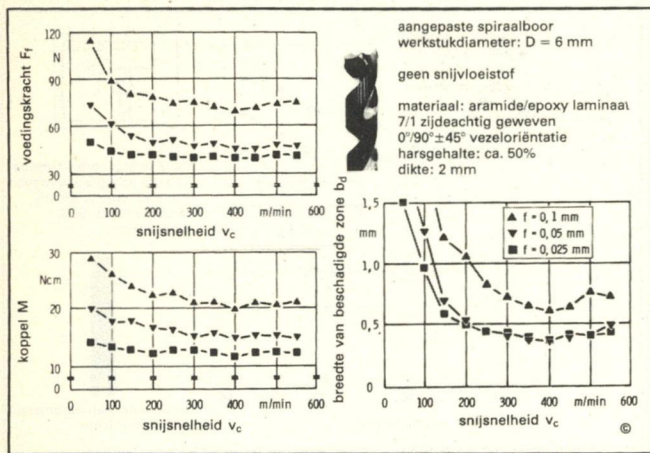
Een vergroting van de snijnsnelheid veroorzaakt een vermindering van de snijkkrachten. Boven een bepaalde snelheid blijven de krachten constant (figuur 13). De breedte van de gedelamineerde zone vertoont een soortgelijk gedrag. Het matrixmateriaal mag niet gaan smelten of branden; dit kan vooral bij hoge snijnsnelheden en een kleine voeding gebeuren. In het algemeen geeft een lage voeding een lage voedingskracht en een laag verspanningsmoment en ook minder delaminatie. Bij een voeding van minder dan 0,05 mm/omw worden

de verschillen in materiaalbeschadiging zeer klein. Daarom is een overdachte keus van verspanningsparameters, juist zó dat net geen smelten optreedt, noodzakelijk voor optimale resultaten.

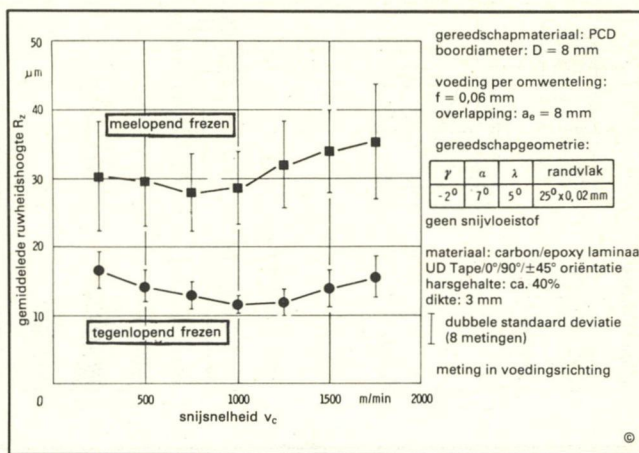
Aramidevezels hebben de neiging zich terug te trekken tijdens het snijproces. De manier van weven en de hechting van het matrixmateriaal aan de vezels speelt een belangrijke rol. Een vergroting van de snijnsnelheid kan tot op zekere hoogte de dislokatie van de vezels onderdrukken. Een laminaat met een zijdeachtig weefsel (satin weave) of een matrix van fenolformaldehydharz moeten dus bij hogere snijnsnelheden bewerkt worden dan één met een plat geweven (plain weave) vezelmateriaal of een epoxy matrix.

Routeren

In de vliegtuigindustrie komt veel voor het uitfrezen van grillig gevormde plaatdelen met een kleine vingerfrees, routeren genaamd. Voor routeren als afwerking van glas- en koolstofvezelversterkte materialen worden gereedschappen aanbevolen met meerdere snijkanten, gemaakt van hardmetaal of polykristallijnesnijmaterialen [11, 12, 13, 16, 17, 20, 22]. Een vergelijking tussen hardmetalen en PCD-gereedschappen wees uit dat PCD-gereedschappen en hardmetalen gereedschappen een ongeveer gelijke snijkraftafhankelijkheid van de verspanningscondities geven, maar dat hardmetalen gereedschappen na korte tijd versleten waren vanwege de vereiste hoge snijnsnelheden [12]. Daarom wordt de zogenaamde "diamond cut" toegepast; deze is opgebouwd uit een aantal snijkanten (zie figuur A). De snijkanten snijden elkaar een aantal malen



Figuur 13 Invloed van verspaningsparameters op snijkracht en beschadiging bij boren van aramide-VVK



Figuur 14 Invloed van mee- of tegenlopend frezen op oppervlakteruwheid van een koolstoflaminaat

op de omtrek bij dit ontwerp. Galvanisch gebonden diamantslijpstiften hebben de neiging te verstopen met verspaande deeltjes. Dit kan leiden tot vergrote wrijving en daardoor tot smelten of verbranden van het gesneden vlak. Verder leidt het gebruik van grove korrels, die noodzakelijk zijn voor het gleuffrezen ($a_e / D = 1$), tot een relatief ruw oppervlak [12, 17, 20].

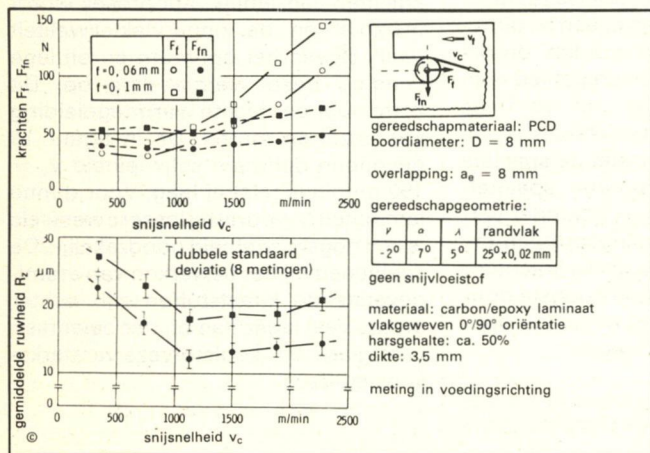
De beste bewerkingskwaliteit bij het trimmen van glas- en koolstofvezelversterkt materiaal wordt verkregen bij meelopend frezen, onafhankelijk van gereedschapsgometrie en verspaningscondities. Het voorbeeld van figuur 14, een koolstoflaminaat, laat zien dat de gemiddelde ruwheidshoogte en de constantheid daarvan aan de meeloop-freeskant veel lager is dan aan de tegenloop-kant.

