

Mikroniek

(4) JAARGANG 37

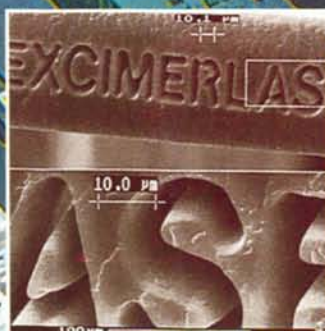
50 jaar
precisietechnologie
congres op
25 september a.s.

Wedijveren in precisie

Compacte objectieven



Excimeerlaser



NVPT VAKBLAD VOOR PRECISIE-TECHNOLOGIE

PRECISIE OPTISCHE COMPONENTEN

Lenzen in standaard waarden of geheel volgens Uw specificatie. Onze slijperij kan t/m testglas-controle, optische kwaliteits onderdelen leveren

- Lenzen en Prisma's
- Optische Bovenvlakspiegels, Deel-Spiegels, Achtervlak Spiegels
- Testglazen, Optische Vensters
- Coaten met metalen Fluoriden op uw Substraten en Spiegels
- Bosscreens en Matglazen voor camera's
- Precisie glasbewerking in Standaard Glas, Optisch Glas, Kwarts Glas en Kwarts kristal



STABILIX B.V.
Burg. Hovylaan 84
2552 AZ DEN HAAG
tel. 070 - 3970061
fax 070 - 3979321

Physik Instrumente:

Produkten voor micro-positionering



Piezo-electrische flexure stages / sub-assemblies

Physik Instrumente is een wereldwijd gevestigde naam op het gebied van micro-positionering tot in het sub-nanometer gebied. Het programma omvat onder andere translatie- en rotatiesleden, piezo-translatoren, capacitieve sensoren, kortom alles wat met micropositioneren te maken heeft, in vele vormen en combinaties.



Laat u vrijblijvend informeren of vraag de schitterende Physik Instrumente catalogus op bij:

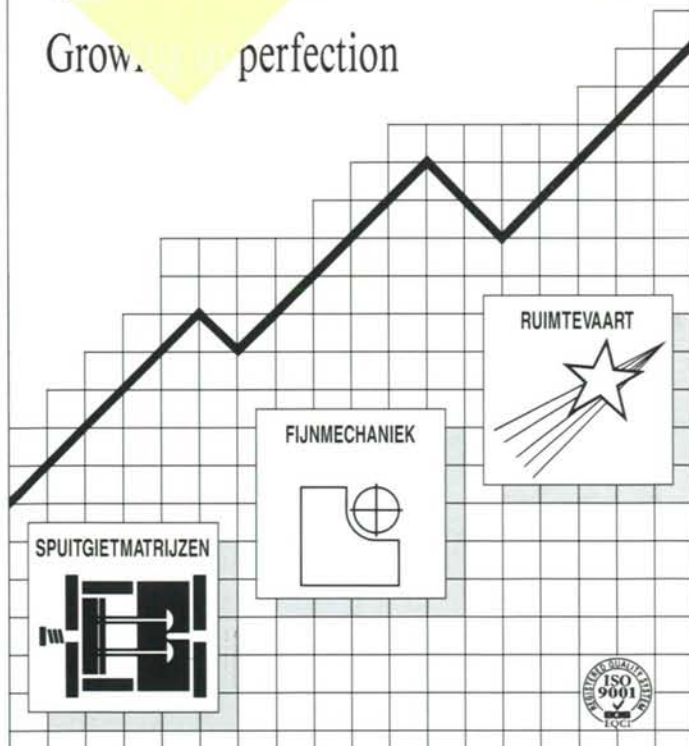
APPLIED LASER TECHNOLOGY

Applied Laser Technology BV
Best, tel: (031)-499-375 375
fax: (031)-499-375 373

Uw partner voor een deskundig advies.

PEDED TECHNIEK

Growth in perfection



©PEDED TECHNIEK Martijn Van Torhoutstraat 15, B-9700 Oudenaarde
Tel 32 (0) 55 31 35 61 • Fax 32 (0) 55 31 26 85

main supplier

Onze specialiteit is micro-assemblage van functionele componenten met buitenafmetingen tot maximaal 40x42x50 mm. Liefst met electronica/optica geïntegreerd.

Onze fijnmechanische kennis van serieproductie en assemblage is gebaseerd op onze intensieve contacten met de Zwitserse fijnmechanische industrie. Daardoor zijn wij tevens in staat u bij de engineering en product-optimalisatie ter zijde te staan.



micro  montage

Postbus 3108 - NL 3760 DC SOEST - Holland

GROOT IN HET KLEINE

In dit nummer

94 *50 jaar precisietechnologie*
Editorial

96 *IPES- en UME-congres*
J. Gerritsen

99 *Actueel*

104 *Monolistisch teleoptisch systeem, compacte objectieven*
Harrie Rutten, Bart Postema, Rik ter Horst

108 *Metaal en kunststof*
Frans Zuurveen

112 *Beter ten halve gekeerd dan ten hele gedwaald !*
F.J. Siers

115 *Eximineerlaser in de glas- en keramiekindustrie*

123 *Produktinfo*



AANDRIJFTECHNIEK IN PRODUCTIESYSTEMEN

ELEKTRISCHE EN HYDRAULISCHE SYSTEMEN

ELEKTRISCHE AANDRIJVINGEN EN BESTURINGEN

DINSDAG 16 SEPTEMBER 1997

Voorzitter: Prof.dr.ir. A.J.A. van der Put, TU Eindhoven

HYDRAULISCHE AANDRIJVINGEN EN BESTURINGEN

DONDERDAG 18 SEPTEMBER 1997

Voorzitter: Dr.ir. P.C. Teerhuis, TU Delft

**Twee ochtend-
congressen bij
de beurs
Aandrijftechniek
Inclusief lunch,
beurscatalogus
en gratis bezoek
aan de beurs**



DE OCHTENDCONGRESSEN VINDEN PLAATS OP 16 EN 18 SEPTEMBER 1997 IN DE
CONGRESZAAL VAN DE JULIANAHAL IN DE JAARBEURS TE UTRECHT

Ochtendcongressen Aandrijftechniek in productiesystemen, 16 en 18 september 1997

Bedrijf	:	
Adres	:	
PC & Plaats	:	
Factuur t.a.v.	:	
Telefoon	:	Fax:
E-mail:		

Wenst deel te nemen aan seminar:

Elektrische aandrijvingen ☐ Hydraulische aandrijvingen ☐ Beide ☐

Wenst tevens opgenomen te worden in leveranciersoverzicht ☐ JA / ☐ NEE

Naam deelnemers & functie:	

Datum:	Handtekening:
--------	---------------

AANMELDING

Met de aangehechte kaart, bij voorkeur per fax.
Faxnummer: 010 - 452 2398
Per post aan: Techno Bridge,
Postbus 1738, 3000 DR ROTTERDAM

BETALING

Als bevestiging van uw aanmelding ontvangt u een factuur. De deelnameprijs is f 295,- p.p. per congres, excl. BTW. Bezoekt een bedrijf beide congressen dan betaalt men f 500,- p.p. voor deelname aan de twee ochtendcongressen. Dit bedrag moet uiterlijk 25 september 1997 zijn voldaan. In dit bedrag zijn inbegrepen de deelnemerskosten, verfrissingen, lunch beurscatalogus en bezoek aan de beurs Aandrijftechniek.

ANNULERING

Annulering dient schriftelijk te geschieden. Tot 9 september 1997 zijn de annuleringskosten f 75,- daarna is het volledige bedrag verschuldigd. U kunt echter zonder verdere formaliteiten een plaatsvervanger laten deelnemen.

Uitgave: NVPT

Redactie:

Dr. ing. D. Blank
Dr. J. Elders
Ir. S. van de Graaf (hoofd redactie)
H.M.C. Heubers
M.N. Koning
Ir. G. Nützel
Dr. ir. P.C.J.N. Rosielle
H.G.J. Rutten
Dr. ir. J. Verkerk

Redactiesecretariaat:

Mikroniek
Postbus 80.004, 3508 TA Utrecht
Telefoon: 030-2531710 / 2531639

Redactie-adviesraad:

Prof. L.H.J.F. Beckmann
Prof. dr. ir. H.F. van Beek
Prof. dr. ir. J. Bleeker
Ir. P. Brinkgreve
Ing. M.F. Dierselhuys
Prof. dr. J. Fluitman
Prof. ir. C. Heuvelman
Ir. D. de Hoop
Dr. ir. J.A. Rietdijk
Prof. dr. ir. P.H.J. Schellekens
Prof. dr. ir. Ch. Snijders
Ir. G. Vaessen
Prof. dr. ir. A.J.A. Vandenput

Advertenties:

Buro Jet bv
Postbus 1890, 2280 RW Rijswijk
Telefoon: 070-3990000; Fax: 070-3902488

Abonnementen:

Mikroniek
J. Verkerk
Postbus 80.004, 3508 TA Utrecht
Telefoon: 030-2531710 / 2531639
Fax: 030-2522267
Abonnementskosten Mikroniek:
Nederland f105,- per jaar
Buitenland f132,- per jaar
Alle prijzen excl. BTW

Secretariaat NVPT

Postbus 6367, 5600 HJ Eindhoven
Telefoon: 040-2947937; Fax: 040-2125075

Vormgeving:

Twin Design B.V., Culemborg

Lay-out en realisatie:

Twin Design B.V., Culemborg

Mikroniek verschijnt zes maal per jaar

© Niets van deze uitgave mag overgenomen of
vermenigvuldigd worden zonder nadrukkelijke
toestemming van de redactie.
ISSN 0026-3699

Terugkijkend op 50 jaar kun je je afvragen wat de rol van de precisietechnologie is geweest.

In het verleden was er aan alles gebrek. Vergeleken daarmee hebben we nu een ongehoorde hoeveelheid kennis over constructies, materialen, fabricage- en meettechnieken ter beschikking, terwijl zeer gespecialiseerde gereedschappen, machines en apparaten van uitzonderlijke kwaliteit te koop zijn.

Wat de leden van de NVPT in het verleden bond, was de behoefte aan kennisuitwisseling en het kunnen benutten van elkaars faciliteiten, maar nu dat alles zo makkelijk verkrijgbaar is, blijft dat in de toekomst dan ook zo?

Tegenwoordig leven we in een tijdperk dat gedomineerd wordt door elektronica- en informatica. Wat is dan nog de rol van de precisietechnologie?

Een interessante constatering is, dat de bouwstenen (componenten) voor de elektronische systemen gefabriceerd worden door mechanische precisiesystemen. De ontwikkeling van bijvoorbeeld een nieuwe generatie microprocessoren is daardoor afhankelijk van de ontwikkeling in precisie van de fijnmechanische fabricage-apparatuur. Hoewel dat zelden als zodanig wordt (h)erkend heeft de precisietechnologie evenzo een **sleutelpositie** in de hardware-ontwikkeling in andere vakgebieden.

Vaak wordt hier te simpel over gedacht. "Door het raadplegen van kennissystemen kun je alles te weten komen wat je wenst en anders kun je het wel kopen", is een veel gehoorde stellingname.

Dit wordt echter tegengesproken door de fanatieke ijver die bedrijven en overheden aan de dag leggen om kennis te beschermen of af te schermen. Eens te meer beseffen bedrijven dat het van levensbelang is voorop te lopen en niet in alles afhankelijk te zijn van anderen.

Veel van de recente know-how staat daarom niet in de "kennisbank" of in de boekjes. Je zult met de ontwikkelaar of specialist zelf moeten spreken om iets te weten te komen.

"Uitwisselen van kennis met vakgenoten" vervult daarom een centrale rol bij het 50 jarig jubileum van de NVPT.

Ik hoop u allen te ontmoeten op ons jubileumcongres.

J. Verkerk

vice-voorzitter NVPT

50-jaar NVPT

"Precisietechniek in een Multidisciplinaire Wereld"

Jubileumcongres en expositie op 25 september a.s. in het congrescentrum "Ros Beyaart" te Leusden.

Programma

- 10.00 **50 jaar NVPT**
Dr.ir. J. Verkerk, vice-voorzitter NVPT.
- 10.15 **Precisietechniek, de sleuteltechnologie in de Nederlandse economie**
Drs. C.J.M. Geenen, algemeen directeur
InnovatieCentra Netwerk Nederland.
- 10.35 **Mechatronisch ontwerpen, multidisciplinair beslissen**
Prof.dr.ir. M.P. Koster, Philips CFT,
Mechatronics.
- 11.15 pauze en expositiebezoek
- 11.45 **Nauwkeurig positioneren met piëzo-elektrische elementen**
Prof.dr.ir. H.F. van Beek, TU-Delft WBMT sectie Microtechniek.
- 11.05 **Ontwikkelingen en applicaties in de MicroSysteemTechnologie**
Prof.dr. J.H.J. Fluitman en dr. V.L. Spiering.
- 12.25 **Industriële applicaties van de MicroSysteemTechnologie**
Prof.dr. N.F. de Rooij, University of
Neuchatel, Institute of Microtechnology.
- 12.45 Lunch en expositiebezoek

Parallelsessies

Ontwerpen en fabriceren

- 14.00 **MART: de technische specificatie**
Prof.dr.ir. M.P. Koster, Philips CFT,
Mechatronics.
- 14.30 **Piëzo-aangedreven vervormende spiegel**
Dr.ir. J. van Dijk, Universiteit Twente.
- 15.00 pauze en expositiebezoek
- 15.30 **Precisietechniek in Canon camera's**
Ing. N.W.C. Kat, Canon Benelux.
- 16.00 **Piëzo-aangedreven vervormende optiek**
Dr.ir. G. van Scholten, Philips Research.

Technologie / electronica

- 14.00 **Zelflerende regelingen**
Dr.ir. Th.J.A. de Vries, Universiteit Twente.
- 14.30 **Elektrische netwerken**
Dr.ir. P. van Haren, IGF Universiteit Utrecht.
- 15.00 pauze en expositiebezoek
- 15.30 **Smart disk**
Prof.dr.ir. M.P. Koster, Philips CFT,
Mechatronics.
- 16.00 **Lineaire magneetlagers**
Ir. A. Molenaar, TU-Delft.

PT toepassingen

- 14.00 **Medische PT**
Prof.dr.ir. C.J. Snijders, Erasmus Universiteit
Rotterdam.
- 14.30 **Steward-platform**
Ir. A.J. Beltman, Philips CFT.
- 15.00 pauze en expositiebezoek
- 15.30 **Medische toepassingen geheugenmaterialen**
Dr.ir. D.Reynaerts, KU Leuven.
- 16.00 **CD-speler**
Ir. F.G.A. Homburg, Philips Optical recording lab.
- 16.30 **Conclusie en afsluiting**
Dr.ir. J. Verkerk, NVPT.
Drankje in informele sfeer.
- 18.00 Sluiting expositie.

Voor nadere informatie:

Technovision & Solution
Postbus 1738, 3000 DR Rotterdam
Telefoon: 010 - 408 2162
Fax: 010 - 452 2398
en
Secretariaat NVPT
Telefoon: 040 - 294 7937
Fax: 040 - 212 5075

IPES- en UME-congres

Twee internationale congressen Precisietechnologie

J. Gerritsen

Het bezoek aan het
nieuwe
Reinraumzentrum
(Forschung und
Metrologie an
Mikrostrukturen) van
de Physikalisch-
Technische
Bundesanstalt, zie bij-
gaande foto, was een
hoogtepunt



De congresprogramma's bevatten een keur van onderwerpen waarvan hierbij een kort verslag,

Maandag 26 mei

Trends and Priorities in Precision Engineering and Nanotechnology, waarbij wereldwijd bekende specialisten een serie voordrachten verzorgden over precisietechniek en processen in de precisietechnologie, zoals die worden toegepast in de wetenschap en in de industrie.

's Avonds was de officiële opening door F.Mc Keown en een voordracht door prof. Warneke (President Fraunhofer Gesellschaft) met als titel "The future of manufacturing in highly industrialized countries". Hierbij belichtte hij de voortrekkersrol die de fijnmechanische techniek in al deze nieuwe ontwikkelingen speelt.

Dinsdag 27 mei

Nano and Micro Metrology-Sensors and Instruments, waaronder de lineaire- en hoekencoders van Heidenhain en de "Phase Grating Interferometer Gauge" van Taylor Hobson. Fysica (o.a. interferometrie) en microsysteemtechniek zouden belangrijke ingrediënten voor dit congres zijn, wat meteen naar voren kwam in de lezing 'Process Control for Assembling Microsystems'.

The Metrology of Precision Machines (1) - Surfaces, Form and Dimensional Measurements

Tijdens een reeks van lezingen werden de principes besproken die een rol spelen bij het ontwerp van machines waarmee o.a. oppervlakte- en vormnauwkeurigheid bepaald kunnen worden. De scanning force- en confocaalmicroscopie hebben in dit verband hun nut bewezen. De wijze waarop m.b.v. interferometrie de grootte van verplaatsingen met sub-atoomnauwkeurigheid bepaald kan worden, werd uit de doeken gedaan door een medewerker van het NIST (National Institute of Standards and Technology, US).

The Metrology of Precision Machines (2) - Performance Assessment, Calibration and Error Compensation.

Als vervolg op de vorige reeks van lezingen werd verteld op welke praktische manier kalibratiemethoden en systemen verbeterd zijn. Om een voorbeeld te noemen: binnen het Dep. of Mech. Eng. van de National Chung Cheng University in Taiwan is een auto-alignment laser interferometer ontwikkeld waarmee meer-assige CNC machines snel gecalibreerd kunnen worden.

High Precision Machines

Deze eerste dag werd afgesloten met het onderwerp high precision machines. Hoewel het eind van de

Van 26 - 30 mei j.l. vonden te Braunschweig (D) twee belangrijke internationale congressen op het gebied van de precisietechnologie plaats:

International **Precision Engineering Seminar** (IPES) en

International Conference on **Ultraprecision in Manufacturing Engineering** (UME).

De IPES wordt elke twee jaar gehouden en dit jaar voor de negende keer, de UME vindt elke drie jaar plaats en dit keer voor de vierde maal. In de Stadthalle van Braunschweig hebben gedurende vijf dagen ruim 300 topspecialisten uit meer dan 30 landen van gedachten gewisseld over het vakgebied.

De congressen waren georganiseerd door: Physikalisch-Technisch Bundesanstalt (PTB) Forschungsgemeinschaft Ultrapräzisionstechnik e.V. (UPT)

Cranfield University - School of Industrial and Manufacturing Science

middag in zicht was, bleef onze aandacht gevangen, omdat er complete systemen behandeld werden. Om een tweetal te noemen:

- de invloed van het gebruik van luchtlagers op de regeling van de aandrijving van ultraprecisie machines (TU, München, Duitsland) en
- het ontwerp van een PC-gestuurde precisie slijpmachine t.b.v. glas (Ibarak, University, Japan).

Woensdag 28 mei

Machines and Instruments - Components and Sub-Systems

Deze dag werd begonnen met een aantal interessante lezingen. Hiervan wil ik o.a. noemen:

1. actieve aerostatische luchtlagering (KU, Leuven)
2. een luchtgelagerd snel servosysteem met lange slag (Fraunhofer Instituut - Aken) en
3. stabiliteitseffecten in een 3D-nanometer manipulator Mikrotechniek (TU-Delft).

Een medewerker van het IMT (Institut de Microtechnique) in Lausanne liet aan de hand van sheets en een video zien dat de microtechniek geen 'sciencefiction' is. De titel van zijn voordracht luidde: 'Monolithic Piezoceramic Flexible Structures for Micromanipulation'.

Technisch programma - postersession

In een postersession werden alle onderwerpen gepresenteerd die geen plaats gekregen hadden in de lezingencyclus. Bij de diverse posters waren deelnemers aanwezig die eventuele vragen konden beantwoorden. Er waren o.a. inzendingen van TU Delft (Van Beek), TU-Eindhoven (Schellekens) en het NMI-Van Swinden Lab-Delft.

Naast deze postersessie waren er dan nog de stands van verschillende firma's zoals Taylor Hobson, Hembrug e.a.

Ultraprecision and Microfabrication Processes (1) - Cutting and Fixed Abrasives

De hele woensdagmiddag werd besteed aan precisiefabricage-processen. Als eerste kwamen de bewerkingen van microstructuren zoals Fresnel lenzen met behulp van diamant aan de orde. Daarna volgden het precisieslijpen van o.a. glas. De resultaten van simulaties en experimenten werden getoond en toegelicht.

