André

Mikromiek

12 MEI 1999

(2)

JAARGANG 39

NVPT VAKBLAD VOOR PRECISIE-TECHNOLOGIE

De wereld van de Precisietechnologie in kaart gebracht

KOPER / MESSING / ALUMINIUM

Voor het geval dat u 't nog niet wist....

ENORME VOORRADEN EN KORTE LEVERTIJDEN

beheersen onze handelswijze!

Onze voorraad platen, staven, buizen, draad, profielen etc. is groot, erg groot zelfs. En onze voorraad wordt voortdurend op pijl gehouden, want lange levertijden zijn bij ons taboe.

Bel nu 050 - 5421200 en ontvang p/o het dikke, geheel vernieuwde aktuele voorraadboek.

KOPER
E-Cu/ SFCu
- 2 t/m 250 mm
- 4 t/m 200 mm
- 6 t/m 60 mm
- 6 x 2 t/m 100 x 60 mm
- buis/holstaf t/m156 mm

MESSING
Ms58/ Ms60Pb/ Ms63
- 1 t/m 350 mm
- 2 t/m 150 mm
- 2 t/m 110 mm
- 3 x 2 t/m 100 x 80 mm
- 6 x 3 t/m 40 x 6 mm
- kartel 5 t/m 23 mm
- buis/holstaf t/m 200 mm

ALUMINIUM
50ST/ 51ST/ 28ST/ SiPb
- 2 t/m 500 mm
- 5 t/m 200 mm
- 5 t/m 80 mm
- 10 x 2 t/m 125 x 70 mm
- buis/holstaf t/m 365 mm
- ★ plat + vierkant óók in kortspanig 28 ST

SALOMON'S METALEN B.V.

Voorsprong door Voorraad!

GOTENBURGWEG 24,
9723 TL GRONINGEN TEL. 050-5421200 FAX 050-5416892

Mevi

FIJNMECHANISCHE INDUSTRIE

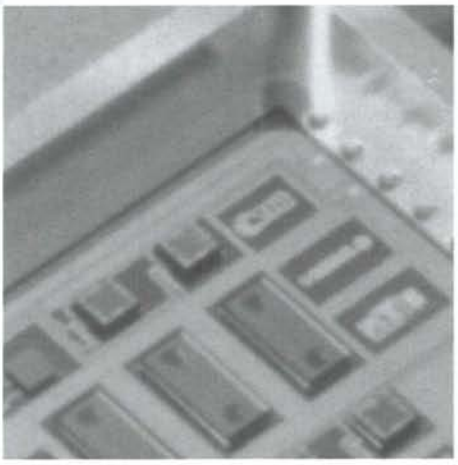
Het neusje van de zalm op het gebied van prototypes en complete functies.
Voor meer info: http://www.mevi.com

Mevi, de bron voor iets nieuws

Weth. den Oudenstraat 1, 5706 ST Helmond,
telefoon 0492 53 86 15, fax 0492 53 87 35, e-mail info@mevi.com

Mikroniek nummer 2-1999

In dit nummer



32 *Editorial*

33 *Actueel*

36 *Voorbij linnenkast en lucifersdoosje*
B. Meijering

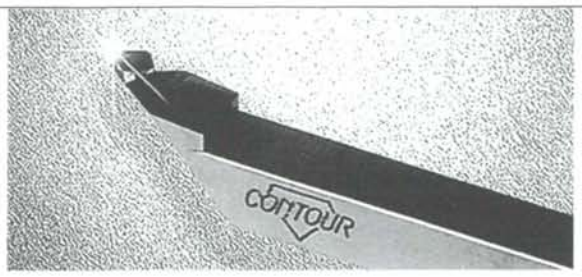
39 *Precisietechnologie in kaart gebracht*