Net als bij het boren is ook bij routeren de grootte van de snijkracht en de oppervlaktekwaliteit sterk afhankelijk van de vezeloriëntatie. Dit wordt bevestigd door andere bronnen zoals [22]. De grootste krachten en de slechtste kwaliteit treden op bij een drukbelasting onder 45°. De laagste kracht treedt op als de snede evenwijdig aan de vezels loopt, want dan wordt de matrix in plaats van de veel sterkere vezel verspaand.

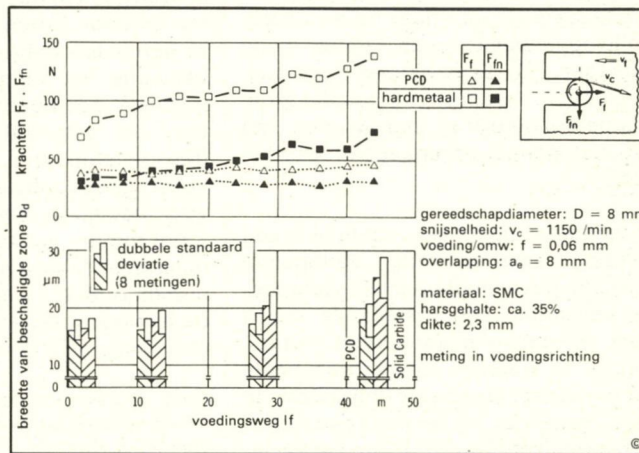
Bij een constante voeding per omwenteling kan t.a.v. de oppervlakteruwheid een optimale snijnsnelheid gevonden worden (figuur 15). Naast dit optimum, dat bij verschillende voedingssnelheden en bij verschillende gereedschappen wordt gevonden, stijgt de kracht in de voedingsrichting en wordt de oppervlakteruwheid groter.

PCD-gereedschappen zijn qua standtijd verreweg superieur aan hardmetalen gereedschappen. Zelfs na een snijweg van meer dan 40 meter was bij het PCD-gereedschap alleen een lichte teruggang in geproduceerde oppervlaktekwaliteit te vinden, terwijl bij het hardmetalen gereedschap een duidelijke vergroting van de snijkracht en afname van de oppervlaktekwaliteit optrad. Behalve een vergroting van de snijkantsafroning van $r_z = 9 \mu\text{m}$ tot $r_z = 14 \mu\text{m}$ werd geen slijtage van de PCD-snijanten waargenomen, zie figuur 16.

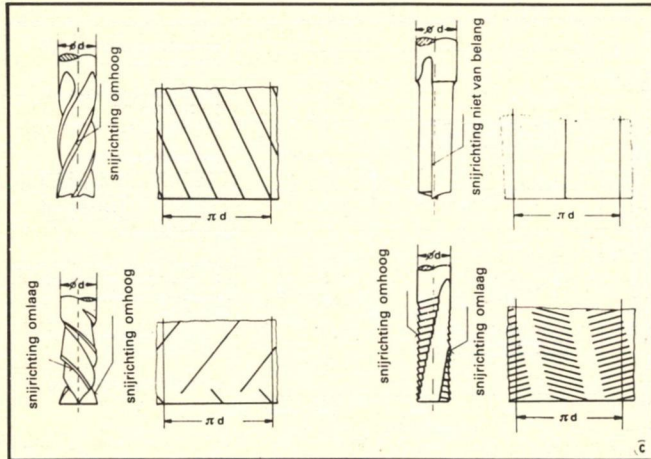
Conventionele frezen met een in een richting schroefvormig verlopende snijkant (linksboven in figuur 17) zijn niet geschikt voor het routeren van AFRP [10, 13, 18, 19], omdat er rafelen optreedt. Dit wordt veroorzaakt door axiale snijkrachten in de toplaag, die



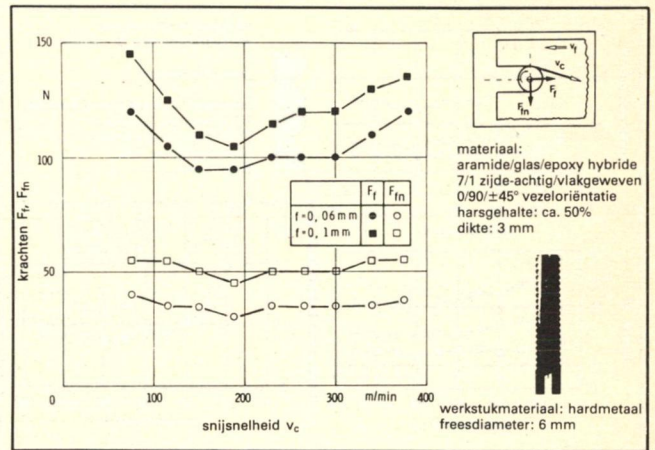
Figuur 15 Invloed van verspaningsparameters op krachten en oppervlakteruwheid van een koolstoflaminaat