Ultraprecision and Microfabrication Processes (2) - Free Abrasive and other Polishing Processes

Hier kregen technieken zoals polijsten en magneto-electrolytische processen de aandacht. Het was bijzonder boeiend om te horen en te zien wat landen zoals Korea, Japan en de US hier aan doen. Als voorbeeld noem ik hier de lezing van de Japanner Y. Samitsu met als titel 'Mechanisms of Silicon Polishing: Chemical, Mechanical and Electrical Effects'.

Politiek

Ook de politiek vond deze bonte verzameling van topspecialisten van belang. Deze avond waren wij te gast bij het gemeentebestuur van Braunschweig. In de fraaie grote zaal van het oude raadhuis werden wij toesproken door de loco-burgemeester. In haar voordracht (in het Duits, met prof. Kunzmann als tolk naar het Engels) maakte zij ons duidelijk dat Braunschweig heel wat meer te bieden heeft dan techniek alleen. Er is onder andere een aantal musea waarvan het Herzog Anton Ulrich museum één van de bekendste is. Later hebben we daar onder andere de Hollandse meesters, Govert Flinck, Rembrandt en Ruysdael bewonderd.

Donderdag 29 mei

Ultraprecision and Microfabrication Processes (3) - Energy Beam Techniques

Hier werd verteld op welke wijze een ionenbundel gebruikt kan worden om de matrijzen voor CD-fabricage sneller en goedkoper te kunnen maken. In een

volgende lezing werd getoond dat een combinatie van LIGA-technologie en vonkverspanen de mogelijkheid biedt om complexe micro-structuren in harde materialen te maken.

Nano and Micro Engineered Products.

In een perfecte voordracht toonde een medewerker van het IMT-Lausanne de montage van een LIGA-rotor (dikte 150 μm) met een grijper (dikte 16 μm). Zoals de video liet zien is dit realiteit. Vervolgens liet mevrouw Dörner van de Schiller Universität te Jena liet zien dat met piezo-elektrische actuatoren zeer nauwkeurige roterende constructie-elementen (bijvoorbeeld voor kantelspiegels) gemaakt kunnen worden.

New developments in Precision Engineering. Tijdens deze afsluitende serie lezingen werden de nieuwste ontwikkelingen geschetst. Een van de lezingen werd gehouden door een Rus, die langdurig bleef stilstaan bij een integraalvergelijking, waarmee dynamische thermische processen beschreven werden. Uit de reacties van enkele deelnemers uit de zaal bleek dat zij ook specialisten op dit moeilijke gebied waren. Een andere lezing sprak ons meer aan, want hierbij ging het om 'An Ultra-Precision Instrument for Controlled Nano-indenting and Nano-cutting'.

Farewell Party

Deze avond vond plaats op het bosrijke terrein van het PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt). Het organiserend comité had hiervoor een grote tent laten opzetten. In het programmaboekje was aangekondigd: Een 'Braunschweig Evening' met enig entertainment en een buffet bestaande uit lokale specialiteiten en dranken. Onze Duitse gastheren hebben dit meer dan waar gemaakt, want wij hebben een hele gezellige avond gehad. Tijdens deze avond zijn veel contacten vernieuwd en gelegd.

Het was jammer dat de speciale T-shirts die het bedienend personeel aan had, alleen voor veel geld te koop bleken te zijn. Moe, maar tevreden en boordevol indrukken reden wij laat in de avond terug naar ons hotel. Onwillekeurig moest ik aan de titel van een boekje van Yoep van 't Hek denken 'En het bleef nog lang onrustig in mijn hoofd'.

Vrijdag 30 mei

Excursies. Wij hadden gekozen uit een viertal excursies. Onze excursie vond plaats bij de PTB en was

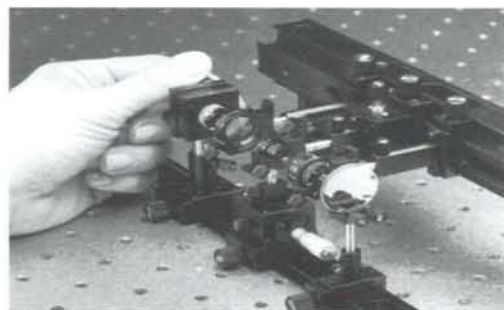
uitermate boeiend. Met name het bezoek aan het nieuwe Reinraumzentrum (Forschung und Metrologie an Mikrostrukturen), zie bijgaande foto, was een hoogtepunt.

Terugblik Op het moment dat ik dit schrijf is het alweer ongeveer drie maanden geleden dat wij het congres bezochten. Het was een inspirerende ervaring om met zo veel vakgenoten bij elkaar te zijn.

Voor nadere informatie:

J. Gerritsen en A.A. van Oostveen, beide werkzaam aan de Hogeschool van Utrecht, studievariant Fijnmechanische Techniek,
Oudenoord 700,
3513 EX Utrecht,
tel.: 030 - 2308 117,
fax: 030 - 2319270.

IT IS A SMALL WORLD: TAKE A CLOSER LOOK AT MICROLAB OPTICS AND HARDWARE



Melles Griot, your supplier of
◆ Optical Research Equipment
◆ Lasers
◆ Components

Call one of our Application Engineers for assistance
in specifying Optics for your requirement
call: 0316 - 333041

Melles Griot B.V.
P.O. Box 272
6900 AG ZEVENAAR
The Netherlands

Laagdrempelige advisering voor MKB

Onder het motto "Maak meer met Precisie techniek" is een project gestart om bedrijven uit het MKB op een zeer laagdrempelige manier meer op de hoogte te brengen van de ondersteuningsmogelijkheden bij het ontwerpen, fabriceren en controleren van producten en systemen in de precisie technologie.

Voor het begin van een nieuw product of productiemethode rijzen veel vragen waarop moeilijk een antwoord te vinden is. Een gesprek met de juiste deskundige kan daarbij van veel steun zijn bij het vinden van de juiste ingangen. Vragen over het brede gebied van strategische oriëntatie tot praktische realisering kunnen gesteld worden aan ervaren deskundigen uit de Precisie technologie. Het oriëntatie gesprek met het IC is gratis. Het IC coördineert en de NVPT - Nederlandse Vereniging voor Precisie Technologie - zoekt een bij de vraag passende deskundige.

In het eerste gesprek met de deskundige wordt tevens over een mogelijke projectdefinitie gesproken waarvan het IC kan bepalen of het voor subsidiering in aanmerking komt. Voor dit eerste gesprek wordt een bijdrage van f 150,- gevraagd.

Doel van deze laagdrempelige aanpak is MKB-ondernemers mee te laten profiteren van de aanwezige kennis op het brede terrein van de Precisie technologie. Veel van deze kennis is slechts bij weinigen buiten de NVPT bekend als gevolg van de voortschrijdende vernieuwing.

Het project is een initiatief van de Regionale Werkgroep Eindhoven van de Nederlandse Vereniging voor Precisie Technologie en het InnovatieCentrum Oost-Brabant. Projectcoördinator is ing. Wim Ravesloot van het InnovatieCentrum Oost-Brabant.

Voor nadere informatie:

InnovatieCentrum Oost-Brabant - Eindhoven

Ing. Wim Ravesloot

Tel.: 040-246 1100

Fax: 040-246 1150.

Opleidingen, Hogeschool Utrecht

• Fijnmechanische techniek/mechatronica

Cursus; 1 jaar, maandagen, start 22 september 1997,

Utrecht; f 6.475,-.

Doel: Na afloop van de cursus zal de deelnemer in staat zijn een ontwerp op een integraal mechatronische wijze aan te pakken. Dit zowel individueel, als in een interdisciplinair team. Hiertoe verwerft de cursist relevante kennis van de elektronica, informatica en servo-systemen. Praktische toepassing van de verworven kennis vindt onder andere plaats door deelname aan een mechatronische workshop.

Dit is een cursus uit de groep "Ontwerpen", de overige cursussen hiervan zijn:

- Master of science Engineering product design
Hierin betekent Engineering product design het verantwoord leren inzetten van computers om een verbeterde efficiency van het ontwerpproces en een kwaliteitsverhoging van het eindproduct te verkrijgen.
Cursus; 2 jaar, dinsdagen, start 16 september 1997, Utrecht; f 12.075,- voor 2 jaar.
- Grondslagen en richtlijnen voor construeren in kunststoffen
- Project management binnen de industriële automatisering
- Technisch facility management
- Installatietechniek - technisch beheer.

Cursussen van de groep "Materiaal en Productietechnologie":

- Corrosie specialist
- Corrosie & corrosiebestrijding
- Corrosiebestrijding door kathodische bescherming
- European Welding Engineer/Laspraktijk Ingenieur
- Welding inspector
- Kunststof laspraktijkingenieur
- Lastechnisch construeren
- Praktisch lassen
- Hogere gieterij techniek
- Integrale plaat technologie
- Kunststoftechnologie
- Metaalkunde
- Master of science Maintenance management and inspection
- Schakelcursus naar post-HBO-opleidingen

Cursussen van de groep "Inspectie en onderhoud":

- Akoestische emissie
- Inspectie management
- NDO ingenieur

- Vakspecialist NDO
- Wervelstroom niveau 2
- Inspectie- en keuringstechnieken niveau II
- Inspectie ingenieur
- Materialenkennis voor inspecteur en onderzoeker
- Onderhoudstechnologie
- Onderhoud & management
- Bedrijfszekerheid en onderhoud van medische apparatuur

Selectie uit overige aanbod:

- Cursusoverzicht ondernemerschap, management & kwaliteit
- Cursusoverzicht kunststoffen
- Cursusoverzicht rubber
- Cursusoverzicht lijmen
- Cursusoverzicht informatica/telematica

Voor nadere informatie:

PT Opleidingen

Tiberdreef 8

Antwoordnummer 9666

3509ZG Utrecht

Telefoon: 030 - 266 0254

Fax: 030 - 262 8418.

Themadagen en cursus Mikrocentrum

- De laagspanningsrichtlijn
Themadag; 16 september 1997, Mikrocentrum Eindhoven; f 495,-
Vanaf 1.1.1997 dient alle elektrische apparatuur te zijn voorzien van een CE-markering. Inzicht wordt verschaft in alle aspecten van deze richtlijn.
- Kwaliteit, meten, kalibreren
Manifestatie; 23 en 24 september 1997, Mikrocentrum Eindhoven; 1 dag f 550,-, de 2 dagen f 950,-. De belangrijkste maatregelen, meetmethoden en meetmiddelen om de vereiste kwaliteit op praktische wijze te kunnen waarborgen worden besproken. Een en ander vanwege strengere eisen gesteld door automobielfabrikanten dan volgens ISO 9000.
- Klantgerichtheid in ontwerp en productie
Themadag; 1 oktober 1997, Mikrocentrum Eindhoven; f 550,-.
- CNC-Programmeren, draaien/frezen
Cursus; start draaien 22 en start frezen 23 september 1997, Mikrocentrum Eindhoven; kosten f 1.810,-.

Voor nadere informatie:

Mikrocentrum

Kruisstraat 74

5612 CJ Eindhoven

Telefoon: 040 - 243 2503

Fax: 040 - 245 0169

Voor cursus:

Telefoon: 040 - 246 4240

Fax: 040 - 243 7711.

Kosteneffectief Ontwerpen & Construeren in Aluminium- legeringen

Themadag; 25 november 1997 van 13.30 tot 20.30 uur in Congrescentrum "De Reehorst" te Ede; georganiseerd door Werkgroep Non-Ferro Metalen van de Vereniging Metalen/Bond voor Materialenkennis, Aluminium Centrum, KIVI, afd. Werktuigbouwkundig Ontwerpen, Metaalunie Nederland en NIRIA, Vaksectie Werktuigbouwkunde.

De toepasbaarheid van aluminium en zijn legeringen neemt nog steeds toe. Door de ontwikkelingen van moderne legeringen, productiemethoden en ontwerp-principes zijn aluminiumlegeringen bij de materiaalkeuze scherp concurrerend. De praktijk leert echter dat er nog steeds veel producten worden ontworpen in traditionele materialen, terwijl de keuze voor een aluminiumlegering veel meer verantwoord zou zijn. Bij het construeren in aluminium kunnen zich onverwachte problemen voordoen met uiteraard ook onverwachte oplossingen, zoals voor de stijfheid van een constructie. Er wordt op deze themadag direct toepasbare kennis gepresenteerd waarmee u uw positie in de keten tussen grondstoffen en producten daadwerkelijk versterkt. Aan het eind van deze dag zult u in staat zijn tot:

- lagen,
- een verbeterde materiaalkeuze,
- een verantwoorde inschatting van de voordelen van de toepassing van aluminiumlegeringen,
- een inzicht in de verschillende ontwerp- en constructieregels voor producten in aluminium en zijn legeringen,
- een inzicht op basis van praktijkgevalle over de kosteneffectiviteit van ontwerpen en construeren in aluminiumlegeringen.

Voor nadere informatie:

Bond van Materialenkennis

Mevr. G. van Galen

Postbus 390

3330 AJ Zwijndrecht

Telefoon: 078 - 619 2655

Fax: 078 - 619 5735.

Weiss

Per 1 juli 1997 heeft de fusie plaatsgevonden tussen Weiss Enet Industrietechniek B.V. te Wijk bij Duurstede en Weiss Technik Benelux B.V. te Rotterdam.

De twee bedrijven zijn volledige dochterondernemingen van Weiss Technik GmbH. Twee bedrijven met een goede naam gaan verder onder een even goede en bekende naam:

Weiss Enet Industrietechniek B.V., De Langkamp 3A, 3961 MR Wijk bij Duurstede, telefoon: 0343 - 595 222, fax: 0343 - 575 477.

Door deze bundeling van twee high-tech bedrijven ontstaat er een bedrijf welke zijn specifieke klanten beter van dienst kan zijn met hoogwaardige producten. Ook het personeelsbestand van 30 medewerkers met een landelijke afdekkende service-afdeling van 13 mensen garandeert klanten een grote mate van zekerheid bij de aanschaf van hun tailor-made oplossingen.

De dagelijkse leiding van dit bedrijf is in handen van dhr. H. van Doorn, directeur en dhr. Ph. van Beek, adjunct-directeur.

Beide heren zijn van mening met deze fusie hun bedrijven in de breedte te versterken en verwachten door synergetische effecten hun marktaandeel te vergroten. Door de aanwezige specifieke know-how te bundelen, is de verwachting ook op nu onbekende markten te kunnen penetreren. Het werkterrein van deze firma omvat klimaattest- en simulatietechnieken alsmede cleanroom technieken.

Interdesign '97

De conferentie voor werktuigbouwkundigen; 7 oktober 1997; Jaarbeurs Utrecht; georganiseerd door Techno Vision & Solution.

Het evenement bestaat uit een inleidend gedeelte en 2 parallele workshopsessies die allen verschillende onderwerpen behandelen. De 6 workshops zijn opgedeeld in 3 deelonderwerpen.

In deze periode van opgaande economie ligt de nadruk op het verkorten van time tot market van nieuwe of verbeterde producten. Om snel een goed innovatief productontwerp samen te stellen maakt de werktuigbouwkundig ontwerper gebruik van vele technologieën uit vele disciplines. Door de hoge werkdruk om de wereldwijde concurrentie voor te blijven, ontbreekt het de ontwerpers en constructeurs aan tijd om uit alle waardevolle informatie van leveranciers de enige juiste en kwalitatieve informatie te selecteren. Indien deze technologische kennis beschikbaar was geweest zou het

ontwerp van het product meer optimaal zijn geworden. Het doel van Interdesign is dan ook het beschikbaar maken van technologische kennis van hoogwaardige leveranciers.

Voor nadere informatie:

Techno Vision & Solution

Postbus 1738

3000 DR Rotterdam

Telefoon: 010 - 408 2162

Fax: 010 - 452 2398

Email: tvs@ext.eur.nl

Glastechnologen TNO winnen internationale prijs

Vier TNO-medewerkers hebben op maandag 9 juni in Växjö, Zweden, de Otto Schott Research Award in ontvangst genomen voor hun werk op het gebied van glastechnologie. De toekenning van de Otto Schott Research Award betekent een erkenning van het werk van de TNO-glastechnologen door de internationale glasindustrie.

De prijs is voor de vierde maal uitgereikt door het Duitse glasbedrijf Schott Glaswerke en is tijdens de opening van de 4th Conference of the European Society of Glass Science and Technology in Zweden overhandigd.

De prijswinnaars, Frank Simonis, Ruud Beerkens, Anne-Jans Faber en Erik Muysenberg, zijn alle werkzaam bij de divisie Materialen van TNO Technisch Fysische Dienst in Eindhoven. Naast onderzoek naar glas behoren ook keramiek, coatings en hybride materialen tot de activiteiten van deze divisie. Al decennia lang fungeert de divisie als 'huislaboratorium' van de Nederlandse glasindustrie, maar de afgelopen jaren weet ook de internationale glasindustrie deze divisie in Eindhoven te vinden. Sinds begin 1997 heeft de divisie Materialen een kantoor in de Verenigde Staten.

Het succes van de glastechnologen van TNO is gebaseerd op diepgaande kennis van het productieproces en van het glas zelf. Dit heeft onder andere geleid tot simulatiemodellen van glasovens. Glasfabrikanten in Europa en Amerika gebruiken deze modellen bij het optimaliseren van hun ovens.

Metaalverwerkende industrie koopt anders.

De Nederlandse metaalverwerkende industrie heeft in de eerste drie maanden van dit jaar minder geïnves-

teerd in machines en gereedschappen dan in het eerste kwartaal van het vorig jaar. "De cijfers over het eerste kwartaal 1997 stemmen tot nadenken. De investeringsgroei ten opzichte van 1995 en 1996 is duidelijk afnemend. Het aantal verkochte machines en gereedschappen vertoont een daling van 5,7% ten opzichte van het eerste kwartaal 1996", aldus de VIMAG, de Vereniging van Importeurs van Machines en Gereedschappen voor de Metaalindustrie.

Voor het eerst vertoont het totaalcijfer in de maandelijkse ordenquête van de VIMAG een daling. VIMAG: "Opmerkelijk is de stijging van het volume in de niet-verspanende machines (+72,4%). Het totaal aantal verkochte machines daalde met 25,5%".

Overigens was dit aanleiding om cijfers nader te analyseren. Hieruit bleek dat er weliswaar minder eenheden zijn verkocht, maar dat zowel in de verspaning als in de niet-verspaning per eenheid veel meer is geïnvesteerd. Het gaat in het eerste kwartaal derhalve veel meer om gecompliceerde en geavanceerde machines, en niet zozeer om de standaard-machines.

"De gereedschappen vertonen, na aanvankelijke stabilisatie, een aanmerkelijke daling. Hiervoor is geen duidelijke verklaring te geven. De bezettingsgraad van de afnemers lijkt redelijk op peil te blijven. Samenvattend geeft de statistiek een beeld van diepte-investeringen in een onzekere markt", meldt de VIMAG.

Tien jaar Delfts Instituut voor Micro-Elektronica en Submicrontechnologie (DIMES)

Nano-elektronica: technologie voor de 21ste eeuw. Dat is de titel van het symposium dat het instituut DIMES woensdag 1 oktober 1997, in de Aula van het Congrescentrum TU Delft, voor een breed publiek organiseert om het tienjarig bestaan te vieren. Micro-elektronica nog duizendmaal kleiner? Dat blijkt mogelijk! Tijdens het symposium worden de verstreckende gevolgen voor toepassingen van de nano-elektronica verkend.

In de ochtend kunnen belangstellenden - tijdens een bezoek aan de Laboratoria in de Micro-elektronica en Vaste Stof Fysica van DIMES-TU Delft - zich op de hoogte stellen van de nieuwste technieken op het gebied van informatietechnologie, systeemontwerpkunde, signaalbewerking, micro-elektronische procestechnologie en vaste stof fysica op nanoschaal.

's Middags geven sprekers uit de industrie en uit de onderzoekswereld hun visie op de laatste ontwikkelin-

gen in de elektronica en de gevolgen ervan voor de economie, het bedrijfsleven en de informatietechnologie.

Tijdens de pauze en na afloop van het symposium zijn er een elektronisch intermezzo, waarin belangrijke micro-elektronische onderzoeken op een ludieke en theatrale manier gepresenteerd worden.

Voor nadere informatie:

DIMES

Postbus 5031

2600 GA Delft

Telefoon: 015 - 278 6234

Fax: 015 - 262 3271

E-mail: info@DIMES.tudelft.nl

<http://www.dimes.tudelft.nl/10jaar>

Rapport STW toont aanzienlijk gebruik onderzoekresultaten

De resultaten van STW-onderzoek dat in 1996 van start ging, worden door gebruikers zoals de industrie veelvuldig toegepast. Van de 41 STW-projecten die tien jaar geleden startten, was er geen enkel project zonder resultaat. Vijf projecten leverden daarentegen substantiële inkomsten van samen zo'n half miljoen gulden op. Gemiddeld waren er per project vier gebruikers van de resultaten. Dat staat in het zojuist verschenen Utilisatierapport 1997 van de Technologiestichting STW.