40 *Technologiegebied van de precisietechnologie*

46 *Industrieel draagvlak*

50 *De kennisinfrastructuur*

58 *Productinfo*



CONTOUR
FINE TOOLING B.V.
Diamond Tool Technology

Contour Fine Tooling is specialist op het gebied van monokristallijne **diamantgereedschappen** voor **ultra precisie verspaning**. Onze draaibeitels worden wereldwijd ingezet voor het vervaardigen van componenten (kunststof, non-ferro, IR-kristallen) met hoge eisen aan vormnauwkeurigheid en oppervlaktegesteldheid.
De gereedschappen zijn leverbaar met natuurdiamant of synthetische diamant met radiusgrootte tussen 1µm en 500mm. Waviness over de snijkant (peak-to-valley) kan gespecifiseerd worden tot een minimale tolerantie van ≤0,05µm. Voor veel toepassingen kunnen standaardbeitels ingezet worden, voor uw specifiek probleem ontwerpen wij graag een speciaal gereedschap.
Voor aanvullende informatie kunt u terecht op onze homepage www.contour-diamonds.com.

Contour Fine Tooling BV
Geenhovensedreef 22, 5552 BD Valkenswaard
tel 040-2082363, fax 040-2082313a

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

VELD INSTRUMENTS B.V.

LASERLASSEN:

Micro-lasbewerkingen aan (complexe) fijnmechanische producten van staal, rvs, hastelloy, titaan, tantaal en molybdeen middels de Nd:Yag-laser.

LASERGRAVEREN:

Het contactloos aanbrengen van teksten, afbeeldingen, CEmarkeringen, barcodes of doorlopende cijfermatige coderingen op metaaloppervlakken, keramiek, kunststof, hout, leer, glas en textiel.

Ulenpasweg 1a
7041 GB 's-Heerenberg
Postbus 54
7040 AB 's-Heerenberg

Tel.: 0314-661980
Fax.: 0314-662373

RMB

Hoge Zwitserse precisie voor veeleisende klanten

Genoemde producten worden thans direct in de Benelux door RMB BENELUX vertegenwoordigd. Leveringen direct van fabrikant aan eindgebruiker. Hierdoor kunt u rekenen op hoogwaardige Zwitserse precisie producten van een Europese marktleider, alsmede op technische locale ondersteuning.

RMB Miniatuur Lagers
- voor kritische toepassingen
- hoge precisie klasse ISO P2/ABEC 9
- zeer lage aanloopkoppels
- hoge betrouwbaarheid

RMB Microlinea produkten
- lineaire lagers 2-2.5 mm
- precisie worm-assen
- precisie toleranties

smoovy® Mikromotoren
- hoge precisie klasse
- variabele snelheden 0 tot 100'000 RPM
- doorsnede: 3, 5 en 8 mm
- ook als lineaire actuator

4-punts kontakt kogellagers
- buitendiameter 1,6 mm
- asgat 0,32 mm
- kogeldiameter 0,20 mm
- ook speciale uitvoeringen voor medische toepassingen

RMB BENELUX
Tel.: +31-162-523528
Fax: +31-162-512892
E-mail: RMBBenelux@rmb-ch.com
Internet: www.rmb-ch.com
Internet: www.smoovy.com

RMB microlinea OPTIMA smoovy RMB MECOS

NVPT
Nederlandse Vereniging voor precisie-technologie

Strategisch belang van precisie-gereedschappen

Editorial

Het is belangrijk om onderdelenfabricage te beheersen, omdat in massaproductie meer dan 75% van de totale kosten loopt via de onderdelen. Heeft iemand er wel eens over nagedacht wat er zou gebeuren als we de controle daarover zouden kwijt raken?

We zien dat onderdelenfabricage op grote schaal wordt uitbesteed naar de voormalige Oostbloklanden. Voor de mensen daar is dat een zegen, want zij kunnen zich op dezelfde manier in de Westerse economieën invechten als vroeger de mensen in Japan dat deden. Ook daar ontstond welvaart via de transfer van technologie (van onderdelenfabricage). Dat heeft zich op een bepaald moment tegen ons gekeerd. We hebben in de afgelopen jaren gezien hoe de Japanners in de USA de complete consumentenelektronica hebben weggevaagd en de autoindustrie grote schade hebben toegebracht.