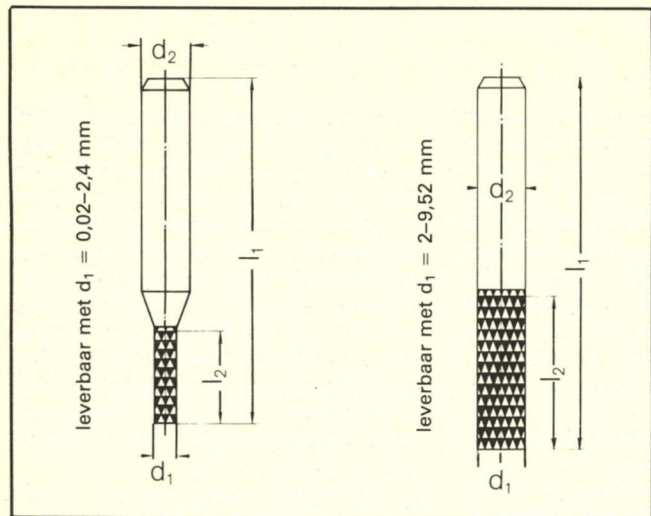
Figuur 16 Invloed van lengte voedingsweg op krachten en oppervlakteruwheid voor verschillende routers



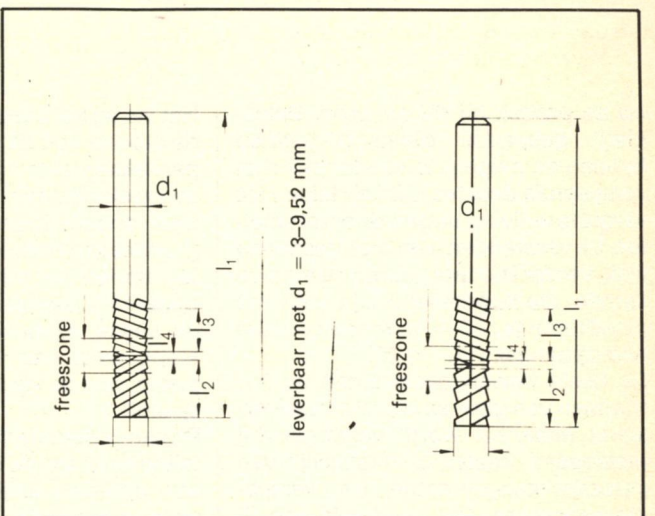
Figuur 17 Gereedschapsgeometrie van verschillende router-ontwerpen



Figuur 18 Invloed van verspaningsparameters op krachten bij routen van aramide-VVK



Figuur A Twee uitvoeringen van frezen met "Diamond Cut"; toepassing frezen van omtrekken en randen van platen voor gedrukte bedrading en VVK.



Figuur B Twee uitvoeringen van frezen met "tegengesteld gespiraliseerde snijkanten" links met voor beide delen gelijke vertanding en rechts met een deel fijne en een deel grove vertanding; toepassing: links aramidevezelversterkte kunststoffen tot 3 mm dik; rechts: voor grotere dikten mits op goede hoogte ingesteld en uitgehard materiaal.

niet ondersteund wordt door aangrenzende lagen. Een rechte snijkant (rechtsboven) geeft eerst een goed bewerkingsresultaat, maar na zeer korte snijweg ontstaat reeds rafelen in de toplagen [10]. Zelfs bij zeer hoge snijnelheden, die alleen met relatief grote diameters bereikt kunnen worden, kan dit niet geheel tegengegaan worden [24].

In tegenstelling tot een rechte of in een richting schroefvormig verlopende snijkant, geven tegengesteld verlopen de snijkanten een wisselende kracht over het gehele snijoppervlak (rechts- onder) of krachten gericht van beide toplagen naar binnen toe (linksonder) te zien. Net als bij het boren is een radius van de snijkant van 10-15 µm het beste.

De frees linksonder, duwt de vezels continu naar het midden van het werkstuk en geeft minder dynamische krachten. Dit soort frezen kan alleen bij dikke laminaten gebruikt worden, omdat vanwege het kleine werkgebied een precieze positionering van de frees t.o.v. het materiaal noodzakelijk is. De frees verstopt snel, omdat de speciale vorm geen onbelemmerde spaanafvoer toelaat. De frees rechtsonder vertoont minder verstoppingsproblemen, maar geeft meer dynamische krachten: met dit ontwerp werd de hoogste door de bewerkingskwaliteit bepaalde optimale snijnelheid verkregen.

Noot: Andere bronnen geven aan dat met frezen volgens figuur B de beste resultaten verkregen worden.

Onder deze, van de voeding afhankelijk optimale snijnelheid stijgen de krachten aanzienlijk: het proces wordt instabiel en de oppervlaktekwaliteit daalt. Boven het optimum en bij lage voeding treedt verbranding op. Dit komt door de slechte warmtegeleiding van vezel en matrix. De in figuur 18 gevonden optimale snijnelheid $v_o = 190\text{ m/min}$ is relatief laag. Voor dunne laminaten en vooral bij lossere weefsels is een hogere snelheid noodzakelijk. De snelheden bij het bewerken van aramideversterkte kunststoffen zijn echter steeds veel lager dan bij het bewerken van glas- en koolstofvezelversterkte kunststoffen.

In een vervolg op dit artikel wordt ingegaan op de bewerking van vezelversterkte kunststoffen door middel van waterstralen en laserstralen.

Dit vervolg wordt niet in Mikroniek geplaatst, zodat daarin geïnteresseerden wordt verzocht MB-Produktietechniek, Jaargang 52, no. 24, 23 december 1986, pag. 647 e.v. te raadplegen.