Ondanks een honoreringsstop financierde de STW in 1986 41 projecten, waarbij 163 gebruikers betrokken waren. Van hen waren er zestien die omvangrijke steun verleenden of waarbij de samenwerking met een contract werd bezegeld. Bij vijftien projecten lag er een product op tafel waarmee de gebruiker zelfstandig aan de slag kan. Zesmaal werd een product of methode geïmplementeerd. De resultaten van zeven projecten leverden een bedrag van 546 duizend gulden aan inkomsten op. De gebruikers zijn veelal grote ondernemingen, ziekenhuizen of onderzoeksinstituten.

Hetzelfde rapport vermeldt ook de resultaten van een tussen-evaluatie over het onderzoek dat vijf jaar geleden, in 1991, startte. Van de 66 projecten die de STW dat jaar financierde zijn er reeds na vijf jaar 277 gebruikers aan te wijzen. Bovendien bedragen de inkomsten van tien projecten samen ruim twee ton. De projecten uit 1986 en 1991 werden geëvalueerd aan de hand van drie variabelen: betrokkenheid van

gebruikers, het behalen van de doelstellingen bijvoorbeeld door het beschikbaar zijn van een product en de generering van inkomsten als gevolg van de behaalde onderzoekresultaten.

Het Utilisatierapport 1997 is opvraagbaar bij:
Technologiestichting STW
Kitty Puijk
Telefoon: 030 - 292 3299
E-mail: kitty@stw.nl
<http://www.stw.nl/util97>

Tegen geringe kosten productnauwkeurigheid verhogen

TNO Industrie start op 24 september 1997 een korte cursus voor medewerkers die betrokken zijn bij het instandhouden van betrouwbare en voldoende nauwkeurige gereedschapswerktuigen. Zij leren onder andere de nauwkeurigheid van essentiële machines-onderdelen te bepalen en krijgen een goed inzicht in de oorzaken die een bedreiging vormen voor de productnauwkeurigheid. De cursus geeft ondermeer antwoord op de volgende vragen:

- Waardoor ontstaan productafwijkingen?
- Hoe kritisch te kijken naar de essentiële zaken van een machine?
- In welke staat zijn de geleidingen, lageringen en overige bewegende delen?
- Welke reparaties moeten uitgevoerd worden?
- Voldoet een nieuwe machine aan de gestelde eisen?
- Waarom duurt het omstellen en instellen onnodig lang?

Voor nadere informatie:

TNO Industrie
Ing. H.A. Buining
Telefoon: 055 - 549 3061
Fax: 055 - 549 3108

Beurzen, congressen

Aandrijftechniek

15 - 19 september, vakbeurs voor aandrijf- en besturingstechniek,
Jaarbeurs te Utrecht.

EMO

10 - 17 september, vakbeurs machines voor metaal- en kunststofindustrie
Messe te Hannover (D)

Precisietechnologie in een multidisciplinaire wereld

25 september, jubileumcongres en expositie
Ros Beyaart, Leusden

VAT

27 jan. - 2 feb. Vakbeurs Algemene Toelevering metaal- en kunststofindustrie,
Jaarbeurs te Utrecht



ITB PRECISIETECHNIEK IN METAAL EN KUNSTSTOF

LADONKSEWEG 1, POSTBUS 31, 5280 AA BOXTEL, NEDERLAND, TEL 0411-672997, FAX 0411-677987

ITB Precisietechniek is een bedrijf met ca. 140 medewerkers dat bestaat uit meerdere business units;

Activiteiten;

- Productontwikkeling
- Engineering
- Productie
- Assembleren

Expertise;

- Gereedschapmakerij
- Kunststofspuitgieterij
- Stanserij
- Metal Injection Moulding

Door al deze specialismen is ITB Precisietechniek in staat vanaf ontwerp, via gereedschap aanmaak en productie, complete assemblages te vervaardigen voor diverse product-marktcombinaties. (consumer electronics, powertools, connectoren, automotive, office-automation, medical, etc.)



Monolitisch teleoptisch systeem

Compacte objectieven met lange brandpuntsafstand en korte bouwlengte, deel I

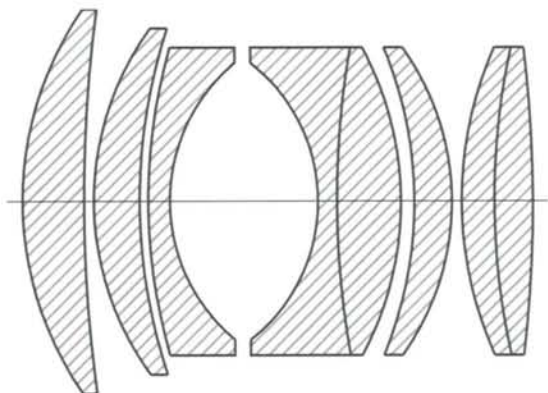
Harrie Rutten, Bart Postema, Rik ter Horst

Teleobjectieven voor fotografie- en video-systemen

kenmerken zich door hun, vaak, complexe opbouw met vele lenzen. Er zijn ook spiegelsystemen. Deze worden hoofdzakelijk gebruikt voor compacte objectieven met lange brandpuntsafstand en korte bouwlengte. Ook deze objectieven bezitten naast de twee noodzakelijke spiegels diverse lensdelen. De fa. Opticon uit Groningen is erin geslaagd een monolitisch systeem te ontwerpen en te vervaardigen. Dit artikel geeft een inleiding over de optica van lange brandpuntsystemen. Het latere deel 2 geeft het ontwikkelings- en vervaardigingspad van het monolitisch systeem.

Objectieven voor foto-, film en videocamera's bestaan over het algemeen uit een aantal lenzen. Figuur 1 toont een zeer hoogwaardig objectief met een grote lichtsterkte. Deze zijn opgebouwd uit enkelvoudige en/of meervoudige elementen. Meervoudige elementen wil zeggen dat lenzen aan elkaar gekit zijn.

Figuur 1. De opbouw van een objectief voor normale gezichtsvelden. Dit objectief heeft een hoge lichtsterkte en een hoge optische kwaliteit.



De toepassing van gekitte elementen heeft zowel voordelen als nadelen. De voordelen zijn dat een gekitte combinatie van lenzen heel goed gecentreerd kan worden. Hiermee wordt bedoeld dat de optische assen van de afzonderlijke lenzen in het kitdeel exact samenvallen. Een ander voordeel is dat er bij elk kitvlak twee reflectievlakken minder zijn. Daardoor is de kans op zogenaamde spookbeelden of inwendige reflecties duidelijk verminderd en zijn er bovendien per kitvlak twee vlakken minder die voorzien dienen te worden van een antireflexcoating. Omdat dit tegenwoordig vaak meerlaagse breedbandige coatings zijn die wederom kostbaar zijn, vormt dit een aanzienlijke kostenreductie.

Er zijn ook nadelen, die allemaal ontwerpbeperkingen zijn. De eerste is dat de lensvlakken die gekit worden dezelfde kromtestraal dienen te bezitten. Een verdere

ontwerpbeperking is dat er geen luchtafstand gekozen kan worden tussen de beide elementen. Een zeer ingrijpende ontwerpbeperking is dat niet zonder meer alle verschillende optische glassoorten met elkaar gekit kunnen worden. De uitzettingscoëfficiënt van de verschillende glassoorten mag niet te ver uit elkaar liggen, anders bestaat er gevaar dat bij extreme temperaturen (bijvoorbeeld in arctische gebieden of in de tropen) de kitlaag verbroken wordt met alle gevolgen van dien. Verder dienen de glassoorten resistent te zijn tegen de gebruikte optische kit.

Voor het maken van gedetailleerde foto- of video-beelden van objecten op grotere afstand zijn tele-objectieven nodig. De telewerking berust er in feite op dat de brandpuntsafstand van zo'n objectief groter is dan van het standaard objectief, met een beeldveld dat dezelfde indruk geeft als bij waarneming met het ongewapende oog. Nu zijn er vele methoden om het detail dat men wenst te zien te vergroten. Bij fotografische technieken kan dit achteraf in de donkere kamer gebeuren door middel van een detailuitvergroting. Dit heeft dan het nadeel dat bij te sterke uitvergrotingen de korrel van het filmmateriaal zichtbaar wordt en op een gegeven moment de details als het ware verdwijnen in de korrel. In de digitale foto- en videografie is het niet anders. Daar is de film vervangen door een CCD-chip, een matrix van lichtgevoelige cellen, ook wel pixels genoemd, met afmetingen van circa 7 tot 25 micrometer, afhankelijk van fabrikaat en uitvoering. Uitvergrotingen worden dan gedaan met behulp van beeldbewerkingstechnieken. Details kleiner dan de afmetingen van zo'n pixel worden nooit zichtbaar. De bekendste resultaten die met deze technieken bereikt werden zijn wel die van de HST (Hubble Space Telescope). Bij deze was de primaire spiegel van bijna

twee en een halve meter diameter ten gevolge van een fabricagefout niet exact aan de juiste vorm. De vormfout van de spiegel bedroeg slechts 0,002 mm, maar dat was voldoende voor een onscherpe afbeelding. Omdat het ontwerpen en fabriceren van een corrector-optiek enige tijd kosten en de ruimtevlucht van een Space Shuttle om het zaakje te monteren ook nog een wachttijd veroorzaakt, is er een zeer geavanceerd beeldbewerkingsprogramma geschreven dat deze fouten een heel eind 'weg kon rekenen'. Natuurlijk waren de afbeeldingen toen eenmaal de correctieoptiek was ingebouwd nog beter dan de bewerkte opnamen.

We gaan terug naar de gewone aardse (huis en tuin) fotografie. Om toch details te kunnen vastleggen worden objectieven gebruikt met grotere brandpuntsafstand. Bij een objectief met een brandpuntsafstand die vijf keer zo groot is dan van een standaardobjectief, is de afbeeldingsmaatstaf ook vijf keer zo groot en zijn dus vijf keer kleinere details zichtbaar. In de praktijk worden objectieven toegepast tot een circa 20x grotere brandpuntsafstand. Zouden deze objectieven dezelfde optische opbouw hebben als een standaardobjectief dan zou ook de grootte 20x zo groot zijn en het gewicht circa 8000x zo groot. Een standaardobjectief van 375 gram evenredig opgeschaald zou dan als teleobjectief 3 ton wegen. Dit alleen al in overweging nemen zou de grootste onzin zijn.

Bovendien zijn er nog andere redenen om niet over te gaan op een proportionele vergroting van een optisch systeem. Zou een objectief een factor twee in brandpuntsafstand worden vergroot en zou de optische opbouw met dezelfde verhouding mee vergroot worden, dan is de scherpte van een dergelijk objectief nog maar de helft. Het gezichtsveld is dan twee keer zo groot. Dit laatste is verspilde energie want de afbeelding van de beelddrager (filmformaat, ccd-chip) is

gelijk gebleven.

De relatie tussen beeldformaat en brandpuntsafstand is:

$$\text{beeldhoek} = \arctan \frac{d}{2 \times F}$$

Hierin is d de diagonaal van de beelddrager of elektronische opnamemedium en F de brandpuntsafstand van het objectief.

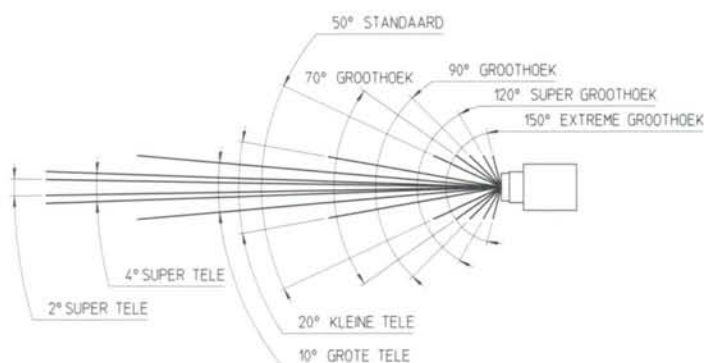
Figuur 2 laat de beeldhoeken zien van een aantal objectieven met hun benaming. De enige parameter die is veranderd is de brandpuntsafstand.

Doordat het gezichtsveld, daarmee wordt, de beeldhoek bedoeld, relatief gezien kleiner wordt, zijn de invallende bundels op de lensvlakken geringer en zijn de brekingen minder sterk. Hierdoor treden over het algemeen kleinere afbeeldingsfouten op en zijn reflecties, die afhankelijk zijn van de invallende hoek, ook kleiner. Daartegenover dient wel de absolute kwaliteit verhoogd te worden, want de scherpte die men wil bereiken moet natuurlijk minimaal gelijk blijven. Een ander punt dat bij de toepassing van een teleobjectief gewijzigd wordt, is de lichtsterkte van het optische systeem. Bij een gewone standaardlens is deze bijvoorbeeld 1,4, hetgeen wil zeggen dat de brandpuntsafstand 1,4 maal zo groot is als de opening. Bij teledenzen zijn verhoudingen gebruikelijk van 2,8 voor lichtsterke, over het algemeen relatief korte, tot 11 voor lichtzwakkere en lange teleobjectieven.

De geringere lichtsterkte heeft weer tot gevolg dat onscherptes ten gevolge van afbeeldingsfouten minder sterk opzwellen omdat de kegel veel steiler is en een grotere scherpte gemakkelijker gehaald wordt dan bij een lichtsterk objectief. Dit kan het beste worden voorgesteld als de afbeeldingsfout ten gevolge van 'sferische aberratie', waarbij de stralen die aan de rand van het objectief binnentreden een andere ligging van het brandpunt hebben dan de stralen rond het centrum. Omdat de optische fouten niet lineair met de lensopening zijn maar kwadratisch of zelfs met de derde macht, betekent dit dat de opbouw van het optisch systeem er geheel anders uit kan zien.

Als de optische fouten tot een minimum zijn terug gebracht dan is de scherpte van de afbeelding verder afhankelijk van de nauwkeurigheid van focuseren. Indien het brandpunt niet exact op het filmvlak ligt, zal er een onscherpte optreden omdat het licht vanuit

Figuur 2. Beeldhoeken van diverse objectieven in vergelijking met een standaardobjectief.



het objectief convergeert naar het brandpunt en ernaar weer divergeert. Die convergentie- en divergentie-hoek is afhankelijk van de lichtsterkte. De uiteindelijke scherpte van het beeld hangt daardoor af van de eigen scherpte van het objectief vermeerderd met die defocussing.

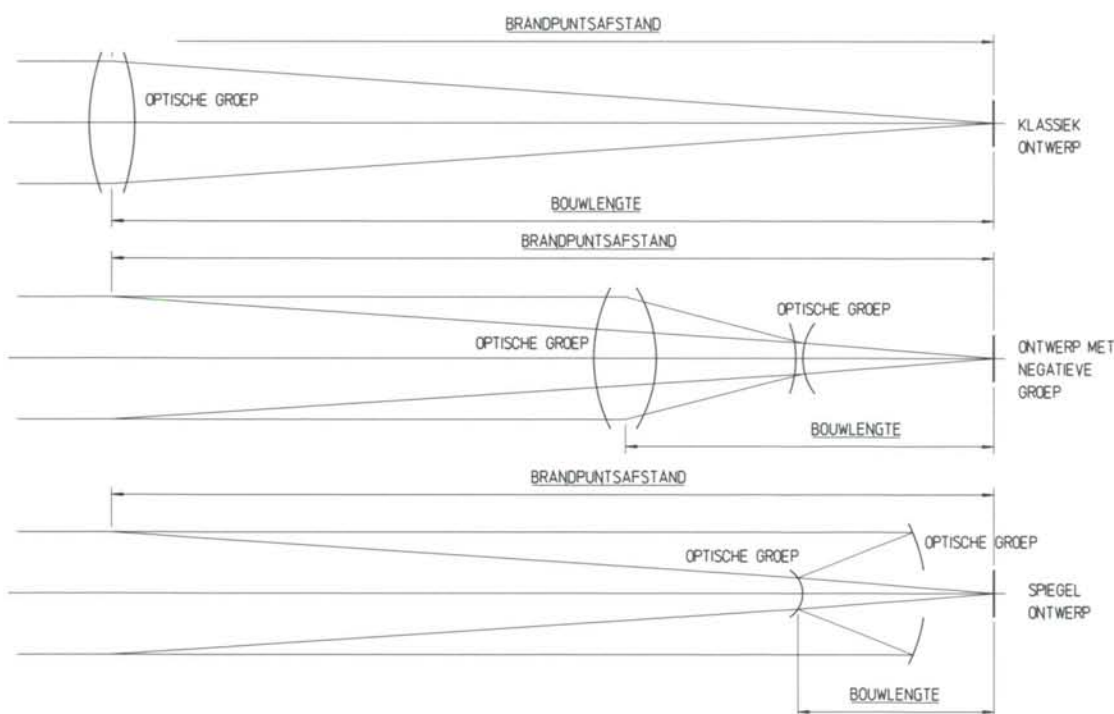
De relatie tussen de diameter van de onscherpte, door bijvoorbeeld defocussing is als volgt:

$$\text{onscherpte} = \frac{\text{defoc}}{2 \times N}$$

Hierin is *defoc* de defocussing in millimeter en *N* de lichtsterkte van het objectief. De onscherpte is dan in millimeters.

Omdat defocussing ook wordt veroorzaakt door afstellingson nauwkeurigheden van de stand 'oneindig' is het van belang dat er een bepaalde reserve aanwezig is. Deze reserve moet worden opgebracht door het objectief zelf; dit betekent dat objectieven met een hogere lichtsterkte een betere optische correctie nodig hebben dan objectieven met een wat lagere lichtsterkte. Er zijn in dit opzicht dus twee moeilijkheden tegelijkertijd aanwezig. Een lichtsterker objectief is al moeilijker te ontwerpen en nu moet de focussing ook nog beter zijn.

Figuur 3. Bouwgroottes van enkele types objectiefontwerpen. Alle objectieven hebben dezelfde brandpuntsafstand.



Teleobjectieven

Zoals in de inleiding reeds werd aangeduid worden teleobjectieven gebruikt om detailopnamen te maken van over het algemeen verder verwijderde objecten. Sinds de uitvinding van de fotografie zijn er talloze ontwikkelingen geweest. Deze ontwikkelingen werden vooral gestuurd door de voortschrijdende kennis van de optica. Toen de theorie van de weg van het licht door een optisch systeem ontwikkeld werd, werd ook duidelijk waarom de afbeeldingsscherpte van een optisch systeem zo'n moeilijke zaak was. Men ontdekte dat er een aantal specifieke afbeeldingsfouten was [1], [2], [3]. Elk lensvlak bezit vier monochromatische en twee chromatische afbeeldingsfouten. Monochromatische afbeeldingsfouten geven onscherpte en zijn onafhankelijk van de kleur. Zij komen dus ook voor daar waar geen breking van het licht plaatsvindt. Chromatische afbeeldingsfouten ontstaan uitsluitend bij de breking van licht en komen dus niet voor bij spiegelende systemen. Verder is er één vertekeningfout die geen onscherpte veroorzaakt. Al deze afbeeldingsfouten kunnen zowel positief als ook negatief van aard zijn. Toch heeft het na de ontdekking van al die fouten nog heel lang geduurd totdat deze konden worden gekwantificeerd.

Voor dat het zover was werden nieuwe optiek-ontwerpen eerder ontdekt op basis van trial and error en op basis van ervaring dan door het maken van een ontwerp. Halverwege de vorige eeuw werd duidelijk dat

aan de hand van een bepaalde, benaderende rekenmethode die hier niet verder uitgelegd wordt, het mogelijk was van te voren een uitspraak te doen over de optische kwaliteit van een bepaald optisch systeem. In die tijd waren objectieven echter niet lichtsterk en was het aantal glassoorten beperkt. Daarbij hadden die glassoorten over het hele spectrum een vergelijkbaar gedrag. Immers, de brekingsindex voor de kleur blauw is bij glas hoger dan die voor rood. Het verschil wordt dispersie genoemd.

Een andere belangrijke parameter waren de steeds nieuwe glassoorten die ontwikkeld werden met hogere en lagere brekingsindices, beide met sterk afwijkende dispersie. Dit heeft als belangrijkste resultaat gehad dat lichtsterktes sterk verbeterd konden worden, een betere optische kwaliteit werd verkregen en bouw lengtes aanmerkelijk verkort konden worden. Belangrijk element in de ontwikkeling bij teleobjectieven was een sterke negatieve groep in de buurt van het focus. Daardoor kon de bouw lengte nog eens aanmerkelijk verkort worden. In figuur 3 is het principe van deze ontwerpwijze weergegeven.