Inmiddels is onderdelenfabricage in Japan ook duur en ook zij besteden onderdelenfabricage uit naar lage-lonen-landen. Het verschil met ons Westerlingen is, dat Japanners gereedschappen als strategisch belangrijk zien. Die kennis wil men zelf verder ontwikkelen en niet uit handen geven. Datzelfde geldt in ruimere zin voor de Precisietechnologie, want noem mij eens een ding dat meer precisietechnologie bevat dan een gereedschap of een matrijs. Het begrip 'goedkope nauwkeurigheid' zal, ook in de toekomst belangrijk blijven en dus ook het ontwikkelen van precisie-gereedschappen daarvoor.

Inmiddels is er in Nederland geen Universiteit meer die daaraan op niveau aandacht besteedt en voor de precisietechnologie zal het een ramp worden als dit vakgebied zich niet verder ontwikkelt.
Optimisten denken dat het allemaal wel zal loslopen. Waar we echter terdege rekening mee moeten houden is dat het in de Oostbloklanden wel eens veel sneller zou kunnen gaan dan destijds in Japan, daar deze mensen cultureel en mentaal veel dichter bij ons staan.
Dan hebben we binnenkort spijt dat we niet meer aandacht hadden voor het strategisch belang van onze precisietechnologie

F. Doorschot

Uitgave:
NVPT

Redactie:
Dr. ing. D. Blank
Dr. J. Elders
Ir. S. van de Graaf (hoofd redactie)
M.N. Koning
Dr. ir. P.C.J.N. Rosielle
Dr. ir. D. Reynaerts
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. Dierselhuis
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
Internet: www.burojet.nl
E-mail: info@burojet.nl

Abonnementen:
Mikroniek
J. Verkerk
Postbus 80.004, 3508 TA Utrecht
Telefoon: 030-2531710 / 2531639
Fax: 030-2522267
Abonnementskosten Mikroniek:
Nederland ƒ105,– per jaar
Buitenland ƒ132,– 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

Actueel

Spuitgieten van metalen MIM

Technodag, op donderdag 20 mei; Novotel Brainpark te Rotterdam.
De technodag 'MIM, spuitgieten van metalen' belicht deze moderne techniek, die in Nederland door een toenemend aantal bedrijven wordt toegepast. In kunststoffen is het reeds een aantal jaren mogelijk om zeer complexe precisieonderdelen te vervaardigen door middel van spuitgieten. Voor de productie van soortgelijke complexe producten in metaal staan enkele relatief dure methoden ter beschikking, zodat de ontwikkeling van commercieel interessante toepassingen in de industrie is achtergebleven. MIM voegt nieuwe mogelijkheden toe, die tegen een interessante kostprijs kunnen worden verwezenlijkt in diverse metaalsoorten.
Een achttal lezingen geven inzicht in de methoden en praktische mogelijkheden van deze technie.Tevens is een kleine expositie ingericht, waar beperkt aantal bedrijven hun producten en diensten presenteren.
Voor nadere informatie:
Techno Vision & Solution
Telefoon: 010-408 2162
Fax: 010 - 408 9222