Hieronder worden wel de technische conclusies t.a.v. de drie bewerkingstechnieken geplaatst, benevens de complete literatuurlijst. Voor de conclusies ten aanzien van de economische overwegingen wordt weer verwezen naar het bovengenoemde nummer van MB-Produktietechniek.

Conclusies

Zoals aangetoond werd in de vorige hoofdstukken, zijn de drie in dit artikel beschreven technieken, verspanen, waterstraalsnijden en lasersnijden, geschikt voor de meeste bewerkingen van VVK.

Mechanische gereedschappen als boren en frezen met scherpe snijkanten van hardmetaal, of beter nog van PCD, leveren goede prestaties in de meeste composietmaterialen. Voor glas- en koolstofvezels is een eenlipsboor of een conventioneel ontwerp met een top-hoek van 90° geschikt.

Waterstraalsnijden geeft geen enkele thermische beschadiging, maar er kan wel delaminatie of versplintering aan de uitgangszijde plaatsvinden. Dit gebeurt bij een te lage waterdruk of te hoge voedingssnelheid. Deze problemen kunnen tot op zekere hoogte opgelost worden door gebruik van speciale spuitmonden, die een minder coherente straal produceren, of door de stand-off afstand te vergroten. De snede krijgt dan wel een V-vorm. De verkregen oppervlaktekwaliteit bij dunne laminaten is vergelijkbaar met routeren, maar daalt snel met de snedediepte.

De **lasertechniek**, die bij glas- en aramidecomposieten toegepast kan worden, vereist een zeer precieze positionering van het brandpunt van de straal en een nauwkeurig in te stellen voedingssnelheid en hulpgasstroom. Vooral deze laatstgenoemde is naast de vermogensdichtheid en het intensiteitsprofiel de belangrijkste parameter ten aanzien van de thermische beschadiging van het materiaal. Dit is, behalve de rookontwikkeling, een van de grootste nadelen van de lasertechniek. Als single mode lasers worden gebruikt is de snede- en oppervlaktekwaliteit zeer goed, vooral bij dunne laminaten.

Literatuur

- [1] N.N.: Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde in der Kunststofftechnik; Der Konstrukteur 11/1984, p.p. 6-18.
- [2] Menges, G.: Werkstoffkunde der Kunststoffe; Carl Hanser Verlag, Wien 1985.
- [3] Sächtling, H.- Kunststoff Taschenbuch; Carl Hanser Verlag, Wien 1983.
- [4] Schwartz, O.: Glasfaserverstärkte Kunststoffe; Vogel Verlag 1975.
- [5] N.N.: At Ford and GM., Robots Quickly Trim Parts; Plastics Technology, June 1984, p.p. 23, 25.
- [6] van Cleave, R.A.: Laser Cutting Plastic Materials; Bendix Division, Rev: BDX-613-2476 Kansas City, August 1980.
- [7] van Cleave, R.A.: Laser Cutting Shapes in Plastics; Bendix Division, Rev: BDX-613-2727 Kansas City, December 1981.
- [8] van Cleave, R.A.: Laser Cutting Plastics; Bendix Division, Rev: BDX-613-2906 Kansas City, April 1983.
- [9] Vanderwert, T.L.: Machining Plastics...with Lasers; Manufacturing Engineering, November 1983, p.p. 55-58.
- [10] König, W. et al.: New Developments in Drilling and Contouring of Composites containing Kevlar; SAMPE Fifth Technology Conference 12th-14th June 1984, Vol. 2, Paper 16.
- [11] König, W., Meis, F.U., Grass, P., Wulf, Ch. en Willerscheid, H.: Konturbearbeitung faserverstärkter Kunststoffe; VDI-Z Bd. 126 (1984) Nr. 21, p.p. 785-790.
- [12] König, W., Wulf, Ch. Grass, P. en Willerscheid, H.: Endbearbeitungstechnologien für Faserverbundwerkstoffe; Vortrag auf dem Symposium "Stand der Fertigung bei technischen Teilen aus Faserverbundwerkstoffen", Aachen, 08.11.1984.
- [13] Autorenkollektiv: Innovation bei Fertigungsverfahren; Vortrag auf dem Aachener Werkzeugmaschinenkolloquium, Aachen, 07./08.06.1984.
- [14] König, W., Schmitz-Justen, C.: Improvements in Machining Quality and Tool Life at Drilling and Countersinking of Composites with Kevlar; The Design and Use of Kevlar in Aircraft, DuPont, Genf 1982.
- [15] N.N.: Untersuchung von Delaminationserscheinungen beim Bohren von CFK-Material; MBB WF Information 4/83, p.p. 29-35.
- [16] Lampa, W.: Spanende Bearbeitung von faserverstärkten Kunststoffen im Flugzeugbau; Vortrag auf der DGLR Jahrestagung, 17.-19. Okt. 1983, München.
- [17] Menges, G., Neise, E.: Automatisierte Nachbearbeitung mit Industrierobotern; Vortrag auf dem Symposium "Stand der Fertigung bei technischen Teilen aus Faserverbundwerkstoffen" Aachen, 08.11.1984.
- [18] N.N.: A Guide to Cutting and Machining Materials Containing Kevlar Aramid Fiber; DuPont, Wilmington, December 1983.
- [19] Heintze, A.: Cutting and Machining Composites Reinforced with Kevlar 49; DuPont, Genf 1983.
- [20] Menges, G., Graufus, A., Neise, E. en Saars, M.: Nachbearbeitung von GFK-Bauteilen mit Industrierobotern; IDR 18 (1984) Nr. 2, p.p. 109 ff.
- [21] Ricciardi, G., Cantello, M. en Ghiringhello, G.: The Preliminary Tests on the Cutting of Composite Materials with Laser Beam; CIRP -Parijs, January 1984.
- [22] Tönshoff, H.K., v. Hohensee: Umrissfräsen von faserverstärkten Kunststoffen; unveröffentlichte Untersuchung, Hannover 1985.
- [23] Mackey, B.A.: How to Drill Precision Holes in Reinforced Plastics in a Hurry? Plastics Engineering, February 1980.
- [24] Wiendl, J.: Hochgeschwindigkeitsbearbeitung von Sonderwerkstoffen; Vortrag, Technische Akademie Esslingen, 18./19. März, 1985.
- [25] N.N.: Roboter schneidet mit dem Wasserstrahl; VDI Nachrichten nr. 11/1985.
- [26] N.N.: HD Wasserstrahlschneidtechnologie. Ein serienreifes Trennverfahren; Industrie Anzeiger, nr. 31/1982.
- [27] Engemann, B.K.: Water Jet Cutting of Fibre Reinforced Composite Materials; Industrial + Production Engineering 3/1981.
- [28] Jones, S.L.: Metal Jet Cutting Advances; American Metal Market/Metalworking News, April 1982.
- [29] Reichmann, J.M. en Chevny, J.B.: Water Jet Cutting of Deep Kerfs; Paper E2, 4. International Symposium on Jet Cutting Technology (4.ISJCT) 1978, Kent (GB).
- [30] Yanaida, K.: Flow Characteristics of Water Jets; Paper A2, 2. ISJCT, 1974, Cambridge (GB).
- [31] König, W. en Wulf, Ch.: The Influence of the Cutting Parameters on Jet Forces and the Geometry of the Kerf; Paper D2, 7. ISJCT, 1984, Ottawa (Can).
- [32] König, W. en Wulf, Ch.: Abschlussbericht zum DFG Forschungsvorhaben Nr. 361/33. Grundlagen und Technologie des Wasserstrahlschneidens.
- [33] Haferkamp, H., Louis, H. en Schikorr, W.: Precise Cutting of High Performance Thermoplastics. Paper G2, 7. ISJCT, 1984, Ottawa (Can).
- [34] Walther, L. en Gerber, D.: Infrarotmesstechnik; VEB Verlag Technik Berlin 1983.
- [35] N.N.: Materialbearbeitung mit CO₂ Hochleistungslasern; Rofin-Sinar, Hamburg.
- [36] Engel, S.L.: Laser Cutting of Thin Materials; Based on SME Paper No. MR 74-960 presented at the Lasers in Manufacturing Conference, Chicago, December 3-5, 1974.
- [37] Tönshoff, H.K.: Comparison of LBM, Grinding, Milling and Jet Cutting to Machine Fiber Reinforced Plastics; 34-General Assembly of CIRP-Madison (USA), 24.08.1984.