Nadeel van deze constructie was dat kleurfouten moeilijk te corrigeren waren, hetgeen later weer vereenvoudigd werd door nieuwere glassoorten.

Het resultaat van de ene uitdaging vormde telkens de basis voor een nieuwe. Zo kwamen beide op een hoger niveau.

In het begin van de jaren vijftig is daardoor een hele nieuwe ontwikkeling ontstaan: spiegelobjectieven. Met deze ontwikkeling zijn de kortste ontwerpen mogelijk. Dit vindt zijn oorzaak in het feit dat de optische sterkte van een materiaal bepaald wordt door zijn brekingsindex. Bij een gewoon glas is deze 1,5 en bij een hoogbrekend glas 1,9. De sterkte is $n-1$ en is dus respectievelijk 0,5 en 0,9. Bij een spiegelvlak keert de richting van het licht om hetgeen gesteld kan worden als brekingsin-

dex -1. Daardoor wordt de sterkte van een spiegelvlak -2, een factor 2 tot 4 sterker dan die van glas. Bovendien treedt bij een spiegeling geen kleurfout op. Om het licht dat door een holle spiegel weer in de objectrichting wordt teruggekaatst toch op de film of ccd-chip te krijgen, is een tweede spiegel nodig, de secundaire spiegel genoemd. Door de secundaire spiegel werd een deel van het licht weggenomen. Dit hindert echter niet, de gebruiker had het er graag voor over, want een objectief dat een bouw lengte heeft van slechts $\frac{1}{5}$ van de brandpuntsafstand is natuurlijk uiterst aantrekkelijk.

Daarentegen ontstond weer een ander probleem. Spiegels zijn dermate sterke optisch werkzame vlakken dat de kromming van het beeldveld, een van de vier fouten die onscherpte veroorzaakt, sterker werd en ook dit weer gecorrigeerd moest worden. Al met al werden de systemen dus weer gecompliceerd.

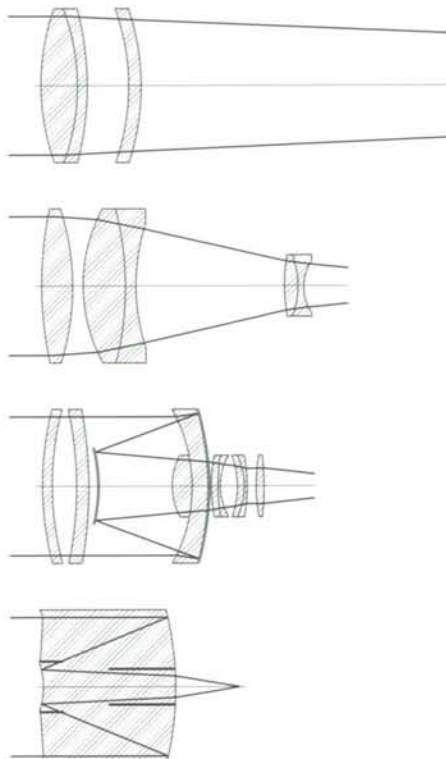
Figuur 4 geeft een voorbeeld hoe van elke type objectief een mogelijke uitvoering er uitziet. Duidelijk is dat naarmate de bouwvorm korter wordt de complexiteit van het optische systeem toeneemt. Met uitzondering van het onderste* systeem: de monoliet van de fa. Opticon waar het in dit artikel over gaat.

Een fenomeen dat nog niet aan de orde is geweest zijn reflecties. Aan elke overgang van een optisch element naar een ander medium ontstaan reflecties. De sterkste reflecties ontstaan aan glas-lucht of lucht-glas overgangen. Om deze reden zijn antireflexcoatings ontwikkeld. Bij normaal, laagbrekend, glas is de reflectie ongeveer 5%, bij moderne, hoogbrekende, glassoorten kan dit oplopen tot ongeveer 11%. Bij een gemiddelde van 7% en acht glas-lucht of lucht-glas overgangen is er dus al een verlies van maar liefst 44%. Met moderne coatings kan dit terug gebracht worden tot enkele procenten. Deze coatings zijn echter kostbaar. Ondanks dit goede resultaat zijn bij ongunstige belichting, bijvoorbeeld bij sterk tegenlicht ten gevolge van de zon of verlichtingsbronnen, in het beeld sterke of minder sterke interne reflecties te zien. Deze geven niet alleen groot informatieverlies op de plaats waar een reflectie zich manifesteert maar als een groot contrastverlies over het hele veld.

Literatuur:

- [1] Inleiding in de optica, H.G.J. Rutten; Mikroniek 26 (1986) 4.
- [2] Inleiding in de optica, H.G.J. Rutten; Mikroniek 26 (1986) 5.
- [3] Inleiding in de optica, H.G.J. Rutten; Mikroniek 26 (1986) 6.

Figuur 4. Optische opbouw van teleobjectieven volgens de verschillende ontwerp-types. Let op de eenvoud van het onderste systeem: het monolithische teleoptisch systeem.



Metaal en kunststof wedijveren in precisie

ITB Precisie techniek

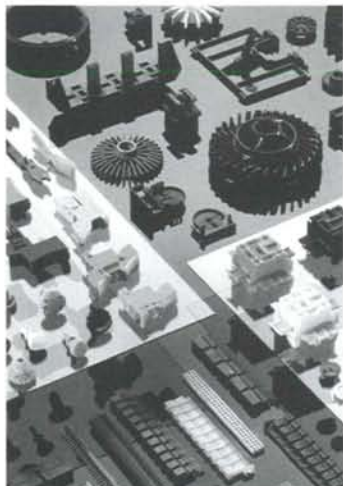
Frans Zuurveen

De flexibiliteit in ons denken wordt voortdurend op de proef gesteld. Immers, zonder bijstelling van ons gedachtegoed missen we de boot in de hectische technische wereld van vandaag. Dachten we niet altijd dat kunststof synoniem was met goedkope producten met matige mechanische eigenschappen, met geringe stabiliteit, maar met grote vormvrijheid dank zij dure matrijzen. En associeerden we metaal niet met sterke, stijve producten, eventueel met grote precisie, maar met moeilijke vormgeving door verspanen, of in het uiterste geval door exotische technieken als wasmodel-gieten. Heden ten dage zijn die waarheden voor een deel achterhaald door ontwikkelingen in materiaaltechnologie. Want metaal kan heden gevormd worden in matrijzen die schijnbaar zijn bedoeld voor kunststof. En kunststoffen hebben tegenwoordig eigenschappen die die van metaal in veel opzichten evenaren. In een schijnbaar omgekeerde wereld van nauwkeurige producten van metaal en kunststof in middelgrote series speelt ITB Precisie techniek in Boxtel een vooraanstaande rol.

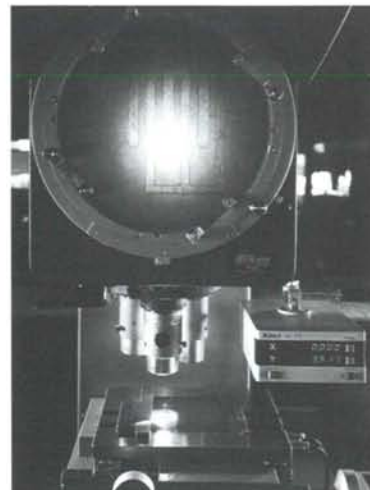
In 1966 startte Kees van Dooremalen een gereedschapmakerij met de ambitieuze naam International Tools Boxtel. Zo'n tien jaar later worden er door ITB niet alleen matrijzen voor kunststofproducten en volgsnij- en buigstempels voor metaalproducten gemaakt, maar begint ITB ook die producten eigenhandig te fabriceren in kleine en middelgrote series, zie figuur 1. In 1986 is expanderend ITB uit zijn vel gegroeid en wordt er een nieuw gebouwencomplex geopend op het Buxtelse industrieterrein Ladonk. Daarin vindt ook het samenstellen plaats van onderdelen uit metaal met componenten uit kunststof. Voorbeelden daarvan zijn complete koolborstelhouders voor toonaangevende fabrikanten van handboormachines.

Vandaag de dag heeft Hans van Dooremalen - de zoon van Kees - de leiding van het bedrijf in handen. Niet voor niets is de naam van ITB uitgebreid met de toevoeging "Precisie techniek", want er wordt steeds meer nauwkeurigheid in de gereedschappen en bijbehorende producten van metaal en kunststof gestopt, zie figuur 2. Bovendien hebben enkele acquisities bijgedragen aan de flexibiliteit: het bedrijf Transito in Tsjechië voor de uitvoering van nauwkeurig en goedkoop montagewerk, gereedschapmakerij Schriks in Nuenen ter uitbreiding van de capaciteit voor het maken van nauwkeurige stempels en matrijzen, en de know-how en apparatuur rondom de MIM-technologie van De Kruithoorn in 's-Hertogenbosch. Ter verduidelijking: MIM betekent

Figuur 1. Een aantal kunststofproducten van ITB Precisie techniek.



Figuur 2. Kwaliteitsbewaking bij ITB met behulp van een profielprojector.

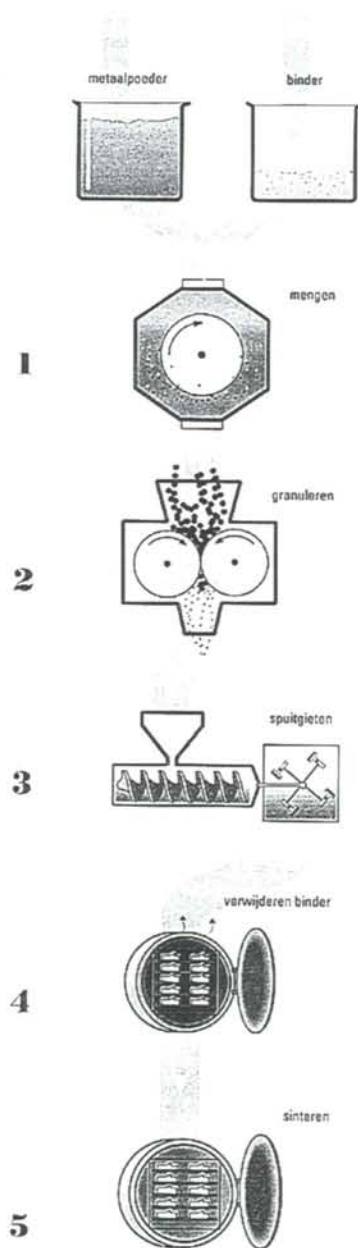


"Metal Injection Moulding" en is de naam voor een techniek die in de jaren zeventig is geïntroduceerd vanuit de Verenigde Staten.

In het vervolg van dit verhaal zal niet alleen MIM aan de orde komen als technologie voor het vormgeven van gecompliceerde metalen producten op de manier van kunststof, maar ook de toepassing van moderne kunststoffen, die met hun eigenschappen metalen naar de kroon steken. Zo wordt de ontwerper vannaauwkeurige producten met een ingewikkelde vorm steeds vaker voor een moeilijk dilemma geplaatst als hij moet kiezen tussen metaal en kunststof.

Voor de oplossing van zulke dilemma's heeft ITB Precisietechniek behulpzame specialisten in huis, die niet alleen veel weten van Metal Injection Moulding, en van kunststoffen en hun verwerking, maar ook van stempels en matrijzen en hoe je die maakt met moderne technieken als draad- en zinkvonken.

Figuur 3. Een aantal producten vervaardigd met het MIM-proces.



Figuur 4. Schema van het complete MIM-proces.

MIM: metaal en kunststof samen spuitgieten

"Wij zijn het enige bedrijf in Europa dat met het MIM-proces producten van titaan in series kan produceren." Dat zegt Jos Studen, die verantwoordelijk is voor de MIM-activiteiten bij ITB. Met die stelling roert hij een van de belangrijke voordelen aan van het MIM-procédé: de toepassing van "moeilijke" metalen als roestvast staal en titaan, zie figuur 3. Vooral in de medische sector is er steeds meer vraag naar titaan, omdat het grote sterkte en corrosiebestendigheid combineert met een kleine

soortelijke massa, zonder het bezwaar van een lage elasticiteitsmodulus, zoals het geval is bij aluminium. Maar eerst wat meer over het proces zelf.

Het geheim van MIM is het mengen van kunststof- met metaalpoeder, zie figuur 4. Die kunststof wordt "binder" genoemd en bestaat doorgaans uit POM oftewel polyacetaal. Van dat mengsel kan binder-metaal-granulaat worden gemaakt. Dat is op zijn beurt verwerkbaar in een gewone kunststof-spuitsietmachine met een matrijs die op dezelfde manier is geconstrueerd als zijn equivalent voor pure kunststof. De spuitgietmachine kan eventueel worden voorzien van een speciale transportschroef in verband met het wat bijzondere viskeuze en abrasieve gedrag van het plastische metaal-binder-mengsel. Per se nodig is dat echter niet. Het MIM-granulaat wordt door ITB betrokken van BASF en is tamelijk kostbaar. Maar gelukkig kan "afval" als aanspuitingen en dergelijke na vermaling nagenoeg eindeloos worden hergebruikt.

Het spuitgieten levert een zogenaamd groen product: ogenschijnlijk van kunststof maar met 50 à 70 volumeprocenten metaalpoeder. Het "geheim van de smid" is nu het verwijderen van de kunststof tot er een skelet overblijft van metaaldeeltjes verbonden door een restant binder: het bruine product. Er mag dus niet teveel maar ook niet te weinig kunststof overblijven. ITB verwijdert de binder - dat onderdeel van het proces wordt "debinden" genoemd - met behulp van een katalytisch procédé. Daarin zet salpeterzuur het polyacetaal om in formaldehydegas, zonder zelf

aan de reactie deel te nemen, zie figuur 5. Het formaldehyde wordt verbrand en levert niet meer dan alleen waterdamp en koolzuurgas op. Het debinden duurt circa drie uur en vindt plaats in een oven bij 140 °C. De zo ontstane bruine producten zijn weliswaar kwetsbaar maar toch nog voldoende hanteerbaar.

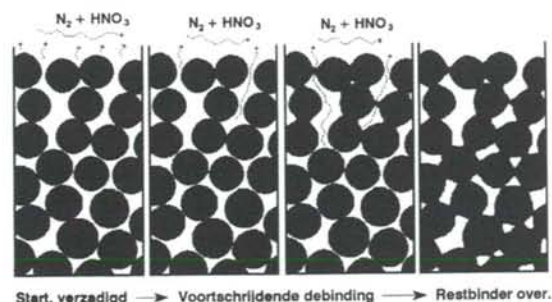
De laatste stap in het MIM-proces is het sinteren gedurende elf uur bij een temperatuur van 1200 à 1350 °C, in figuur 6. (De producten moeten daarbij rusten op een deugdelijk oplegvlak, waarmee bij de vormgeving rekening dient te worden gehouden.) Daarbij verdampen en verbranden de restanten van de binder en "smelten" de metaaldeeltjes aan elkaar, zodanig dat er een nagenoeg homogene metaalmasa ontstaat, zie figuur 7). Die homogeniteit is voor een groot deel te danken aan de ronde vorm van de metaaldeeltjes in het BASF-granulaat, en die vorm is weer het gevolg van het atomiseren van vloeibaar metaal in een gas-atmosfeer. Dat in tegenstelling tot de deeltjes die bij het traditionele metaalsinteren worden gebruikt en die veel hoekiger van vorm zijn. De dichtheid van het gesinterde MIM-metaalproduct bedraagt zodoende maximaal 99,9 %.

Een bezwaar van het sinterproces is natuurlijk de krimp, die zo'n 15 à 20 % bedraagt. Maar als het proces goed in de hand wordt gehouden - dat is bij ITB beslist het geval - dan is de krimp zeer nauwkeurig reproduceerbaar. De krimp kan diensgevolge volledig via de maatvoering van de matrijs worden gecompenseerd. Daarom zijn de haalbare toleranties op lengtematen 0,1 % relatief en 25 µm absoluut. De best haalbare ruwheidswaarden zijn 1 µm R_t en 0,2 µm R_a . Daarvoor is dan wel een trommelbewerking nodig, waarbij en passant ook eventuele bramen worden verwijderd. Ook trommelpolijsten, nitreren en cementeren behoren tot de vele mogelijkheden. Naast titaangranulaat levert BASF MIM-granulaten met laaggelegeerde staalsoorten, met inzetstaal 21NiCrMo2, met veredelbaar staal 42CrMo4, met doorhardbaar kogellagerstaal 100Cr6, met roestvaststaal X2CrNiMo17 13 2 en met hardbaar roestvaststaal X5CrNiCuNb17 4.

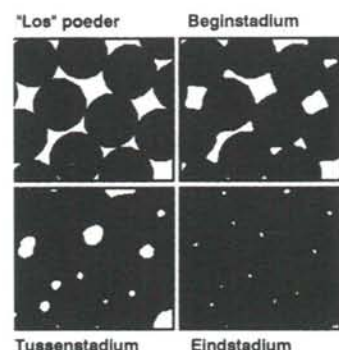
Kunststof vormt eigen wapening

ITB maakt producten in middelgrote series: van 5000 tot 100 000. Dat zijn gestampte producten van metaal en gespoten producten van kunststof. Vaak zijn dat gangbare materialen, maar ITB schuwt exotische kunststoffen, die bijzondere eisen stellen aan de spuitgiettechnologie, beslist niet. Die stelling willen we hier graag illustreren aan een product voor een bekende onderneming in het zuiden des lands. Dat product dient voor het opnemen

Figuur 5.
Het "debinden".

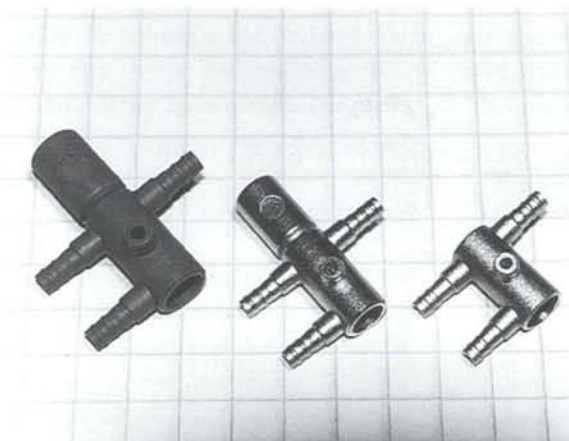


Figuur 6.
Het sinteren.



Metaal en kunststof wedijveren in precisie

Foto 7. Links het "groe-
ne" product, in het mid-
den het product na het
sinteren met een ver-
lenging die nodig is voor
het inspannen bij de
verspanende nabewer-
king van de boring,
rechts het kant- en kla-
re eindproduct.



van de halfgeleiderlaser in een zogenaamde lichtpen voor een CD-ROM-speler. Als we bedenken dat de informatie op de informatiedrager is geschreven in een spoor van niet meer dan $0,5 \mu\text{m}$ breed, dan zal het duidelijk zijn dat de onderdelen van het uitleessysteem aan zware eisen qua stabiliteit, vormnauwkeurigheid en maatvoering moeten voldoen.

Het exotische materiaal dat is gekozen voor de laserdrager is LCP: Liquid Crystal Polymer. Het kenmerk van vloeibare kristallen is dat ze ook in de vloeibare fase ordening vertonen. Daarom oriënteren de moleculen van een LCP zich tijdens het spuitgieten in de vloeirichting, waardoor een soort vezelstructuur ontstaat. Bij het afkoelen wordt die structuur als het ware ingevroren, zodat zogenaamde fibrillen worden gevormd. Door die fibrillen krijgt een LCP-product een structuur die enigszins op die van hout lijkt. De kunststof-matrix wordt zodanig versterkt dat men spreekt over een "zichzelf versterkende kunststof". Dat effect is dan nog te beïnvloeden door het toevoegen van glasvezels.

Het gevolg van de in het materiaal aanwezige anisotropie is dat een LCP in de vezelrichting heel andere eigenschappen heeft dan in een richting loodrecht erop. Het eventuele vulmiddel vermindert die anisotropie enigszins. Maar hoe dan ook, LCP's vertonen een voortreffelijk mechanisch gedrag, dank zij hun hoge stijfheid en vormvastheid. Daarnaast zijn ze temperatuurbestand, hebben een hoge slagvastheid en zijn zeer kruipbestand.