Metaalverwerkende industrie blijft sterk investeren

VIMAG-leden leverden voor de eerste maal meer dan 1000 machines. Het totaal aantal in 1998 was 1159 stuks.Daarmee werd in 1998 voor ruim 650 miljoen gulden aan machines en gereedschappen geleverd. De totale marktomvang wordt geschat op ongeveer 900 miljoen gulden. De omzetstijging bedroeg 8.6% ten opzichte van 1997 dat reeds een een hoog investeringsniveau in de metaalverwerkende industrie had. De prijs van de gemiddelde CNC-machine was in 1998 wederom gedaald. Nadere analyse toont dat de metaalverwerkende industrie in 1998 een combinatie van uitbreidings- en vervangingsinvesteringen heeft gedaan. De investeringen wijzen op beheerste expansie met de nadruk op kwaliteitsverbetering van het machinepark. De gereedschapaankopen blijken op een hoog niveau gestabiliseerd te zijn. De omzet in meetgereedschappen bleef in 1998 met een waarde van ruim 40 miljoen stabiel ten opzichte van 1997. De internationale concurrentiekracht is in 1998 si dankzij hoge technologische staat van het Nederlandse machinepark.en door hogere flexibiliteit en productiviteit wederom verbeterd. Indien in 1999 het loonniveau in de hand gehouden kan worden, blijft de slagkracht van de Nederlandse metaalverwerkende industrie bijzonder hoog in 1999, aldus de VIMAG.

Industriële Elektronicabeurs stabiliseert

De technologiebeurs Industriële Elektronica '99 heeft meer mensen (600) naar de Jaarbeurs Utrecht getrokken dan de vorige beurs in 1997. Tussen 2en 6 maart kwamen 13.500 mensen op dit nationale high-tech evenement af.
Naast de bestaande activiteiten: elektronicacomponenten en -productie, was er nu veel meer nadruk op nieuwe ontwikkelingen in embedded besturingen, motion control en communicatietechniek.
De exposanten toonden zich weliswaar blij met de resultaten en de scopeverbreding, maar er was toch enige bezorgdheid herkenbaar op de beursvloer. Enerzijds betrof dat de vertraging in de conjunctuur die vooral veroorzaakt werd door de overspannen arbeidsmarkt voor technologiedeskundigen. Het tempo waarin projecten kunnen worden uitgevoerd dreigt daardoor te vertragen. De tweede reden tot bezorgdheid komt voort uit de dreigende versnippering van beursactiviteiten rond de industriële elektronicaapplicaties in de aandrijftechniek.
De Federatie Het Istrument werkt aan rationalisatie: eenmaal per twee jaar een grote beurs en in de tussenliggende jaren kleinschalige regionale roadshows. In het voorjaar van 2000 zijn er drie van dergelijke roadshows gepland: de T&M-dagen voor test en measurement, de EDA-dagen voor elektronica design en embedded software en de MA-dagen voor machine-

automatisering. Met name deze laatste show maakt in combinatie met de Industriële Elektronicabeurs andere nieuwe initiatieven overbodig, onnodig en kostenverhogend en dus ongewenst voor de exposanten.

CE-Praktijksoftware

'De CE-Praktijksoftware' bestaat uit twee afzonderlijk van elkaar te bestellen modules: 'De CE-Gids' waarmee de gebruiker door middel van een vraag- en antwoordspel vaststelt welke richtlijnen voor een product gelden en welke acties er vervolgens ondernomen moeten worden. 'De CE-Markering voor Machines en Apparaten', waarmee de gebruiker naast het vaststellen van de relevante normen, specifiek voor machines en apparaten stap voor stap de CE-markering uitvoert. Onderwerpen als gevarenindentificatie, risicobeoordeling, risicoreductie komen uitgebreid aan de orde. Bovendien wordt de gebruiker geholpen bij het opstellen van het Technisch Constructie Dossier en de gebruikershandleiding en kan de EG-verklaring in 12 talen worden afgedrukt. Abonnees krijgen naast de cd-Rom. en een overzichtelijke handleiding, een jaar lang de twee maandelijkse nieuwsbrief 'CE-Actueel' en twee maal een update. Voor specifieke vragen kan de helpdesk worden geraadpleegd.