Technisch wetenschappelijke zakcomputer

Met de introductie van de HP-28c bracht Hewlett Packard een revolutionaire wetenschappelijke zakcomputer op de markt. Hiermee kan de gebruiker niet alleen met cijfers, maar ook met algebraïsche formules werken. Vergelijkingen kunnen op elke manier en in elke volgorde worden ingevoerd en vastgelegd. De te bepalen variabelen kunnen op een willekeurige plaats in de vergelijking staan. Via menu's op het scherm en functietoetsen biedt hij mogelijkheden voor het oplossen van problemen zonder dat er een programma voor geschreven moet worden.

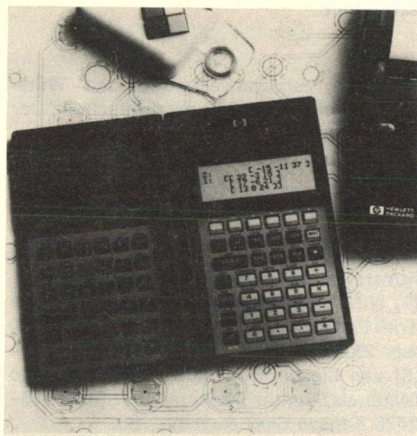
De HP-28c is zo ontworpen dat de vele mogelijkheden eenvoudig te gebruiken zijn. Het besturingssysteem zorgt dat de gebruiker tegelijk met RPN-operatoren (Reverse Polish Notation) ook algebraïsche gegevens kan invoeren. De omrekenwaarden van 120 verschillende eenheden liggen vast en kunnen op elke gewenste manier gecombineerd worden. De HP-28c is speciaal ontworpen voor wetenschappers, technici, wiskundigen, computerspecialisten en studenten.

Als optie is een compacte thermische printer leverbaar die door middel van een infraroodverbinding met de zakcomputer communiceert binnen een afstand van 50 cm. Naast de vele mogelijkheden biedt de HP-28c ook veel tijdswinst.

Uitvoering: apart toetsenbord voor cijfers en letters; vier regelige LCD-display van 23 tekens; afmetingen opengeklaapt 19 x 15,8 x 1,27 cm; gewicht 227 gram.

Enkele kenmerken:

- werken met algebraïsche formules, - differentiaal en integralen,
- oplossen van vergelijkingen,
- plotten van functies en data,
- lineaire algebra, matrix en vectorbewerkingen,
- complexe getallen,
- binair rekenen en stelselconversies,
- geavanceerde statistische bewerkingen,
- programmeerbaar,
- eenheidsconversies met 120 ingebouwde functies,
- thermische printer (optie) met infrarood communicatie,
- LCD-display met vier regels van 23 tekens,
- 128 Kb ROM-geheugen, 2 Kb RAM,
- gescheiden alfabetisch en numeriek toetsenbord,
- alle functies kunnen via menu's en functietoetsen worden geactiveerd.



Voor uitvoerige info:
Hewlett Packard Ned. BV,
Startbaan 16,
1187 XR Amstelveen,
tel. 020-5476666.