Het materiaal Vectra van Hoechst, bijvoorbeeld, is bij een vulling met 50 % glasvezel bestand tegen een temperatuur van ruim 200°C . Maar echt bijzonder is dat de thermische uitzettingscoëfficiënt in de vloeirichting $10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ bedraagt. Dat is vergelijkbaar met die van staal! De elasticiteitsmodulus is ongeveer $0,1 \times$ die van

staal en ongeveer $0,25 \times$ die van aluminium. De vochtopname bedraagt na een opslag van 24 uur niet meer dan $0,01 \%$. Gelijksortige materialen zijn Xydar van Amoco en Zenite van Dupont.

Om de eigenschappen van een LCP maximaal te benutten is voordrogen van het granulaat gewenst - een standaard-procedure bij ITB - en dient na het spuitgieten het product te worden "ontlaten" op een temperatuur van 140°C . Om het proces nog beter te beheersen meet ITB de druk van de vloeibare kunststof in de matrijs en corrigeert deze indien nodig. Op deze manier zijn producttoleranties van $20 \mu\text{m}$ heel goed mogelijk.

In samenwerking met de opdrachtgever is de vorm en maatvoering van de matrijs voor de laserdrager zodanig aangepast dat het product aan de zware specificaties voldoet. Paulus Rabou, leider van de kunststof-spuitsgietafdeling, noemt dat een vorm van "concurrent engineering": meedoen in het ontwerpproces van de opdrachtgever. Bij het ontwerpen van de matrijs is met die aanpassingen al rekening gehouden door afstandsstukken te introduceren. Door de maat van die afstandsstukken te wijzigen wordt de matrijs "getrimd". Het product dat op deze manier aan de zware eisen op de tekening voldoet, is vervolgens functioneel getest in zijn optische samenstelling. Daaruit volgden nog geringe aanpassingen, die zich niet direct laten vertalen in geometrische eisen op tekening.

Het resultaat van de gezamenlijke inspanning van opdrachtgever en uitvoerder - een vrij unieke combinatie van co-designer- en co-makership - heeft geleid tot een product dat voldoet aan eisen die men nog niet zo lang geleden voor kunststof voor onmogelijk zou hebben gehouden.

Bronnen

C. Kooij, N. Noort, H.L. Schram en A.S. Verdier, Powder Injection Moulding, Mikroniek 35(1995)2, p. 37-42.

C. Taal, Metalen met een gewone spuitgietmachine vormgegeven, Poly Technisch T. Materialen (1993)10, p.30-33.

J. Oonk, LCP's versterken zichzelf, Kunststof Magazine (1996) 10.

A.K. van der Vegt, Hoe stijf zijn polymeren?, Kunststof Magazine (1996) 10.

Beter ten halve gekeerd dan ten hele gedwaald!

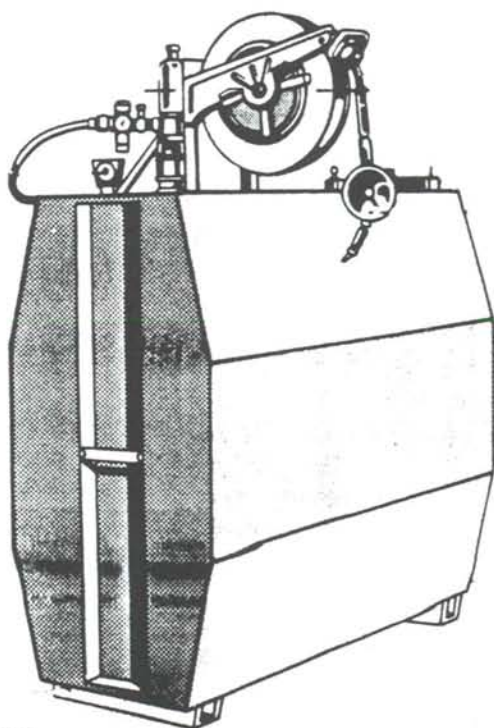
Ervaringen met methodisch ontwerpen in het onderwijs.

F.J. Siers.

Het komt voor dat men bemerkt dat de opgelegde eisen en beperkingen voor een deel op foutieve veronderstellingen berusten. En dat terwijl men denkt reeds vrij ver gevorderd te zijn in het ontwerpproces. Onder het motto "beter ten halve gekeerd dan ten hele gedwaald" is het dan aan te bevelen te stoppen en op grond van de verkregen nieuwe inzichten eventueel een herstart te maken.

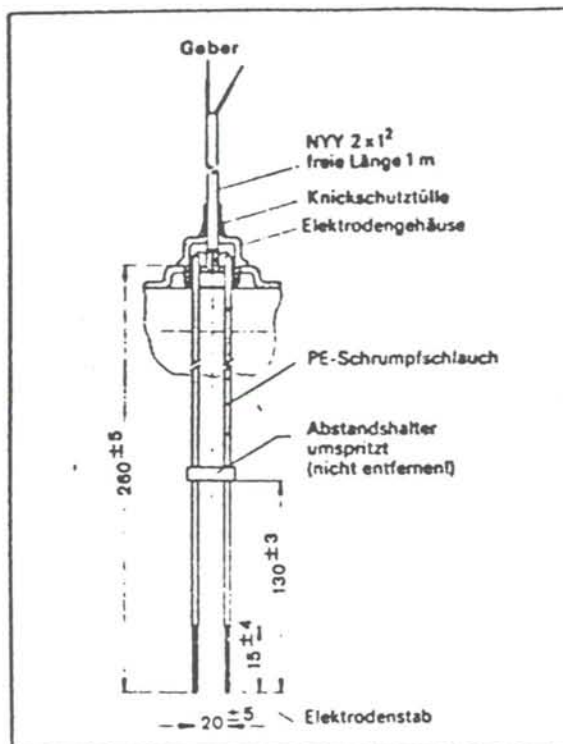
Een toeleverancier van producten en benodigdheden voor onder andere garagewerkplaatsen werd getipt dat er een Algemene Maatregel van Bestuur zou worden uitgevaardigd, betrekking hebbende op de opslag van oliën in de ruimste zin van het woord. Dit met het oogmerk in de toekomst bodemverontreiniging door lekkage te voorkomen.

Een belangrijk handelsproduct voor het bedrijf werd gevormd door olieopslagtanks voor bovengrondse opslag. Deze tanks zijn uitgevoerd als rechthoekige doos en bezitten zo een groot volume met een klein vloeroppervlak. De tanks zijn voorzien van de nodige toeters en bellen en de hoofdafmetingen variëren voor de lengte van 1400 tot 3600 mm, de breedte van 500 tot 1200 mm terwijl de hoogte 1500 mm bedraagt, zie figuur 1.



Figuur 1. Olie-tank.

Om de concurrentie een slag voor te zijn liet men een dubbelwandige opslagtank met leksignalering vervaardigen, die een eventuele beschadiging van de buitenwand zou detecteren. Hiertoe werd de ruimte tussen de dubbele wand gevuld met een ongevaarlijke vloeistof die bestand was tegen temperaturen onder nul. De leksignalering was van het type LAG-14E, zie figuur 2, en bestaat uit twee elektroden, die in de vloeistof worden gestoken. Bij een niveauverandering van de vloeistof verandert de tussen de elektroden gemeten weerstand. De elektroden bevinden zich in een apart vloeistofreservoir op de tank dat via een metalen pijp met de ruimte tussen de dubbele wand is verbonden. Bij het ontstaan van een lek in de aangesloten ruimte, zal vloeistof uit het reservoir in de ruimte van de dub-



Figuur 2. De Lekdetector type LAG-14E voor vloeistofsystemen bewaakt de met lekdetectievloeistof gevulde tussenruimte in dubbelwandige tanks.

Beter ten halve gekeerd dan ten hele gedwaald!

bele wand stromen. De elektroden duiken dan als het ware uit de vloeistof op en de thyristorschakelaar wordt aangestuurd. Spontaan volgt dan een lichtsignaal en desgewenst een akoestisch signaal.

Vervolgens werd de volgens dit concept vervaardigde dubbelwandige tank in de praktijk getest als opslagtank voor afgewerkte olie.

Groot was de teleurstelling toen bleek dat spontaan een lek werd gesignaleerd toen er olie uit de binnenste tank werd gepompt.

Door het dalende niveau van de olie bleken de wanden van de binnentank onder de afgenomen tegendruk bol te gaan staan. Er was weliswaar geen lekkage ontstaan, maar door de doorbuiging van de vlakke verticale wanden (Pascal !) was het volume tussen de dubbele wand zodanig vergroot, dat de vloeistof uit de leksignalering direct in de tussenruimte stroomde.

Herontwerp

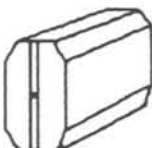
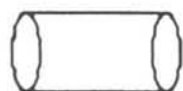
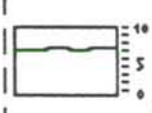
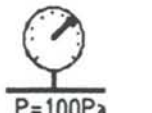
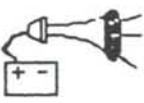
Op dit moment kwamen de studenten in beeld. Zij kregen het verzoek een ontwerp te maken voor een olie-opslagtank met signalering, dat op correcte wijze zou kunnen werken.

Begonnen werd met het volgende programma van eisen en beperkingen:

Eisen met betrekking tot het functioneren:

- de tank moet geschikt zijn voor de opslag van olie;
- milieuvriendelijk, dus geen lekkage van olie in de bodem;
- aanwezigheid van een continu functionerend lekindicatie-systeem;
- opslagcapaciteit van de tank ca 2400 liter;
- afmetingen van de tank: 2500 x 750 x 1450 mm (uitwendige afmetingen);
- goede hanteerbaarheid met betrekking tot

Figuur 3. Morfologisch overzicht van de verschillende mogelijkheden van lekdetectie van een olietank.

FUNCTIES	WERKWIJZEN			
	Bak	Huidige vorm	Cylindrische tank	
Olie opslag				
Voorkomen van lekkage van olie in het milieu	Opvangbak		Dubbele wand	
Ontdekken van een lek	Menselijke controle 	Niveau meten in de dubbele wand 	Indicatie m.b.v. een oliereagens  $ab + ci \rightarrow ch^4 ci^3$	Drukverschil meten in de dubbele wand  $P = 100Pa$
Het geven van een signaal	Mondeling 	Autom. elektr. licht en geluid signaal 	Automatisch elektronisch lichtsignaal 	Automatisch elektronisch geluidssignaal 
Alternatieven	1a	1b	2a	2b

Beter ten halve gekeerd dan ten hele gedwaald!

plaatsbaarheid, reiniging, vullen en legen;
- nagenoeg onderhoudsvrij en lange levensduur.
Eisen met betrekking tot het realiseren:

- lage kostprijs,
- in kleine series te fabriceren.

"Lage kostprijs" betekent lage productiekosten; het systeem moet weinig onderdelen bevatten en niet teveel bewerkingen nodig hebben.

In de probleemdefiniërende fase zijn een aantal functies onderkend, die samengevat in het morfologisch overzicht van figuur 3 een aantal mogelijke oplossingen geven.

Door één van deze mogelijkheden te kiezen wordt als het ware een voorselectie gemaakt. Daarna kan de verdere uitwerking plaatsvinden in de werkwijze- en vormgevende fase.

Nadere beschouwing leert het volgende:

Structuur 1 toont de huidige enkelwandige tank in een opvangbak voor de olie die door lekkage buiten de tank is geraakt.

De leksignalering kan op een aantal verschillende manieren gebeuren. De geselecteerde mogelijkheden zijn:

- 1a: niveau-indicatie in de opvangbak door middel van een vlotter. Geraakt de vlotter in een bepaalde van te voren ingestelde stand, dan wordt er een signaal (akoestisch- en/of lichtsignaal) gegeven.
- 1b: directe leksignalering door het menselijk oog. Een persoon controleert het optreden van eventuele lekkage en meldt dit, zodat actie kan worden ondernomen.

Structuur 2 geeft een dubbelwandige tank met dezelfde vorm als de huidige in de handel zijnde tank en met slechts geringe vergroting van de afmetingen.

De leksignalering kan wederom plaatsvinden op een aantal verschillende wijzen.

De geselecteerde mogelijkheden zijn:

- 2a: niveau-indicatie in een overlooptankje. Zodra er olie van de binnentank naar de met een bepaalde vloeistof gevulde ruimte tussen de wanden verdwijnt zal het vloeistofniveau in de tussenruimte stijgen. Een vlotter in de overlooptank geeft bij het overschrijden van een bepaalde stand een elektrisch signaal. Dit signaal kan eenvoudig worden omgezet in een akoestisch en/of lichtsignaal.
- 2b: leksignalering door middel van een reagens van olie. Zodra de olie met de reagens in de tussenruimte in contact komt zal er een elektrische

weerstandverandering optreden die een indicatie is voor lekkage, waarna een signaal wordt afgegeven.

Keuze

Bij het bepalen van de keuze zijn een aantal verkenningen in de werkwijzebepalende en vormgevende fase uitgevoerd.

Deze wijzen uit dat het eerder gemaakte ontwerp van dubbelwandige tank met leksignalering alleen mogelijk is indien de tankwanden zeer stijf worden uitgevoerd. Hoewel dat geenszins onmogelijk is, wijzen verkennende berekeningen uit dat de kosten tot een onaanvaardbare hoogte zouden kunnen stijgen. Plaatsen van de enkelwandige tank in een opvangbak lijkt een hele goede beschermmogelijkheid. Maar waarom dan nog een signalering?

Tot op dit moment hadden de studenten zich niet verdiept in de tekst van de inmiddels uitgevaardigde Algemene Maatregel van Bestuur.

Lezing van de tekst wees het volgende uit:

Voor de opslag van gasolie, lichte stookolie, smeerolie of afgewerkte olie in bovengrondse tanks met een inhoud van meer dan 200 liter en ten hoogste 3000 liter zijn in de AMvB een groot aantal constructievoorschriften gegeven. Maar nergens wordt een leksignalering vereist.

Artikel 23.2.9 zette de studenten op het juiste spoor. De volledige tekst luidt: Een tank moet zijn omgeven door een vloeistofdichte omwalling of muur. De omwalling of muur moet samen met de vloer een vloeistofdichte bak vormen; de inhoud van de vloeistofdichte bak moet tenminste gelijk zijn aan de inhoud van de tank.

Deze omwalling of muur moet voldoende sterk zijn om weerstand te kunnen bieden aan de als gevolg van een lekkage optredende vloeistofdruk.

Conclusie

Bij de poging om een probleem op te lossen was juist een nieuw probleem geschapen. Naar de opdrachtgever kon dus worden medegedeeld dat de keuze was gevallen op de bestaande enkelwandige tank volgens figuur 1. Deze is met enkele eenvoudige aanpassingen te plaatsen in een dichte plaatstalen bak, die van boven open is.

Komt u ergens in een garage of een kwekerij dan zult u kunnen ervaren dat alle olieopslagtanks in een open stalen bak geplaatst zijn.

Visuele controle is altijd mogelijk omdat de bak van boven open is.

Excimeerlaser in de glas- en keramiekindustrie

Ongekende - en vaak onbekende - mogelijkheden

In twee hoofdstukken geeft dit artikel de mogelijkheden van het gebruik van excimeerlasers voor de glas- en keramiekindustrie weer. Het eerste geeft een productietechnische beschrijving van de excimeerlaser. Daarbij wordt duidelijk dat de betekenis van deze technologie vanwege de grote mogelijkheden voor materiaalbewerking snel toeneemt. Het tweede laat aan de hand van enkele treffende voorbeelden zien hoe breed de technologie kan worden toegepast. Daarbij gaan we ook in op de grote economische en kwalitatieve voordelen ervan.

Procestechnisch overzicht

Groeiende betekenis voor industriële materiaalbewerking

De excimeerlaser is een nieuw gereedschap in de industriële materiaalbewerking. Na al bijna twee decennia met succes in de wetenschap te zijn toegepast, heeft dit lasertype sinds een jaar of acht ook naar de industrie zijn weg gevonden. Producten die met behulp van deze technologie worden bewerkt – bijvoorbeeld brillenglazen, inkjet-schrijfkoppen, aansluitdraden voor schrijf- en leeskoppen in computerpanelen, keramiek-condensatoren, vlakke beeldschermen voor moderne laptop- en notebook-computers – zijn uit het leven van alledag niet meer weg te denken. De buitengewone eigenschappen van de excimeerlaser, vooral de mogelijkheid tot zeer precieze fijn- en micromateriaalbewerking zonder warmte-inbreng maken dit lasertype bijzonder interessant als gereedschap voor de bewerking van glas en keramiek.

Lasertypen voor de industriële glas- en keramiekbewerking

Industriële materiaalbewerking met laser wordt tegenwoordig in vrijwel alle gevallen uitgevoerd met CO₂-, Nd:YAG- en excimeerlasers. Nd:YAG- en CO₂-lasers produceren licht in het infrarode deel van het spec-

trum; zie tabel 1. Het licht van een Nd:YAG-laser wordt door de meeste typen glas zo slecht geabsorbeerd, dat glasbewerking met dit type laser niet mogelijk is. Het licht van een CO₂-laser wordt daarentegen weer in sterke mate geabsorbeerd. Bij een standaard CO₂-laser is echter sprake van thermische bewerking: het glas wordt lokaal opgewarmd tot het smelt en/of verdampt. Daarbij ontstaan thermische spanningen, die het glas niet kan opnemen. Het gevolg is beschadiging van het glas door microscheurtjes, plaatselijk uitbreken van schilfers, splinters en afspringende deeltjes.

De excimeerlaser is een gepulste gaslaser. Afhankelijk van de gebruikte lasergassen wordt ultraviolet laserlicht met een golflengte tussen 351 en 157 nm geproduceerd, zie tabel 1. De voornaamste eigenschappen van de excimeerlaser zijn:

- korte golflengte (UV-laserlicht),
- hoog pulsvermogen (1-50 MW),
- hoge gemiddelde capaciteit (bij industriële lasers: tot 200 W),
- korte laserpuls-tijdsduur (10-50 ns).

De excimeerlaser is de enige lichtbron die deze eigenschappen combineert.