Voor nadere informatie:
WEKA Uitgeverij B.V.
Telefoon: 020-5826676

Metaalspecificaties van A tot Z

Metaalselector 4.0 maakt een einde aan de tijdverslindende en vermoeiende speurtochten naar de antwoorden op alle metaalvragen. Inhoud metaalselector: aluminium (legeringen), koper (legeringen), nikkel (legeringen), titaan (legeringen), roestvast staal, constructiestaal, gereedschapsstaal. De nieuwe metaalselector 4.0 is voorzien van een overzichtelijk en compleet leveranciersregister: adresgegevens, contactpersonen, voorraadprogramma en eventuele bijzonderheden. Per metaalsoort geeft metaalselector informatie over, normeringen: Werkstoffnummers, AFNOR-, B.S.-, AISI-, UNS en DIN-normeringen, fysische en mechanische eigenschappen (o.a. rekgrens, treksterkte, breekrek, insnoering, kerfslagwaarde en bij koperlegeringen de fysische eigenschappen), gebruiksmogelijkheden en chemische samenstellingen. Benodigde hardware, minimaal 80486-processor, 4 Mb RAM (aanbevolen 8 Mb) - Windows 3.1 (of hoger) - VGA kleurenscherm. Het programma wordt geleverd op diskettes, inclusief een uitgebreide handleiding.

Voor nadere informatie:
Elsevier bedrijfsinformatie bv
Telefoon: 0314-349 546
Fax: 0314-360 692

Veranderingen bij Esmeijer

Na bijna 25 jaar hebben Esmeijer B.V. en Agie A.G. besloten hun samenwerking met ingang van 31 januari 1999 te beëindigen. De service- en onderhoudscontracten op Agie machines worden gedurende het eerste halfjaar van 1999 normaal uitgevoerd. De nieuwe Agie vertegenwoordiging De Ridder B.V. - Uitgeest zal in overleg met Esmeijer zorgen voor continuïteit van de serviceverlening op Agie machines.

Uitbreiding merken

De hierdoor ontstane nieuwe situatie heeft geleid tot nieuwe mogelijkheden in het leveringsprogramma en service. Als aanvulling op het Fehlmann en Mikron programma zijn Dixi S.A. - Le Locle in het verkoopprogramma opgenomen. Dixi is wereldleider op het gebied van hoogproductieve, zeer nauwkeurige horizontale "Production Centers" en de draailijn van Schaublin S.A. is aangevuld met Tornos Bechler - Moutier. Tornos Bechler is de Europese fabrikant van CNC-gestuurde langdraaiautomaten.

Uitbreiding serviceverlening

Belangrijk voor de gebruiker van Esmeijer machines is dat de bereikbaarheid van de technische dienst wordt vergroot. De service help-

desk wordt bemand van maandag t/m vrijdag van 08.00 uur tot 19.00 uur.Voor relaties met een service-/onderhoudscontract wordt de bereikbaarheid binnenkort uitgebreid naar de zaterdag.

Voor nadere informatie:
Esmeijer BV
Telefoon: 010 - 415 2788
Fax: 010 - 437 8966

Cursussen PATO voorjaar 1999

Van de veelal meerdaagse cursussen zijn de startdata en de cursusleiding genoemd.

Werktuigbouwkunde en industrieel ontwerpen

Multibody dynamica
21 april Delft: Grondslagen, methoden en toepassingen van de Multibody Softwarepakketten Adams en Spacar; prof.dr.ir. J.B. Jonker (Universiteit Twente)

Mechatronica - het ontwerpen van bewegende systemen
31 mei Enschede: Het geïntegreerd toepassen van kennis uit verschillende disciplines; prof.dr.ir. M.P. Koster (Universiteit Twente/Philips CFT)

Statistiek & kwantitatieve methoden

Multivariate methoden
28 mei Eindhoven: Analyse van datasets met meerdere variabelen; dr. J.B. Dijkstra (TU Eindhoven)

Technische bedrijfskunde & management

Juridische aspecten van productontwikkeling
1,5 dag in mei Utrecht: voor ingenieurs van belang zijnde juridische aspecten m.b.t. ontwerp, vormgeving en aansprakelijkheid van producten; mr. E. Venekatte (Universiteit Twente)