Statistische Data Analyser

Met de nieuwe "Elcometer 500" introduceerde Elcometer Instruments een draagbaar en compact instrument voor Statistische Proces Controle (SPC) op de productievloer. De Elcometer 500 is speciaal voor dit doel ontwikkeld. Met een druk op de knop verzamelt de controleur alle noodzakelijke gegevens.

De software maakt het voor de controleur eenvoudig, hij hoeft alleen maar de metingen uit te voeren. Een praktisch en overzichtelijk toetsenbord en display zorgen ervoor dat "kenwoorden" op het display hem direct informeren waar hij de volgende meting moet verrichten. Een vier-regelig display en een alfanumeriek toetsenbord hebben de opbouw van dit instrument eenvoudig gehouden. Een groot voordeel van de Elcometer 500 is zijn flexibiliteit.



Met een aantal eenvoudig te bevestigen modules of een directe aansluiting aan een RS 232, kan de Elcometer 500 direct geschikt gemaakt worden voor elk meetinstrument met een elektronische uitgang, hetzij serieel, parallel, analoog of torsië. Zo kan de Elcometer 500 met een module laagdikten meten op ferro- of non-ferro-metalen maar evenzo de lengte, diameter, afstand, hoogte, enz. als hij aangesloten is op een schroefmaat, schuifmaat en dergelijke.

Met het 32K ROM en 32K RAM geheugen kunnen alle metingen in het instrument opgeslagen en geanalyseerd worden zonder dat down-loading van programma's uit een PC nodig is. SPC analyse is met de Elcometer 500 heel gemakkelijk. De meetwaarden kunnen geanalyseerd en opgeslagen worden in arrays of datablokken, terwijl hoge en lage grenswaarden opgegeven kunnen worden. De statistische informatie omvat het gemiddelde, het gebied, de standaarddeviatie, het gemiddelde plusminus $3 \times$ standaarddeviatie (instelbaar van $\frac{1}{2}$ tot $9 \times$ standaarddeviatie), minimum en maximum meetwaarde, aantal metingen beneden en boven de ingestelde grenzen zowel als een waarschuwing "buiten de tolerantie". SPC informatie omvat ook controlekaarten (x en R, of x en sigma), histogrammen voor grafische presentatie en geschiktheidsrapporten zowel als pure meetwaarden rapporten.

De Elcometer 500 verstrekt alle informatie aan de controleur op één van de drie mogelijkheden:

- op het display voor directe terugkoppeling,
- via een printer voor grafische informatie of
- via een computer, voor langdurige opslag.

De kwaliteitsinspecteur kan storingen in het proces direct vaststellen en corrigeren.

Als extra aanvulling op het model 500 levert Elcometer Datastat, een software pakket voor Statistische Proces Controle voor gebruik op IBM en andere computers die op MSDOS of CMP86 draaien. De analytische mogelijkheden van Datastat zijn gelijk aan die van de Elcometer 500 maar Datastat is voor gebruik in situaties waar langetermijn opslag gewenst is.

Voor uitvoerige info:
ROWA Techniek BV,
Postbus 131,
2350 AC Leiderdorp,
tel. 071-410261.

Zaagbladslip- automaat

Een automaat voor het slijpen van cirkelzaagbladen is onlangs door Germa Hengelo op de markt gebracht onder type nr. Tempo EC 400/500.

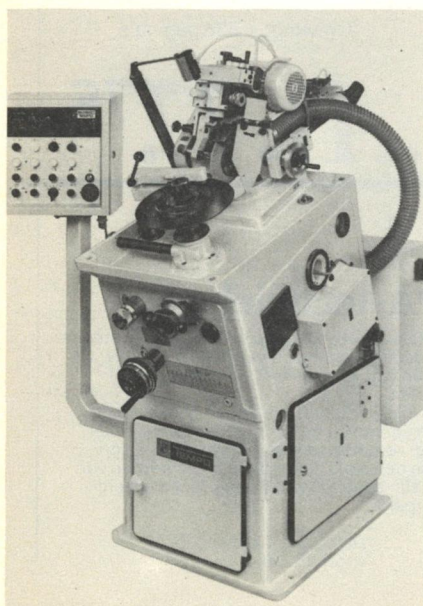
Deze door het Westduitse bedrijf August Heinrich Schmidt ontwikkelde machine biedt een aantal aantrekkelijke mogelijkheden. Hij heeft een geavanceerde elektronische besturing en bij verwisseling van werkstukken zijn flinke tijdsbesparingen te maken. Elke gewenste slijpbewerking is door middel van keuzeschakelaars instelbaar.

Op een overzichtelijk bedieningspaneel geven LED's zowel tijdens het instellen als gedurende het slijpen duidelijke informatie met betrekking tot het bewerkingsproces. Hierdoor zijn vergissingen vrijwel uitgesloten.

De automaat is geschikt voor het veranden en slijpen van HSS cirkelzaagbladen, segmentcirkelzaagbladen voorzien van hoektanden, boogtanden en speciaal op zwaar werk berekende tanden in de vormen A, B en C volgens DIN 1840. Met een schakelaar is het aantal tanden instelbaar (van 20 tot 999). De gewenste tandvorm wordt met een tweede schakelaar bepaald. Er is keuze uit tien verschillende tandvormen; de volgende drie hiervan zijn standaard in het basisprogramma opgenomen:

- hoektand,
- vlakke boogtand met vrijloophoek van 12°,
- hoge boogtand met vrijloophoek van 8°.

Tijdens de bewerking is er een automatische aanzet van de slijpschijf. De ge-



wenste slijpdiepte is instelbaar tot 3,8 mm.