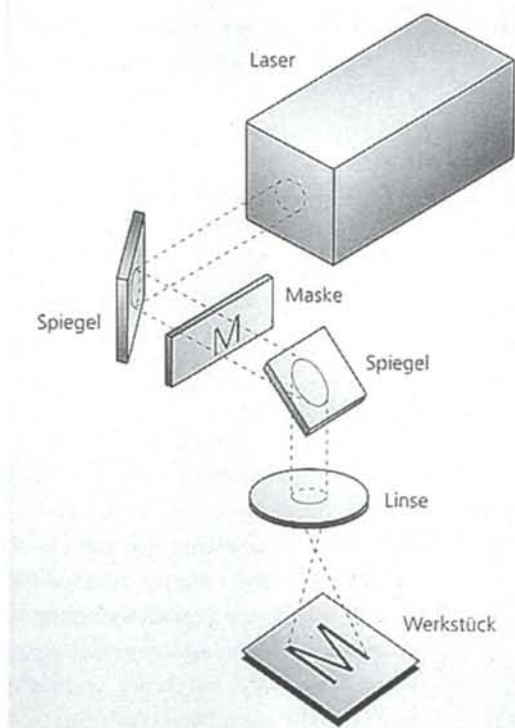
Opbouw van een excimeerlaser-materiaalbewerkingsinstallatie

Bij CO₂- en Nd:YAG-lasers wordt de laserstraal doorgaans op het werkstuk gefocuseerd. Door de relatieve beweging van de laserstraal ten opzichte van het werkstuk worden markeringen, snijcontouren, lastrajecten en dergelijke gerealiseerd. Installaties voor materiaalbewerking met een excimeerlaser worden meestal uitgevoerd op basis van de zogenaamde maskertechniek. Vanwege de grote doorsnede van de laserstraal (recht-hoekig, 5-15 bij 25-35 mm) en de grote laserintensiteiten ligt deze techniek als het ware voor de hand, want zij maakt gelijktijdige bewerking van grotere

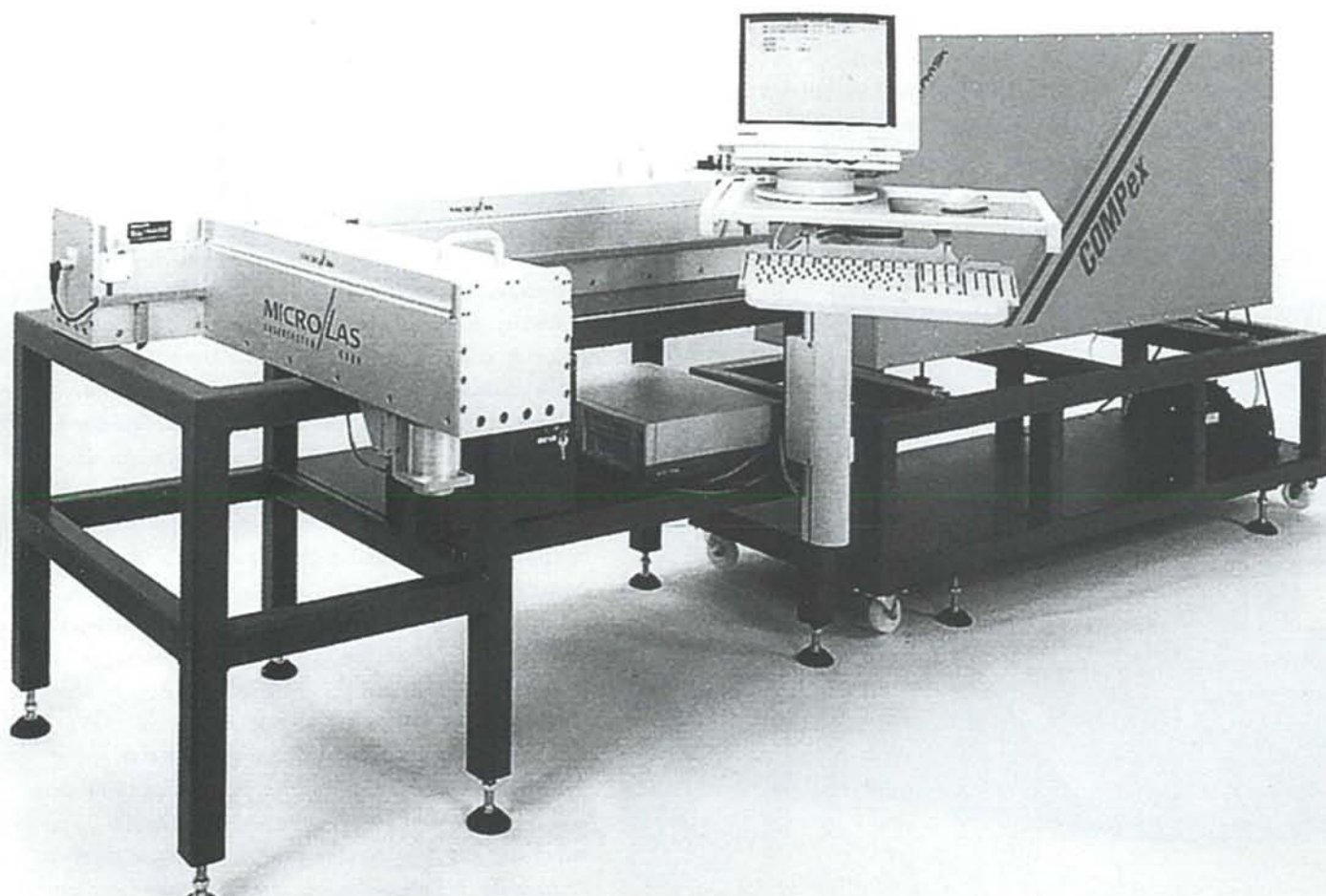
Tabel 1. De belangrijkste industriële lasers en kenmerkende maximale capaciteiten voor toepassingen in de fijn- en micromateriaalbewerking (bij de excimeerlasers is tussen haakjes het lasergas weergegeven).

Lasertype	Golflengte (nm)	Capaciteit (W)
CO ₂	10.600	- 500
Nd:YAG	1.064	- 500
Excimeer	351 (XeF)	- 100
	308 (XeCl)	- 200
	248 (KrF)	- 150
	193 (ArF)	- 75
	157 (F ₂)	- 3

Figuur 1a.
Schematische opbouw
van een excimeerlaser-
bewerkingsinstallatie op
basis van masker-pro-
jectietechniek
(Afbeelding: Lambda
Physik).



Figuur 1b. Werkelijke
opstelling voor het mer-
ken van brillenglazen.
De te merken glazen
worden onder de tubus
op het tafelblad (boven
de tweede poot op de
voorgond) geplaatst.



werkstukoppervlakken mogelijk. Bij de maskertechniek kunnen we twee varianten onderscheiden: het contact- en het projectieprocédé.

Masker-contactprocédé

De laserstraal wordt via één of meer spiegels naar het te bewerken oppervlak geleid. Vlakbij of direct op het werkstuk bevindt zich een masker, dat de totale bewerkingsinformatie bevat: bij lasermarkeren de tekst, logo en dergelijke, bij het laserboren het boorpatroon, bij het laserstructureren de in het werkstuk aan te brengen structuur enzovoorts.

Is de laserstraaldoorsnede groter dan het vlak met de maskerinformatie, dan kan deze in haar geheel met één enkele laserpuls op het werkstuk overgebracht worden. Is dat niet het geval, dan wordt per puls alleen het door de laserstraal belichte deel van de maskerinformatie op het werkstuk overgebracht; de totale informatie-overdracht gebeurt dan in een pulstraject. Daarbij wordt de laserstraal over het masker bewogen of beweegt het masker-werkstuksysteem zich onder de

laserstraal door. Deze beweging en de pulsrequentie van de laser vinden synchroon plaats.

Figuur 1a geeft de schematische opbouw van een excimeerlaser-installatie die werkt volgens het masker-projectieproces. Figuur 1b toont het systeem. Bij deze techniek wordt het masker, en daarmee de bewerkingsinformatie, door middel van een lens op het werkstuk afgebeeld. Evenals bij het contactproces kan de totale maskerinformatie met één laserpuls, aangebracht worden; bij grotere maskers door middel van een pulstraject en een gesynchroniseerde beweging van de laserstraal.

Vergelijking van beide processen

De voornaamste voordelen van het contactproces liggen in de eenvoudiger, robuustere constructie en de geringere investeringen.

De nadelen van het contactproces zijn:

- Het masker wordt even intens als het werkstuk bestraald. Dat beperkt de maximaal toepasbare energiedichtheid tot een waarde ruim onder het niveau waarbij het masker beschadigd wordt. Het toepassingsbereik - qua wijze van toepassing en materiaal - wordt beperkt, de bewerkingstijd verlengd.
- Bij het contactproces raakt het masker vervuild door deeltjes die bij het proces vrijkomen vanuit het werkstuk. Deze vervuiling evenals de hoge energiedichtheid leiden tot een grotere slijtage van het masker.
- Bij het projectieproces wordt het masker doorgaans

verkleind op het werkstuk afgebeeld. Dat maakt de productie van aanzienlijk kleinere structuren met een duidelijk betere scherpte mogelijk.

Voor het kunststof- en het kleuromslagmarkeren wordt het masker-contactproces veelvuldig toegepast. Voor het bewerken van glas en keramiek (graveren, boren, structureren enz.) daarentegen is deze variant ongeschikt, omdat de voor het verwijderen van materiaal vereiste energiedichtheid ($>1 \text{ J/cm}^2$) tot onmiddellijke beschadiging van het masker zou leiden.

Flexibiliteit

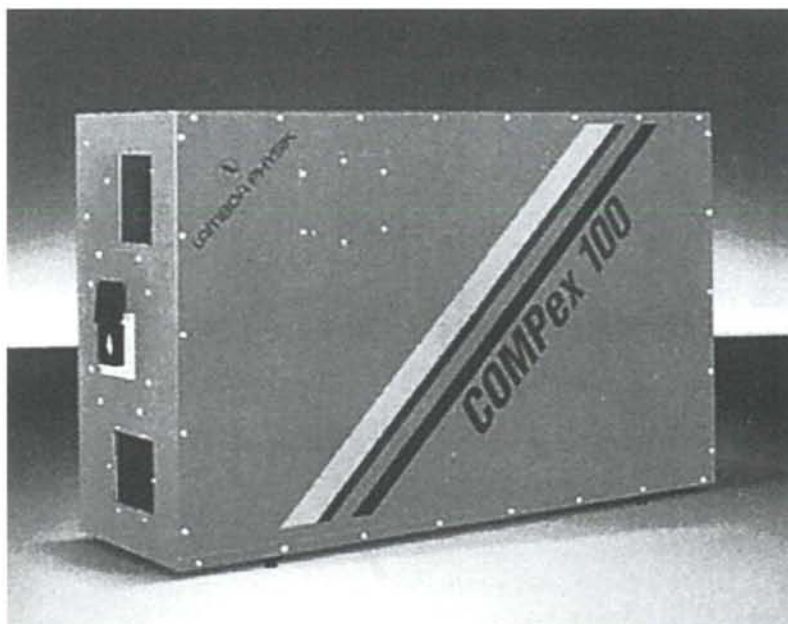
Flexibiliteit is een belangrijke eis die aan bewerkingsinstallaties voor moderne industriële productie wordt gesteld. De excimeerlaser komt aan deze eis meer dan enig ander gereedschap tegemoet, want de bewerkingsinstallaties op basis hiervan zijn volledig computergestuurd. Een centrale computer bestuurt en controleert de gehele installatie tijdens de inschakel-, bedrijfs- en uitschakelfase. Dat houdt ook on-line tests en zelf-diagnose van alle essentiële systeemfuncties en -toestanden in. Het totale proces is met de computer bestuurbaar. De wijziging van een opschrift, boorpatronen, structureringen enzovoort gebeurt door het masker te verwisselen. Voor de verschillende productie-eisen staan verschillende maskersystemen zoals stapel- of schijfmaskers ter beschikking. Het masker met de actuele informatie wordt automatisch (bij geringe eisen aan de flexibiliteit nu en dan ook met de hand) in de laserstraalbaan geplaatst. Bovendien worden alle parameters die van belang zijn voor het effect op het materiaal, zoals de lasercapaciteit, pulsrequentie en dergelijke vanuit de software, dus automatisch, ingesteld.

Door de computer van de installatie kunnen randapparaten zoals werkstuktransportinrichtingen maar ook complete productielijnen bestuurd worden. Standaard input-poorten maken verder de configuratie van de laserinstallatie mogelijk door externe apparatuur zoals een centrale computer. De volledige computerbesturing maakt een eenvoudige integratie van de excimeerlaserinstallatie in een (volautomatisch) productieproces mogelijk met in het verlengde Computer Integrated Manufacturing (CIM) en Just-in-time productie.

Materiaalbewerking met excimeerlasers: kenmerken

Het oplossend vermogen van het optische systeem van een lasermateriaal-bewerkingsinstallatie, zie figuur 2, is evenredig met de golflengte van het toegepaste laserlicht. Dankzij de kortere golflengte van de excimeerlaser kun-

Figuur 2. Lambda-excimeerlaser van de COMPex-serie: compacte industriële lasers voor integratie in (automatische) productielijnen en bewerkingscentra; het grondoppervlak dat door de apparatuur in beslag wordt genomen varieert van 0,40 tot 0,55 m². (afbeelding: Lambda Physik)





Figuur 3. Demonstratie van de mogelijkheden van de excimeerlaser in de fijn- en micromateriaalbewerking: een menselijke haar, door de excimeerlaser voorzien van tekst. (Afbeelding: Lambda Physik)

nen daarom bewerkingen met een fijnheid en nauwkeurigheid gerealiseerd worden die buiten het bereik liggen van de CO_2 - en Nd:YAG-laser; zie figuur 3. Met de excimeerlaser wordt probleemloos een oplossend vermogen van minder dan 10 nm bereikt. Door de juiste keuze van het optische systeem kunnen submicrometerstructuren gerealiseerd worden.

Glas en keramiek laten vooral voor de kortere excimeerlaser-golflengten een grote absorptie zien. Het excimeerlaserlicht wordt in een uiterst dun laagje aan het oppervlak van het werkstuk ($0,1\text{--}1\text{ }\mu\text{m}$) volledig geabsorbeerd. Dat maakt een effectieve en zeer precieze bewerking (materiaal verwijderen, boren, markeren enzovoort) mogelijk. Glas en keramiek worden door de intensieve laserpuls plaatselijk gesmolten en verdampt. Bij het verdampen ontstaat een drukgolf, die de restproducten van het smeltproces uit de bewerkingszone wegblaast. Met het materiaal wordt vrijwel de totale in het werkstuk ingebrachte laserenergie uit de bewerkingszone afgevoerd. Hoewel het hier dus om een thermisch proces gaat, is er vrijwel geen sprake van opwarming van het werkstuk.

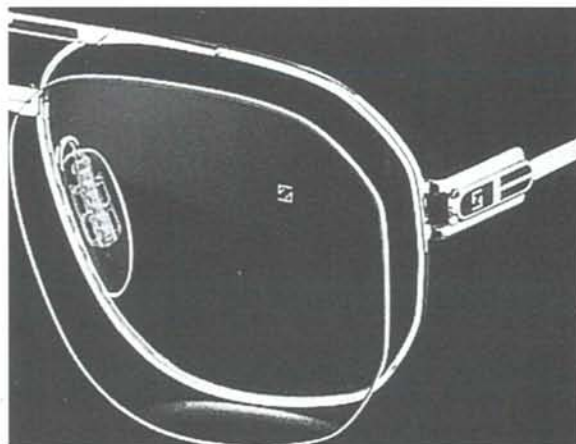
De energie van de fotonen in het excimeerlaserlicht ligt in het bereik van de bindingsenergie van de te bewerken materialen. Excimeerlasers zijn daarom – anders dan CO_2 - en Nd:YAG-lasers – niet alleen in staat om thermisch maar ook fotolytisch te bewerken (fotolyse: ontleding onder invloed van licht). Bij de fotolytische bewerking blijft het werkstuk absoluut koud. Oplossend vermogen, precisie en 'koude' bewerking maken de excimeerlaser tot een interessant gereedschap voor de fijn- en microbewerking van glas en keramische materialen.

Voorbeelden van toepassing in de industriële materiaalbewerking

Markeren van glas, met brillenglazen als voorbeeld

De markering van brillenglazen is wel de meest alledaagse toepassing van de excimeerlaser; zie figuur 4. De markering gebeurt door een gedefinieerde minimale verwijdering van materiaal van 0,1 mm per puls. Het resultaat is een permanente graving van het logo van de fabrikant die de drager van de bril niet hindert. Redenen voor de toepassing van de excimeerlaser zijn hier:

- hoge kwaliteit en goede reproduceerbaarheid van de markering;
- geen mechanisch contact met het brillenglas door het gereedschap (de laserstraal) en daardoor geen directe mechanische belasting noch gevaar voor beschadiging;



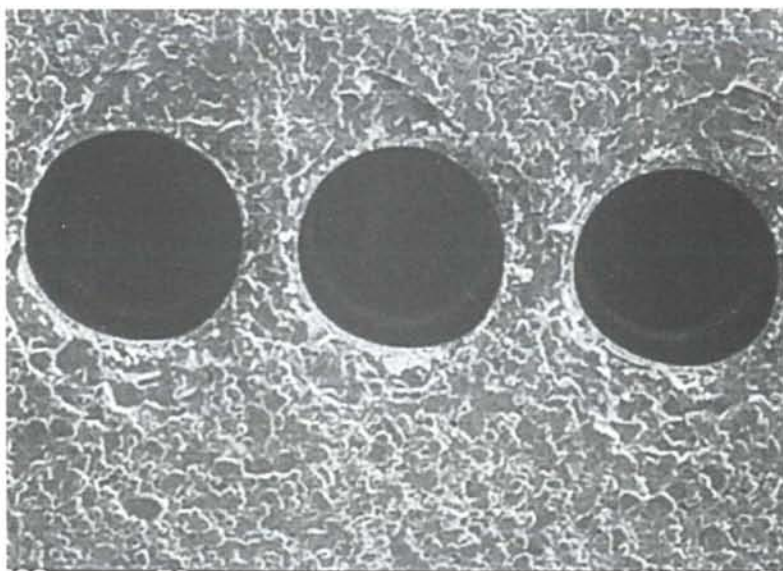
Figuur 4. Brillenglas, gemarkeerd door een excimeerlaser. (Afbeelding: Carl Zeiss, Aalen)



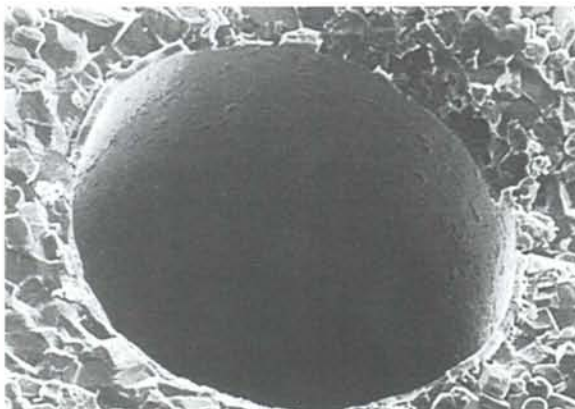
Figuur 5. SMD-keramiek condensatoren, gemarkeerd met behulp van de excimeerlaser. (Afbeelding: Lambda Physik)

- geen thermische belasting van de brillenglazen, dus met name geen microscheuren, uitbreken van schijfers en dergelijke; de breukvastheid van de glazen blijft volledig intact;
- duurzame markering, bestand tegen afwrijven, chemicaliën en licht;
- waarborg tegen vervalsing: kentekens die met de excimeerlaser zijn aangebracht blijven tot in het extreme intact, en ze zien er onder de microscoop anders uit dan met traditionele technieken of met CO₂- en Nd:YAG-lasers aangebrachte kentekens;
- geen gebruik van 'traditionele' verbruiksmaterialen (inkt, vloeistoffen, oplosmiddelen en dergelijke) die geregeld nagevuld, verwisseld, afgevoerd en afgewerkt moeten worden; de daarmee samenhangende voorbereidende werkzaamheden, stilstandstijden, schoonmaakwerkzaamheden vervallen; loonkosten worden gereduceerd;
- economische aantrekkelijk.

Figuur 6. Werkstuk van Al₂O₃-keramiek met een dikte van 0,6 mm, waarin gaten met een diameter van 50 µm en een onderlinge afstand van 10 mm zijn geboord. (Afbeelding: MicroLas Lasersystem GmbH, Göttingen)



Figuur 7. Vergroting van een van de gaten van figuur 6. (Afbeelding: MicroLas Lasersystem GmbH, Göttingen)



Andere toepassingen van de excimeerlaser voor het markeren in de glasindustrie zijn de markering van medische en chemische glasverpakkingen zoals ampullen, diamanten en spiegels.

Markeren van keramische materialen, met SMD-condensatoren als voorbeeld

Het markeren van keramische SMD-condensatoren, zie figuur 5, is een standaardtoepassing van de excimeerlaser. De condensatoren worden continu of stapsgewijs door de markeerzone gevoerd. De markering van een condensator gebeurt met één enkele laserpuls. De maximale bewerkingssnelheid wordt daardoor alleen door de maximale puls frequentie van de laser en de maximale verplaatsingssnelheid van de condensatoren beperkt. Snelheden van 100 markeringen per seconde en hoger zijn momenteel voor excimeerlasers geen uitzondering. Ook snel bewegende componenten vormen geen probleem: de extreem korte laserpuls garandeert haarscherpe markeringen zelfs bij transportsnelheden van 100 m/s en meer.

Redenen om de excimeerlaser bij het markeren van SMD-keramiekcondensatoren te gebruiken zijn:

- hoge markeersnelheden;
- hoge kwaliteit en goede reproduceerbaarheid van de markering;
- bij markering door kleurverandering geen thermische beïnvloeding, geen microscheuren, geen verandering van mechanische of elektrische eigenschappen van de condensatoren;
- de markering is bestand tegen chemicaliën, afwrijven, vingercontact, licht, hoge temperaturen die optreden aan het oppervlak van de condensatoren;
- de markering vrijwaart tegen vervalsing (denk aan merkbescherming, productaansprakelijkheid);
- geen gebruik van 'traditionele' verbruiksmaterialen (inkt, vloeistoffen, oplosmiddelen);
- economisch aantrekkelijk proces.

Boren

Terwijl het boren van kunststoffen met de excimeerlaser tegenwoordig heel gebruikelijk is, staat het excimeerlaserboren van glas en keramiek nog in de kinderschoenen. En juist daarbij zijn de mogelijkheden buitengewoon groot. Voorbeeld: in 0,6 mm dik Al₂O₃ keramiek, zie figuur 6, zijn met een excimeerlaser gaten van 50 µm met een onderlinge afstand van 10 µm aangebracht. De kwaliteit van de bewerking, zie figuur 7, is hoog: de boorranden vertonen geen

braamvorming en de wanden zijn glad. Van thermische beïnvloeding van het materiaal die de sterkte van het onderdeel zou kunnen ondergraven - denk aan microscheuren - is geen sprake.