De ingenieur in het buitenland
2 dagen in mei/juni Utrecht: Praktische kennis over specifieke taken en vaardigheden voor ingenieurs die voor hun bedrijf enige tijd worden uitgezonden naar het buitenland; dr.ir. S.J. de Boer (Universiteit Twente) en ir. E.L.C. van Egmond (TU Eindhoven)

Analyseren en verbeteren van bedrijfsprocessen
1 mei Delft: herkennen van organisatieproblemen en beheersen van bedrijfsprocessen door toepassing van de systeemkunde; prof.ir. H. Bikker (TU Delft)

Voor nadere informatie:
Stichting PATO
Telefoon: 070-364 4957
Fax: 070-356 2722

Researchinformatie voor de publicerende onderzoeker in de techniek

Cursus op op 22 en 23 april a.s. in de Bibliotheek van de TU Delft

Door de toename van het aantal technisch-wetenschappelijke publicaties is het voor wetenschappelijke onderzoekers steeds moeilijker om relevante informatie te vinden.

De cursus is bedoeld om wetenschappelijke onderzoekers te leren omgaan met verschillende (elektronische) literatuurbestanden en de juiste informatie te leren vinden via internet.

Bovendien wordt inzicht gegeven in wetenschappelijke outputmetingen en wordt aandacht besteed aan elektronisch publiceren. Verhoging van kwaliteit en efficiëntere besteding van tijd staan hierbij voorop.

Tijdens de cursus komen de volgende onderdelen aan de orde:

Inleiding opsporen informatie uit geautomatiseerde bestanden, formuleren van de zoekvraag, selecteren van informatie, bijhouden van 'literatuur', overhalen van informatie, verwerken en bewerken van informatie en publiceren.

De nadruk in de verschillende cursusonderdelen zal liggen op het uitvoeren van praktijkopdrachten. Verondersteld wordt dat de deelnemers een wetenschappelijk opleiding hebben gevolgd en daarnaast over basiskennis van internet beschikken.

Voor nadere informatie :
Stichting Gemeenschappelijke Opleidingen (GO)
Telefoon: 070 - 351 2380
Fax: 070 - 354 9789

Voorbij linnenkast en lucifersdoosje

MESA-directeur prof. dr. J. Fluitman neemt afscheid

Berend Meijering **"Alles wat kleiner kan, wordt ook kleiner". Het is een trend waarvan de micro-elektronica weliswaar de aanjager is, maar die ook elders in de technologische wereld doorzet - met alle mogelijkheden en risico's van dien. In die bewoordingen nam prof. dr. J. H. J. Fluitman op vrijdag 15 januari afscheid van de Universiteit Twente, waar hij als hoogleraar Fysische Signaalomzetting, en later: microsysteemtechnologie, internationale faam verwierf. In de jaren negentig gaf Jan Fluitman leiding aan het UT-onderzoeksinstituut voor Micro-elektronica, materialen, sensoren en actuatoren. Zijn opvolger bij MESA en het daarmee te fuseren Centrum voor Materialenonderzoek (CMO) wordt prof. dr. David N. Reinhoudt.**