De Tempo EC 400/500 is voorzien van een ingebouwd automatisch doorvoermechanisme voor het in één bewerking slijpen van de voor- en nasnijtanden bij op zwaar werk berekende vertanding. Ook is er een mogelijkheid voor het onderbroken roteren van het zaagblad, dit biedt de mogelijkheid om schijven waarvan één of meer tanden stuk zijn geheel rond te slijpen en te voorzien van een nieuwe vertanding.

De machine is standaard voorzien van een slijpschijf met een diameter van 200 mm. De Tempo EC 400/500 is in twee uitvoeringen leverbaar:

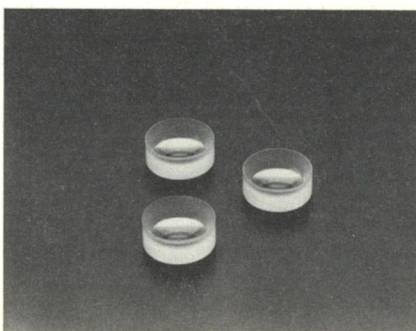
- a. Geschikt voor cirkelzaagbladen met een diameter van 20 mm tot 400 mm,
- b. Geschikt voor cirkelzaagbladen met een diameter van 120 mm tot 500 mm.

Voor uitvoerige info:
Germa Hengelo BV,
Postbus 355,
7550 AJ Hengelo (Ov),
tel. 074-915757.

Lenzen met korte negatieve brand- puntsafstand

Melles Griot heeft een uitgebreid programma lenzen direct uit voorraad leverbaar.

Er zijn nu lenzen met een korte negatieve brandpuntsafstand in opgenomen. De toepassingen van deze lenzen zijn de laatste jaren sterk toegenomen. De kleinste lens in deze reeks heeft een brandpuntsafstand van -10 mm, een diameter van 5 mm en een randdikte van 2,3 mm, het produktnummer is OILPK002. Een grotere lens produkt-nummer OILPK004 heeft een brandpuntsafstand van -15 mm, een diameter van 8 mm en een randdikte van 3 mm. Beide lenzen zijn ontworpen voor een golflengte van 546 nm.

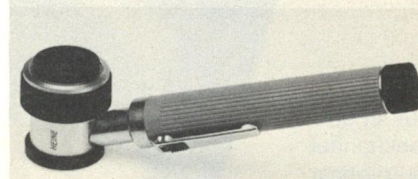
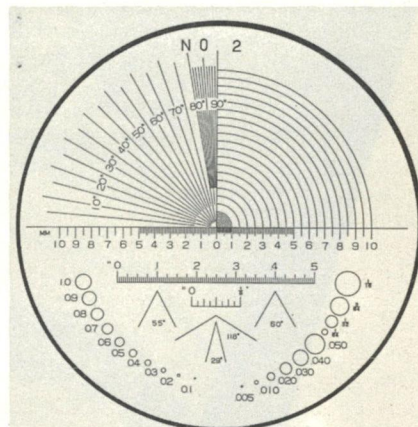


Dit is slechts een greep uit het uitgebreide standaardpakket. Tevens zijn er nog 44 andere plano-cuncane lenzen beschikbaar. De brandpuntsafstanden en diameters van deze lenzen lopen op tot resp. 600 mm en 95 mm.

Voor uitvoerige info:
Melles Griot BV,
Postbus 272,
6900 AG Zevenaar,
tel. 08360-33041.

Meetloep

VIBA heeft haar programma meet- en beproevingsapparatuur uitgebreid met een meetloep van Heine Optotechnik. Deze loep is bijzonder geschikt voor het meten van hoeken, radii, lengtes en boringen.



De ingebouwde verlichting wordt verzorgd door een 2,5 V halogeenlamp en gevoed door twee batterijen. Het geheel biedt een 10 x vergroot en haarscherp beeld. Door gebruik te maken van de focusveermogelijkheid is het voor bilddragers ook mogelijk zonder probleem met deze meetloep te werken. De loep is ook leverbaar in een 3,5 V uitvoering.