Toepassingen voor het excimeerboren van glas en keramiek zijn:

- (doorlopende)gaten in keramische printplaten;
- keramische inspuitsstukken in verbrandingsmotoren, keramische sproeimonden van inkjet-apparatuur, microscopisch kleine verdeelkoppen voor het spinnen van textiel;
- vloeistoftransportkanalen in doseersystemen;
- montagegaten in beweegbare optische elementen (draaibare spiegels, prisma's en dergelijke);
- testen en kalibreren van monsters in het kader van de kwaliteitscontrole; (Voorbeeld: glasampullen worden uit het productieproces genomen, met een excimeerlaser geboord - gatdiameter in de orde van grootte van 10 μm - en weer in het productieproces teruggevoerd; de verkregen exacte boring in de ampullen maakt testen en kalibreren in de productielijn mogelijk; dergelijke monsternames kunnen ook uitgevoerd worden met glazen verpakkingen van

medische en chemische producten, in de glazen omkapselingen van elektronische componenten en in glazen doorvoerstukken).

Structureren van glas, met als voorbeeld ijkmonsters

Het aanbrengen van ijkpatronen op glaasjes van microscopen, maatbekers voor chemicaliën en dergelijke gebeurt met de masker-projectietechniek. Het masker met het ijkpatroon wordt via de lens verkleind op het werkstuk afgebeeld. Een laserpuls verwijdert, afhankelijk van de gekozen laserintensiteit, een laag van 0,1 tot 0,5 μm . Via het aantal laserpulsen wordt de diepte van de patronen exact ingesteld. Andere toepassingen zijn het structureren van glazen justeerhulpstukken en broedceltelkamertjes.

Het aanbrengen van optische tralies in lichtgeleiders

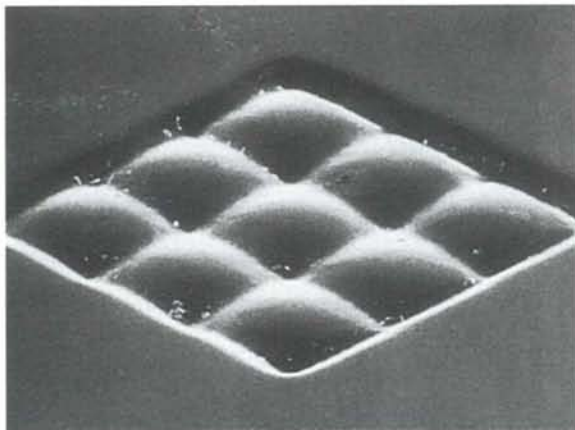
Door middel van masker- of interferometertechniek wordt op het oppervlak van de lichtgeleider een ruimtelijke periodieke verdeling van de excimeerlaser-intensiteit gerealiseerd. Met één afzonderlijke, sterke puls kan in de lichtgeleider zodoende een ruimtelijk variërende brekingsindex en daarmee een optische tralie worden aangebracht. Deze werkwijze is ook tijdens het vezeltrekproces mogelijk.

Signaallicht dat door een op deze wijze gestructureerde lichtgeleider loopt, wordt door de tralie afgebogen. De feitelijke buigingseffecten hangen af van de golflengte van het opvallende licht. Bij een op de tralieconstante afgestemde golflengte kan het signaallicht ter plaatse van de tralie gereflecteerd en/of via de tralie uit de lichtgeleider worden afgevoerd. Omgekeerd is via de tralie de zijdelingse toevoer van signaallicht in de lichtgeleider mogelijk. De excimeerlaser-structurering van lichtgeleiders opent interessante mogelijkheden voor de telecommunicatie en vezeloptische sensortechniek. Optische tralies die tot stand worden gebracht met een excimeerlaser zullen in de nabije toekomst onder andere te vinden zijn in lasers, optische versterkers, reflectoren, banddoorlaatfilters, golflengte-multiplexers en temperatuur-, druk- en treksensoren.

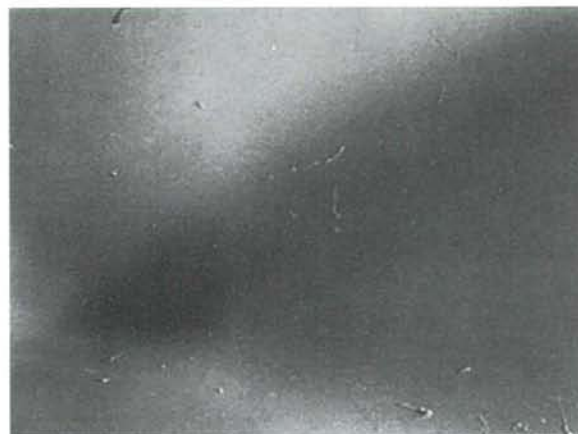
Micromechanica en -optica

De belangstelling voor micromechanische en micro-optische componenten is snel groeiende. Hier opent de excimeerlaser brede perspectieven. Figuur 8 en 9 geven een beeld van de mogelijkheden van deze lasers bij de bewerking van glas en keramiek. Mechanische compo-

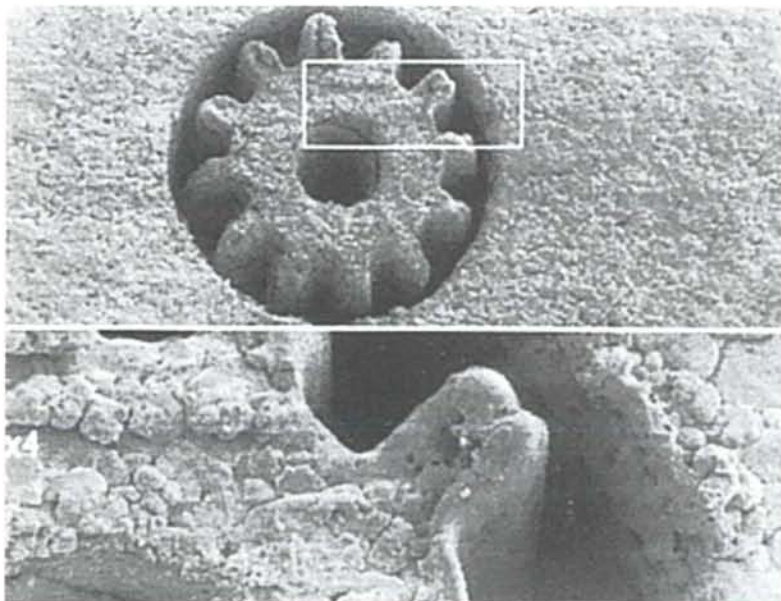
Figuur 8. Glas dat van een structuur is voorzien met behulp van een excimeerlaser; celgrootte 25 x 25 x 8 mm, onderlinge afstand 8 mm (Afbeelding: Exitech Ltd., Oxford, UK)



Figuur 9. Dun (30 μm) glas, dat met een excimeerlaser is voorzien van een structuur (Afbeelding: Laserzentrum Hannover)



Figuur 10. Tandwiel uit Al_2O_3 dat geproduceerd is met een excimeerlaser; dikte 600 μm , diameter 120 μm .
(Afbeelding: Lambda Physik, Göttingen)



nenten uit glas die door de excimeerlaser zijn vormgegeven zoals onderdelen voor microvloeistofsystemen (micromengers, chemische reactoren en dergelijke) zullen binnenkort de drempel van laboratorium tot praktisch gebruik komen. Het keramische tandwiel van figuur 10 (dikte 600 μm , diameter 120 μm) is door middel van excimeerlaser-maskertechniek geproduceerd door laag na laag te verwijderen. Ondanks de geometrie

en de materiaaleigenschappen – denk aan de smelt- en verdampingstemperatuur, de hardheid, de brosheid en de scheurgevoeligheid van het materiaal – heeft de bewerking een uitstekende afwerkwaliteit van de randen als resultaat. Het oppervlak toont sporen van een smeltproces. Thermische spanningen blijven echter beperkt tot het micrometerbereik. Microscheuren treden niet op; een vermindering van de sterkte van het onderdeel kan niet worden vastgesteld.

Figuur 11 toont een spiraalpatroon op een glazen lenzenstelsel met een oppervlak van 600 x 600 μm dat verkregen is door structureren met de excimeerlaser. Aan dergelijke zeer kleine lenzen bestaat een grote behoefte in de telecommunicatie, sensortechniek en medische wetenschap. Voorbeelden: microlenzen voor lichtgeleiders en laserdioden, speciaal gestructureerde lenzenstelsels voor optimale belichting en/of waarneming van meetvelden, lenssystemen voor verlichtings- en inspectie-straalgangen in miniatuurendoscopen.

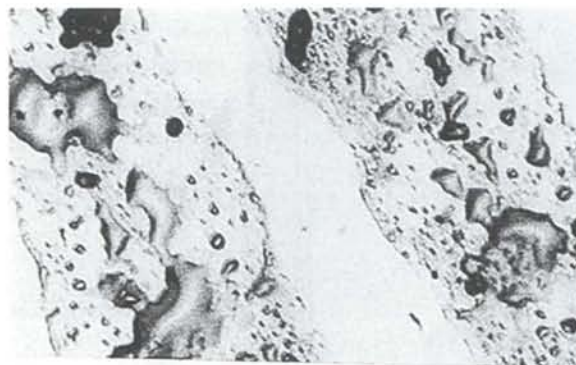
Reinigen

Het reinigen door middel van excimeerlasers mag rekenen op toenemende belangstelling vanuit de elektronica en de optische techniek. Bij excimeerlaser-reinigen treft de laserstraal het te reinigen oppervlak en verwijdert wat zich daarop heeft vastgezet, zoals:



Figuur 11. Met een excimeerlaser gestructureerde glaslenz: afmeting 600 x 600 μm .
(Afbeelding: Laserzentrum Hannover)

Figuur 12. Reinigen met de excimeerlaser: het verwijderen van een vingerafdruk van een glasoppervlak met één enkele laserpuls.
(Afbelding: dr. Y.F. Lu, National University of Singapore)



(a) — 100 μm



(b) — 20 μm

- thermisch verdampen van aanslag;
- foto-dissociatie van de moleculen waaruit de aanslag bestaat;
- verwijdering van een opgebrachte reinigingsvloeistof door een drukgolf.

Voordelen van het excimeerlaser-reinigen zijn:

- eenvoudig proces;
- verwijdering van afzettingen die op chemische wijze moeilijk weg te krijgen zijn;
- geen of zeer weinig gebruik van water;
- geen gebruik van chemicaliën en daarmee samenhangende werkvoorbereiding, kosten voor verbruiksmaterialen, afvoer- en veiligheidsproblematiek;
- eenvoudige inpassing in productielijnen (de installatie neemt slechts geringe ruimte in, de laser kan ook buiten de eigenlijke productielijn worden opgesteld terwijl het laserlicht via spiegels naar de reinigingsplaats wordt overgebracht);
- flexibiliteit onder andere door volledige computerbesturing van het gehele proces.

Voorbeelden van toepassingen voor het excimeerlaser-reinigen zijn:

- elektronische industrie: reinigen van LC-displays,

glasmaskers, siliciumplakken, chips, elektro-optische componenten;

- optiek, zie figuur 12: verwijderen van vingerafdrukken, stof, vet, kunststofrestanten op ramen, lenzen, spiegels, tralies – een bijzondere toepassing vormt de reiniging van telescopieën;
- restauratie: verwijderen van aanslag op antiek glaswerk, bijvoorbeeld atmosferische erosieproducten op kerkramen.

Samenvatting

De excimeerlaser heeft zich de laatste jaren een vaste plaats verworven in de industrie. Dat is enerzijds te danken aan de ontwikkeling in de richting van steeds kleinere mechanische, elektronische en optische componenten en anderzijds aan de toenemende eisen ten aanzien van kwaliteit, flexibiliteit en economie van de productieprocessen.

De excimeerlaser is voor de fijn- c.q. microbewerking van glas en keramiek als het ware voorbestemd. De laser werkt extreem precies en subtiel, zonder schade aan de omgeving te berokkenen. Veel productietechnische oplossingen en productinnovaties kunnen pas verwezenlijkt worden door inzet van een excimeerlaser. De voornaamste hindernis voor een bredere inzet van dit type laser is in feite onwetendheid op het onderhavige terrein bij de potentiële gebruikers. Hier ligt nog een hele taak voor de producenten en leveranciers van excimeerlaser-systemen.

Lambda Physik is technologisch toonaangevend op het gebied van gepulste lasers voor industrie, medische toepassingen en wetenschap. Gesticht in 1971 als spin-off van het Max Planck-instituut ontwikkelde het zich tot een bedrijf met 250 medewerkers in Göttingen met vestigingen in Japan en de VS. In 1995 was de omzet DM 70 miljoen. In 1992 werd door Lambda Physik en Jenoptik de joint venture Micro-Las opgericht. Op het gebied van excimeer- en gepulste kleurstoflasers heeft Lambda Physik een zeer groot aandeel op de wereldmarkt.

Meer dan 1000 excimeerlasers zijn in verschillende takken van de industrie in gebruik voor onder andere de toepassingen die in het voorafgaande artikel als "Voorbeeld" zijn genoemd.

Inlichtingen: Optilas B.V., Alphen aan den Rijn. De heer P.A. Drok.

Tel.: 0172-44 60 63; Fax: 0172-44 34 14; e-mail: optilas@euronet.nl of optilasbv@compuserve.com

Produktinfo

Universele temperatuur-opnemer

De nieuwe universele Pt100 temperatuuropnemer TST10 van Endress+Hauser is ontwikkeld voor industriële toepassingen, voor zowel DIN als ANSI georiënteerde gebruikers. Door zijn modulaire flexibele opbouw zijn binnen één bestelstructuur vrijwel alle voorkomende combinaties van schroefdraad, thermowellmateriaal, thermowell diameter en aansluitkop te maken. Nieuw is de optie van een trillingsbestendig Pt100 opneemelement. Hierdoor is de temperatuuropnemer ook inzetbaar bij sterk vibrerende toepassingen.

Door zijn universele karakter is de TST10 toepasbaar als temperatuuropnemer in processen, die elk hun eigen specifieke eisen aan temperatuurmetingen stellen. Dankzij de vele mogelijkheden is de TST10 een alternatief voor dure 'specials'

Voor uitvoerige info:



De anemometer levert precieze informatie over de luchtsnelheden en de bijbehorende temperaturen. Het apparaat heeft een thermistor die op een constante temperatuur van 120°C gehouden wordt. Door de elektrische energie te bepalen die nodig is om deze temperatuur constant te houden bij een bepaalde luchtstroom, kan men de snelheid van die luchtstroom uitrekenen. Het instrument werkt zeer snel en kan meten van 0 tot 30 m/s in een tem-

peratuur van 0°C tot 70°C. Met een tot 800 mm verlengbare voeler kan men eenvoudig in luchtkanalen meten. Zijn compactheid en eenvoud maakt het apparaat uiterst geschikt voor de verwarming- en ventilatie-industrie.

Voor uitvoerige info:

DIMED NV

Joe Englishstraat 47

2140 Antwerpen

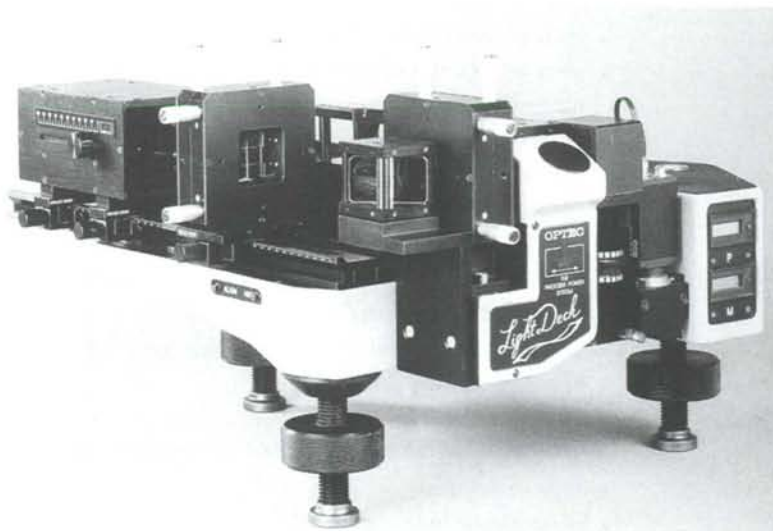
Telefoon: +32-3-236 6465

Fax : +32-3-236 6462.

Microbewerking met UV-laser

Optec introduceert een UV-laserbewerkingssysteem, de LightDeck, compact van bouw (50 bij 60 cm), goed draagbaar en voorzien van veel mogelijkheden waarover ook grotere en complexere systemen beschikken. Het modulaire ontwerp, maakt het mogelijk de machine te gebruiken voor microbewerken, oppervlaktebehandeling, laser-markeren en materiaalonderzoek.

Diverse straalvormende modules zoals lenzen, energieverzwakkers, spleten en andere accessoires kunnen worden gebruikt om de eigenschappen van de laser aan de LightDeck aan te passen. Als laserbron dient



Endress+Hauser B.V.
Dirk Spek, Product Manager
Telefoon: 035 - 695 8611
Fax: 035 - 695 8825

Draagbare thermo-anemometer

COMARK Ltd, brengt onder de merknaam Kane-May de thermoanemometer KM4007 op de markt.

een excimeer of q-geschakelde Nd:YAG laser; de golflengte ligt tussen 193 en 532 nm (ook 1,06 μ m). Er is een controlesysteem voor de laserenergie gebaseerd op meting van de werkelijke foton-intensiteit. Voor de positionering van de onderdelen en voor de meebewegende bewaking van het proces zorgen speciale camera-visionssystemen. Ook externe laserstraal-diagnosesystemen kunnen worden geïntegreerd. Materialen kunnen voor onderzoek onder de proceslens worden geplaatst op een vaste klemmering. Een andere mogelijkheid is het gebruik van een van de vele leverbare typen positioneer tafels, die eventueel uitgerust kunnen worden met een vacuüm-opspanvoorziening, te monteren onder het apparaat. Een gascontrole-unit zorgt voor een gasmantel die de optiek afschermt tegen rookontwikkeling die ontstaat bij het beweringsproces.

Voor uitvoerige info:

Optilas BV
Alphen aan de Rijn
Telefoon: 0172 - 446 060
Fax: 0172 - 443 414
E-mail: optilas@euronet.nl/
101320.3371@compuserve.com

Carl Zeiss Visionmes

Optische beeldprocessing wint steeds meer terrein in de automatiseringstechnologie en procesrege-

ling. Snelle en nauwkeurige metingen van objecten vereisen speciale lenzen, geoptimaliseerd voor het object en de CCD sensor.

Carl Zeiss introduceert een lijn, onder de naam Visionmes, van telecentrische lenzen, waarmee nauwkeurige metingen kunnen worden verkregen, ongeacht de positie of de diepte van het te

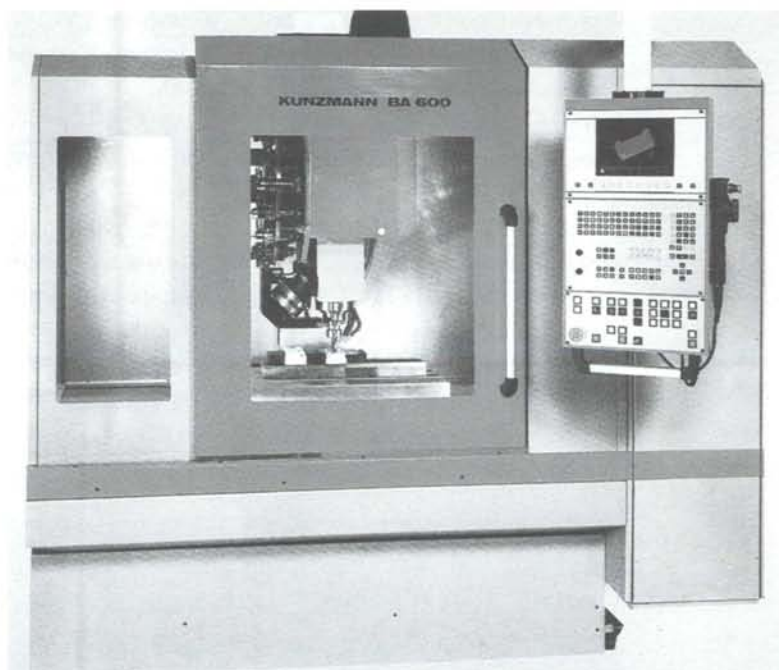
Telefoon: 0316 - 340 804

Fax: 0316 - 340 805

E-mail: tlintelo@worldaccess.nl

Verticaal CNC bewerkingscentrum

Door de Duitse freesmachine-fabrikant Kunzmann is een verticaal CNC bewerkingscentrum, type BA 600 geïntroduceerd, uitgerust met



meten object. Ook effectieve metingen van objecten in holle ruimten is mogelijk.