Prof. dr. J. H. J. Fluitman

Miniaturisatie in tijd en ruimte is het centrale probleem dat Fluitman in zijn Twentse carrière heeft beziggehouden. Nog levendig herinnert hij zich de soort computer die bij zijn aantreden in 1970 op de markt was: een gevaarte met stapels schijven ter grootte van een oude grammofoonplaat, goed voor het toen respectabele vermogen van 56 Megabytes, maar door zijn omvang van een linnenkast alleen betaalbaar voor professionals. Nu, dertig jaar later, produceren we een vijf keer zo groot schijfgeheugen van 270 MB, de linnenkast is tot een lucifersdoosje teruggebracht, ideaal voor de smalle beurs. Miniaturisatie heeft dus "enig praktisch nut", concludeert Fluitman droogjes. Tegelijk wordt hij ietsje "door weemoed bevangen" bij de gedachte hoe datzelfde leuke en indrukwekkende machientje er over een kwarteeuw uit zal zien - als niet meer dan een stukje antiek. Want volgens Fluitman kan het allemaal nog veel kleiner en veel sneller, zonder dat de prijs omhoog gaat. "Moleculen en atomen zijn in principe benaderbaar en dus voor computergebruik te manipuleren. Door deze kleine deeltjes twee standen te laten innemen, krijg je een bit informatie, uit te lezen of in te schrijven met een minuscuul naaldje. "Niet dat de toekomst van de harde schijf er per se zo uit moet zien - deze evolutie kan op zeker moment plaats maken voor een alternatieve ontwikkeling, of overruled worden door een revolutionaire en dus onvoorziene voorziening - maar toch, de uitkomst zal verbluffend zijn."

Mister MESA

"Ik voel me als een moslim in Mekka." Aldus, op een conferentie aan de Universiteit Twente, een Deense onderzoeker die zijn bewondering voor MESA niet onder stoelen of banken stak. Dat het Research Institute for Micro-Electronics, Materials Engineering, Molecular Engineering, Sensors and Actuators (MESA) wereldwijde erkenning geniet, dankt de UT volgens Rector Magnificus prof. dr. F.A. van Vught in hoge mate aan zijn scheidende wetenschappelijk directeur, prof. dr. J.H.J. Fluitman. Zonder Jan geen MESA, was dan ook de boodschap die de betrokkene bij zijn officiële afscheid meekreeg.

Zelf noemt "Mister MESA" zich eerder een nuttige regelneef en stukkenmaker, die met producten van zijn naaste medewerkers de boer op ging om zijn instituut tot in Amerika en Japan te promoten. Zou bij de fusie met het Centrum voor Materialenonderzoek een "droom" van hem in vervulling gaan? Net zo ingenomen is Fluitman met wat de vierde tranche in het MESA-complex moet worden, die uitbreiding van het gebouw dient de kennisuitwisseling en gaat huisvesting bieden aan een aantal kleinere bedrijven. Want daar in ondernemersland zitten tenslotte de wroeters, "de wurmen die de grond gezond kunnen houden".