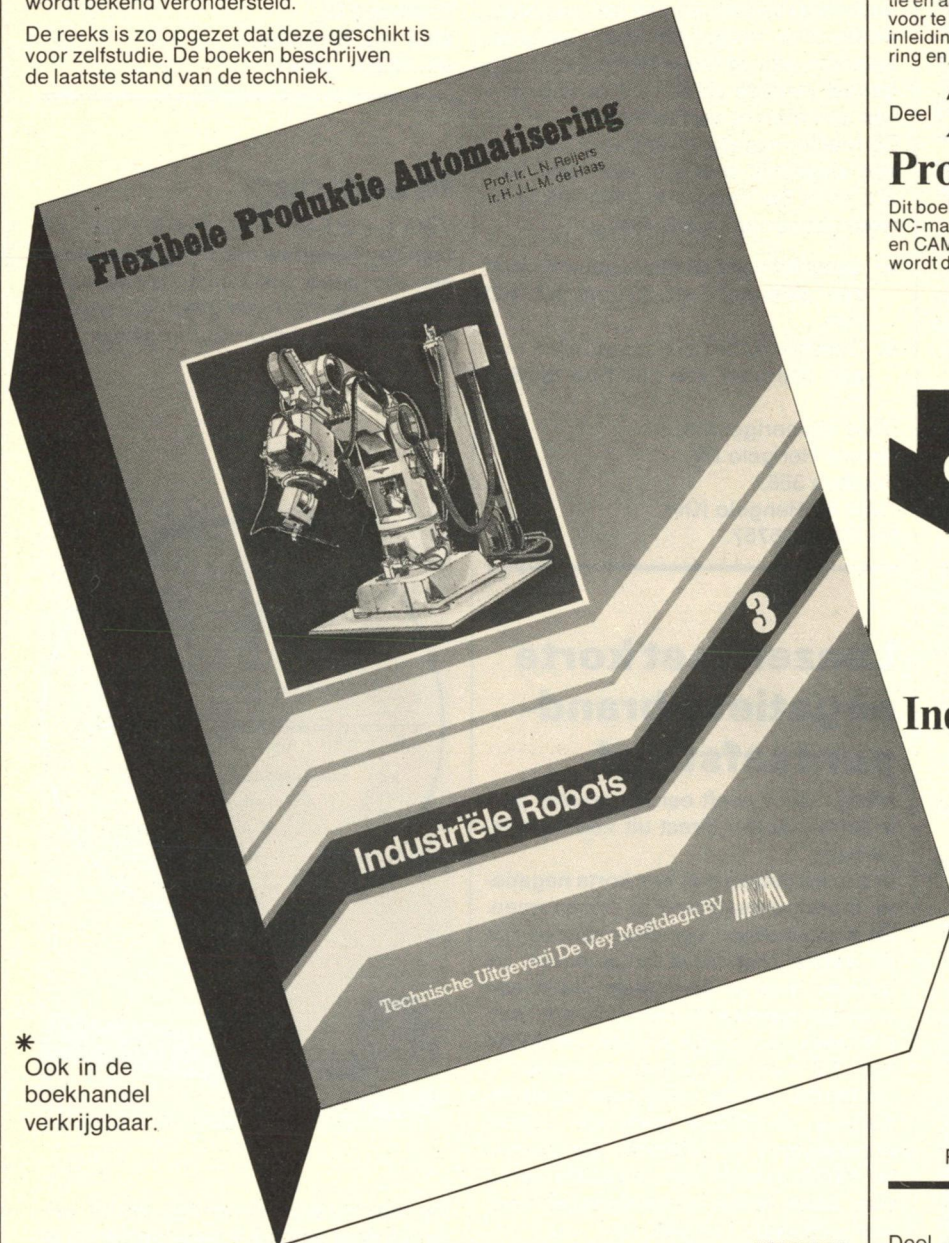
Voor uitvoerige info:
VIBA NV,
Koningin Emmakade 199,
2518 JP Den Haag,
tel. 070-469650.

H' werkplaatsinformatie

Flexibele Produktie Automatisering

De reeks Flexibele Produktieautomatisering bestaat uit 4 boeken die handelen over flexibele automatisering van produktiemiddelen. Deze "fabrieksvloerautomatisering" vormt een onderdeel van de flexibele automatisering, die in toenemend tempo doordringt in alle gebieden van de industriële bedrijvigheid. Flexibele automatiserings-hulpmiddelen, gebaseerd op moderne computertechnologie, dringen nu in snel tempo door in de drie hoofdgebieden van een productiebedrijf: het produktontwerp (CAD), de produktiebesturing (MRP) en de automatisering in de produktie (CAM). Het is de automatisering in het derde gebied, de produktie, waarop deze boekenreeks zich concentreert. Automatisering in de andere twee hoofdgebieden komt ter sprake waar raakpunten liggen met de "fabrieksvloerautomatisering". Het doel van deze vier boeken is een brede introductie te verschaffen voor zowel gebruikers als ontwerpers van flexibel geautomatiseerde produktiesystemen. Een algemene kennis van produktietechnieken wordt bekend verondersteld.

De reeks is zo opgezet dat deze geschikt is voor zelfstudie. De boeken beschrijven de laatste stand van de techniek.



* Ook in de boekhandel verkrijgbaar.

Technische Uitgeverij De Vey Mestdagh BV
Markt 51 • 4331 LK Middelburg



Wij verzoeken u te leveren: _____ ex. "Industriële Robots"

NAAM _____

ADRES _____

POSTCODE _____
PLAATS _____

Zenden aan Technische Uitgeverij De Vey Mestdagh BV - Markt 51 - 4331 LK Middelburg Nederland

De boekenreeks is als volgt samengesteld:

Deel **1**

Numerieke besturing

Een inleiding op numeriek bestuurd productie-machines, zoals gereedschapswerktuigen, industriële robots en meetmachines en hun applicaties. Dit deel geeft de lezer voldoende kennis van zaken van de werking en de eigenschappen van numerieke besturing om een gefundeerde selectie en aanschaf van afzonderlijke NC-machines voor te bereiden. Dit boek vormt een algemene inleiding in de Flexibele Produktieautomatisering en kan afzonderlijk worden bestudeerd.

Deel **2**

Produktiesystemen

Dit boek gaat in op de integratie van afzonderlijke NC-machines tot produktiesystemen. DNC, FFS en CAM zijn hier de sleutelwoorden. In dit boek wordt de inhoud van deel 1 bekend verondersteld.



Industriële Robots

Auteurs:
Prof. Ir. L. N. Reijers
Ir. H. J. L. M. de Haas

Dit deel geeft een algemene inleiding tot industriële manipulators en hun toepassingen. Gezien het toenemend belang van industriële robots en gezien de breedte van het applicatiegebied is dit onderwerp in een apart deel ondergebracht. Het boek is zo opgezet dat het afzonderlijk kan worden bestudeerd.

Omvang: ± 536 pagina's.

Prijs **fl. 77.⁷⁵**

Deel **4**

FPA-technieken

In de delen 1 tot en met 3 zijn de diverse systeem-onderdelen beschouwd vanuit de gebruiker: als gesloten black boxes met specifieke eigenschappen.

Deel 4 kijkt in de black boxes en gaat in op de werking ervan en de onderliggende principes. Dit deel veronderstelt de stof van de drie voorgaande delen als bekend. De onderwerpen van deel 4 zijn speciaal van belang voor systeem-ontwerpers.

* Delen 1, 2, 4 zijn nog in voorbereiding.