De lenzen zijn ontworpen voor objecten met een afmeting tot 300 mm en sensoren met maximale afmetingen van 8 mm tot 60 mm. Bij het aanpassen van het diafragma kan de gebruiker de scherptediepte van het veld wijzigen. Daar de residuervorming beneden de pixel grootte ligt, is berekeningscorrectie van de gemeten resultaten meestal niet nodig.

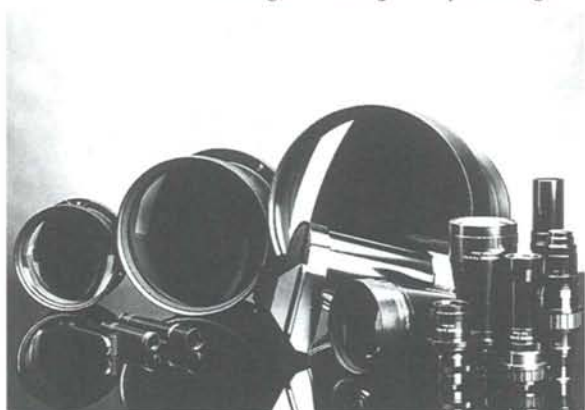
Voor uitvoerige info:

Te Lintelo Systems B.V.
Mevr. W. Kniest
Postbus 45
6900 AA Zevenaar

een vier-assige Heidenhain besturing met digitale assenregeling voor frees- en boorbewerkingen.

Technische gegevens:

- werkbereik in langs-, dwars- en verticale richting resp. 600 mm, 400 mm en 600 mm., ijlgangen in de X-, Y- en Z-as zijn 25 m/min,
- spiltoerental instelbaar van 50 - 8.000 omw/min,
- automatische verticale gereedschapswisselaar met 24 posities ISO 40,
- maximum freesdiameter 130 mm.,
- Heidenhain TNC 410 PA besturing,
- contour- en parallelprogrammering.



Voor uitvoerige info:

Schreuder en Co.
Postbus 326
3330 AH Zwijndrecht
Telefoon: 078 - 610 0111
Fax: 078 - 610 3193.

Combinatiekoppeling voor servo-aandrijvingen

Voor servo-aandrijvingen ontwikkelde Mayr een combinatiekoppeling, waarmee een oplossing geboden wordt voor het beheersen van resonantietrillingen. De werking van deze combinatie berust op een goed samenspel van de twee onderdelen die ervan deel uitmaken, te weten een elastische koppeling en een spelingvrije veiligheidskoppeling. De eerste, de Roba-ES, zorgt voor een afdoende trillingdemping, maar is dermate torsiestijf dat ook bij hoogdynamische aandrijvingen geen enkele concessie aan de nauwkeurigheid hoeft te worden gedaan.

de waarde wordt begrensd, zodat men schade als gevolg van overbelasting te allen tijde voorkomt. Van de combinatiekoppeling worden door Mayr verschillende groottes op de markt gebracht, geschikt voor een spelingvrije overbrenging van draaimomenten variërend van 10 Nm tot 450 Nm.

Voor uitvoerige info:

Groneman B.V.
afd. Aandrijf- en Besturingstechniek
Postbus 24
7550 AA Hengelo
Telefoon: 074 - 255 1140
Fax: 074 - 255 1109.

Nieuwe ontwikkelingen op het gebied van interactieve catalogi en calculatieprogramma's

Om lagerconstructies te kunnen ontwikkelen, voorziet SKF in uitgebreide informatie op het gebied van

bevat de complete hoofdcatalogus voor lagers en afdichtingen. De nieuwe interactieve SKF Maintenance Catalogus bevat de complete catalogus voor onderhoudsproducten. Meer gespecialiseerd is het Electronic Handbook for Papermaking Machines, het Electronic Handbook for Centrifugal Pumps, EDUENS (calculatieprogramma voor draaikranslagers) en de CADalog Plus (lagerselectie- en calculatieprogramma).

Voor uitvoerige info:

SKF Nederland BV
Afdeling Publiciteit
Schietsboom 2
3905 TD Veenendaal
Telefoon: 0318 - 560 750
Fax: 0318 - 560 600.

Draagbare infrarood thermometer

De draagbare Irtec P1000 infrarood thermometer van Euroton is geschikt voor het contactloos meten van temperaturen tussen -30 en 1000 °C (een uitvoering van 600 - 2000 °C is ook beschikbaar) met een nauwkeurigheid beter dan 1% van de gemeten waarde.



Door gebruikmaking van kunststofmateriaal met verschillende hardheden zijn de dempingseigenschappen en stijfheid te variëren. Het andere deel van de combinatie is de spelingvrije veiligheidskoppeling type EAS-NC. Deze draagt er zorg voor dat het over te brengen draaimoment exact tot de ingestel-

lagers en aanverwante producten. Behalve het gebruikelijke drukwerk kan dit nu ook via programma's vastgelegd op floppy-disks en CD-ROMs. Deze programma's kunnen worden getest in de SKF stand op de beurs Aandrijftechniek. De nieuwe interactieve SKF Engineering Catalogus op CD-ROM



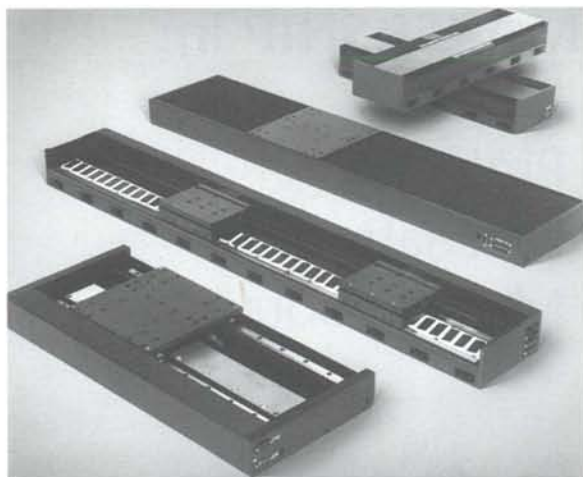
De gemeten temperatuur wordt met een resolutie van 0,1 °C en 1 °C weergegeven op een LCD-scherm met verlichting die automatisch aan- en uitschakelt. De analooguitgang van 0 - 1 V is vrij programmeerbaar. Tevens is de Irtec P1000 voorzien van een dataloggerfunctie voor het opslaan van 500 meetwaarden; deze kunnen met de meegeleverde software met behulp van een PC worden uitgelezen.

Voor uitvoerige informatie:

Mera Benelux B.V.
Postbus 77
5056 ZH Berkel-Enschot
Tel.: 013-533 4411
Fax: 013-533 2039.

Positioneringstafel met lineaire motor

De LW-familie van positioneringstafels bestaat uit de LW-10 en de LW-5 tafels; beide types zijn uitgerust met lineaire motoren. De tafels zijn ontworpen voor nauwkeurige bewegingen met hoge snelheden met korte uittriltijden. Voorbeelden van toepassingen zijn inspectie, assemblage, scanning en pick & place. De tafels worden aangedreven met behulp van contactloze lineaire motoren die centraal onder de slede zijn geplaatst zodat geen ongewenste momenten worden uitgeoefend.



Voor de positieterugkoppeling wordt gebruik gemaakt van contactloze meetsystemen met resolutie van 5 mm tot 0,04 µm. Doordat beide systemen contactloos zijn, is het preventieve onderhoud minimaal en worden hoge MTBF's gehaald met minimale MTTR's.

De tafels kunnen op verschillende manieren met elkaar worden gecombineerd tot meerassige systemen. Het is bovendien mogelijk combinaties met andere Anorad tafels te maken. Als afdekking kan worden gekozen tussen een metalen plaat of kunststof balgen of een combinatie van beide. Standaard slaglengtes gaan van 150 mm tot 1500 mm.

Rotatietafel

De GRXA-rotatietafel heeft een roestvast stalen kruisrollenlagering en een voorgespannen worm/wormwiel aandrijving. De behuizing is van



zwart geanodiseerd aluminium. De tafel heeft een lage bouwvorm, een uiterst gladde rotatiebeweging, een grote stijfheid en een grotere draagcapaciteit dan vergelijkbare rotatietafels. Het totale ontwerp draagt bij aan een haalbare positioneer-nauwkeurigheid van ± 2 boogminuten. De worm/wormwiel aandrijving heeft een zelfinstellende voorspanning. De GRXA heeft standaard een doorgaand gat, maar kan ook met een dichte

rotatieplaat worden geleverd. In de plaat bevindt zich een aantal gaten met schroefdraad waarmee werkstukken kunnen worden bevestigd.

Voor uitvoerige info:

Anorad Europe B.V.
Waalreseweg 17
5554 HA Valkenswaard
Contactpersoon: Ir. M.G.M. Lammers
Tel.: 040-208 9238
Fax: 040-204 6862

Digitale stralingsthermometer

De volledig digitale stralingsthermometers "Infratherm IS 10" en "Infratherm IGA 10" van Impac hebben een instelbare responstijd van minimaal 1 milliseconde; het meetbereik is 300 °C tot 3300 °C. De digitale signaalverwerking in combinatie met de hogewaardige optische componenten leidt tot uiterst precieze en reproduceerbare meetgegevens.

De thermometers worden standaard uitgevoerd met doorkijk lens, analoge uitgang (0/4...20 mA), RS 232C uitgang en een softwarepakket voor de signaalverwerking. Met de bijgeleverde PC-software kan men alle parameters instellen en veranderen voor elk meetbereik. De signaalgegevens kunnen real-time worden weergegeven en/of achteraf worden bewerkt.

Voor elke toepassing zijn er objectieven beschikbaar met een vaste brandpuntinstelling van 80 mm tot 5600 mm.

Voor uitvoerige info:

Safex Contro B.V.
Pascalstraat 12
2811 EL Reeuwijk
Postbus 69
2810 AB Reeuwijk
Tel.: 0182-391 313
Fax: 0182-391 227.

Borstelloze micromotoren

Na jaren van ontwikkeling lanceert RMB de Smoovy micromotoren. De motoren hebben een doorsnede van 3 mm of van 5 mm en zijn voorzien van kogellagers. Ze zijn lever-

baar in drie kwaliteitsklassen: hoge precisie, precisie en economy. Aan de motoren kunnen bijpassende reductiekasten worden gebouwd met een vertraging van 1 op 125 of 1 op 25 voor de 5 mm motor en een vertraging van 1 op 25 of 1 op 5 voor de 3 mm motor. De erwtten geven een indruk van de geringe afmetingen van de motoren, waarvan de liggende exemplaren voorzien zijn van een reductiekast. Naar keuze kan een van de vier soorten sturingen worden toegepast: open loop, sensorless, closed loop en input-loop. Voor de meting van het toerental zijn optische- en hall-sensoren beschikbaar.

De borstelloze motoren werken bij een spanning tussen 2 tot 9 V bij een stroom van 20 tot 200 mA. De lage massatraagheid maakt een snel-

le wisseling van snelheid en draairichting mogelijk. De motor kan gebruikt worden als stappenmotor, maar ook als hoogtoerenmotor met snelheden tot 110.000 omw/min. Door de richting van het roterende driefase veld om te draaien kan de motor van draairichting worden omgeschakeld tot een toerental van 5000 omw/min.

Mogelijke toepassingen zijn de aandrijving van microrobots voor assemblage, micropompen voor inplanteerbare infuussystemen, geminiaturiseerde barcode scanners enz.

Voor nadere info:

RMB Benelux
De heer H.a. te Meij
Pijperhof 6
4941 WR Raamsdonkveer



M e v i

FIJNMECHANISCHE
INDUSTRIE

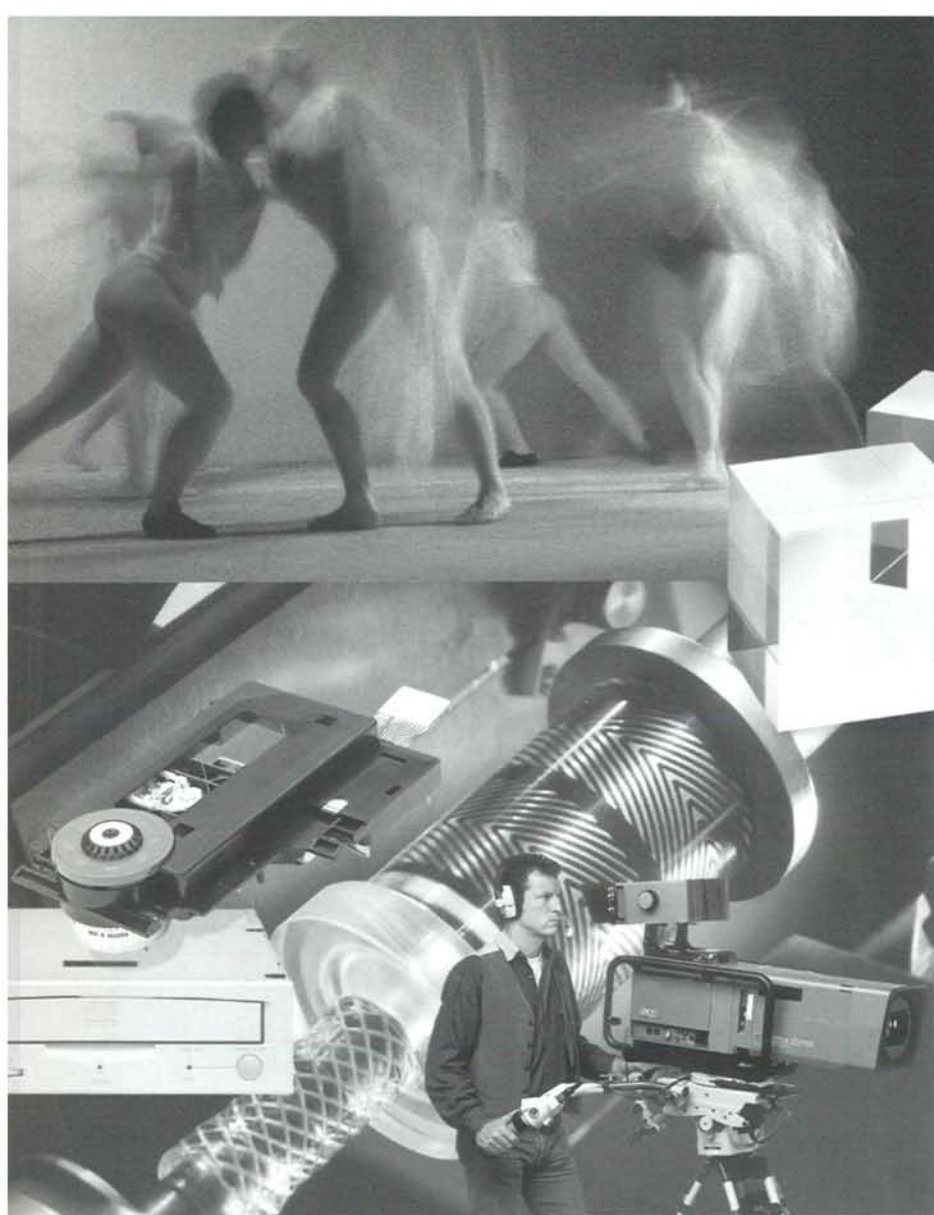
CO-MAKERSHIP in:

- Precisie
- Prototypen
- Mechatronica
- Machinebouw



Voor meer info:
<http://www.worldonline.nl/~mevifmi>

Postbus 238, 5700 AE Helmond, Weth. den Oudenstraat 1, 5706 ST Helmond
Telefoon +31 492 53 86 15, Fax +31 492 53 87 35, E-mail info@mevi.com



The success of your product depends on the performance of every single part — even those your customer doesn't see. That's why Philips Mechatronics is the smart choice for precision components.

Take advantage of Philips' expertise: high-performance parts in tightly controlled production and even to extreme tolerances — for just about every application. If standard units won't do, our design engineers will work with you to develop the specific component you need. And take advantage of our global presence and production facilities: Philips can meet your delivery schedule, wherever your needs arise.

Then there's quality... And while everyone else is making claims, Philips Mechatronics is making commitments. We understand that you're staking your reputation on our quality. So we'll do whatever it takes to deliver the best designed, most reliable, optimum tolerance product.

It's the little things that make a difference.



These components are small — so small, your customers won't know they're from Philips. But they will know if they're not.

Philips Mechatronics
Kerkeplaat 12, 3313 LC Dordrecht
P.O. Box 57, 3300 AB Dordrecht
Tel. +31 78 621 99 10
Fax +31 78 621 32 76

Let's make things better.

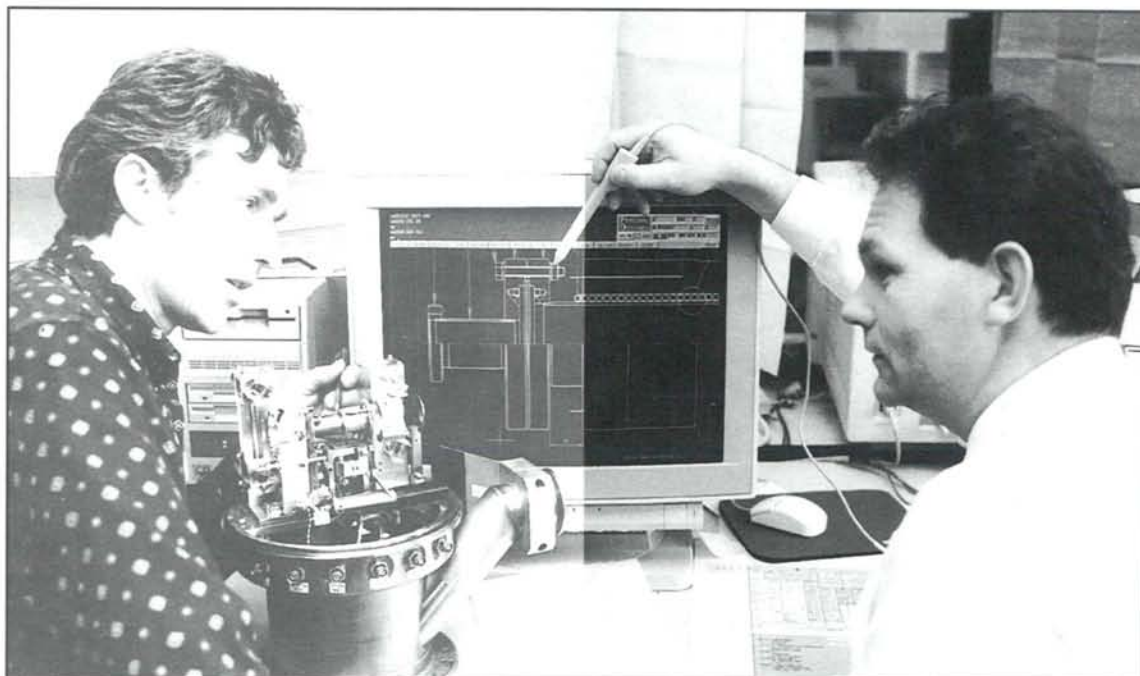
Philips
Key
Modules



PHILIPS



De uitwerking van een produktidee is bepalend voor de kwaliteit



Samen krijg je meer voor elkaar!

De NVPT stimuleert ontwikkelingen en toepassingen van de precisietechnologie in Nederland en wil daarmee tevens de belangstelling van dit kennisintensieve vakgebied vergroten.

Door het grote kennispotentieel dat qua niveau en vakdisciplines in de vereniging aanwezig is, kan door onderlinge contacten een vruchtbare kennisoverdracht tot stand komen.

Daarmee wordt een belangrijke bijdrage geleverd zowel aan de vaktechnische ontwikkeling van de leden als aan de ontwikkeling van de precisietechnologie in het algemeen.

De vereniging tracht haar doel te bereiken door onder meer:

- Deelname aan vakbeurzen samen met bedrijfsleden.
- Bedrijfsbezoeken.
- Samenwerking in Landelijke en Regionale Werkgroepen.
- Uitgave van het vakblad MIKRONIEK.
- Mikropool, een onderlinge dienstverlening op het gebied van materialen en bewerkingen.
- Deelname aan de organisatie van vakgerichte symposia, themadagen en tentoonstellingen.

Indien u in de activiteiten van de NVPT bent geïnteresseerd, stuur ons dan deze antwoordstrook.

Voor informatie en aanmelding:
Nederlandse Vereniging voor Precisietechnologie NVPT
Postbus 6367, 5600 EJ Eindhoven
Tel.: 040-2947937, Fax: 040-2125075

Naam

Adres

Postcode Woonplaats

Tel.: Fax:

Werkzaam bij

Functie

Vakgebied(en)

Omvang bedrijf

Lidmaatschap: ☐ wil informatie

☐ geeft zich op als lid.