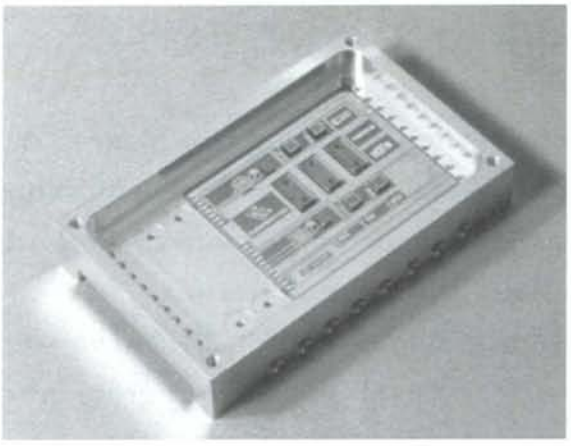
Nieuwerwetsigheden

Eenzelfde verhaal als voor de harde schijf valt tot op zekere hoogte ook te vertellen over bijvoorbeeld de filtertjes en reactiekamertjes, nodig om een chemisch laboratoriumpje van te bouwen. Maar, benadrukt Fluitman, er is een belangrijk verschil: terwijl de productie van de computerschijf een geleidelijk verloop heeft gekend, beleeft de chemie eerder een revolutie dan een evolutie. "En dat betekent dat de industrie zich niet zomaar overgeeft aan zulke nieuwerwetsigheden. Ze heeft een markt te verliezen en eerst moet de bruikbaarheid en betrouwbaarheid maar eens worden aangetoond. Toch zit diezelfde industrie op het vinkentouw en wanneer de doorbraak bewezen is, dan duikt zij erop, en de beer is los." Voor deze miniaturisatie in deze chemische sector lijkt dat moment nu te zijn aangebroken, aldus Fluitman, die blij is dat het speerpuntinstituut MESA van de Universiteit Twente hierin tot de koplopers behoort.Voeg daarbij doorbraken als in de biologie ("er komt een tijd, waarin we (door DNA-manipulaties) onze eigen reserveonderdelen kunnen kweken, en nog veel meer"), dan is dit alles adembenemend, vervolgt Fluitman. Naarmate we dichter bij de elementaire bouwstenen komen, vervagen de grenzen tussen disciplines. Ook de grenzen in het traject van idee tot product vervagen. Dus kunnen we niet buiten een integrale aanpak en is het eveneens zaak de organisatie en financiering van zulke vervlochten onderzoeksprogramma's op nieuwe leest te schoeien - dat vergt met andere woorden een financiering die, binnen zulke (collectieve) programma's, ook individuele onderzoekers voldoende motiveert en ondersteunt. En al deze ontwikkelingen, constateert de vertrekkende hoogleraar, vinden op dit moment versneld plaats. "Als de studenten die nu arriveren aan de universiteit met pensioen gaan, zitten we in 2040. En wat er in de komende veertig jaar gaat gebeuren, is een veelvoud van wat er in de achterliggende veertig jaar is gebeurd. Herinnert u zich die linnenkast? Die vergelijking helpt een beetje om in te schatten wat ons in de komende decennia te wachten staat."

"Naarmate we dichter bij de elementaire bouwstenen komen, vervagen de grenzen tussen disciplines".

Arbeids Satisfactie Index

Het laatste decennium van zijn loopbaan heeft de fysicus-van-huisuit zijn wetenschappelijke specialisatie opgeofferd. Als directeur van het UT-instituut MESA sloeg Fluitman met overgave



Minilaboratorium, naar een concept van Theo Lammerink. "Twee aanvoerleidinkjes, twee doorstromingsmetertjes, twee pompjes, een mengkamertje, een chemische sensor om het resultaat af te lezen en een afvoerbuisje. De besturingselektronica zit een verdieping lager. En dit alles past in de palm van je hand."

aan het "regelneven", zoals hij dat uitdrukt. "Het is bijzonder bevredigend om met al die indrukwekkende werkproducten van collega's voor de dag te komen - en daarbij van anderen te horen dat MESA best wel een beetje indruk maakt. Een blik vanuit de helikopter op het vakgebied is imposant. Van daaruit zie je misschien niet alle details, maar je overziet wel alles en de horizon ligt verder."

Dat neemt niet weg dat Fluitman aan het eind van zijn Arbeids Satisfactie Index "uiteraard" nog een dipje ontwaart. Na een diepteonderzoek door het NWO is MESA (tenminste voorlopig) afgewezen als landelijke toponderzoekschool. Dat dipje gaat overigens niet diep: "Je kunt niet alles hebben en ik voel me bepaald geen 'loser'." Toch blijft er volgens de scheidende directeur een lelijk politiek probleem achter: Wordt het nu wel of niet samen optrekken met ons zusterinstituut DIMES (het Delft Institute of Micro Electronics and Submicron Technology)? "Via de dieptestrategie zijn we in de wat bizarre politieke positie gemanoeuvreerd, dat MESA (of bij de voorgenomen fusie met het Centrum voor MaterialenOnderzoek: MESA-plus) en DIMES te apart worden gevonden om samen te gaan, en teveel samen worden gevonden om apart te blijven. Ga er maar aan staan, ik wens de beleidsmakers veel wijsheid om door deze fuik heen te zwemmen."

Mikroniek

Prof Fluitman was tot begin 1999 lid van de redactieadviesraad van Mikroniek. Van zijn hand verschenen diverse artikelen, waardoor onze lezers op de eerste rang zaten bij het volgen van de stormachtige ontwikkelingen in de Microsysteemtechniek.
Tevens wist Fluitman vele van zijn medewerkers en studenten te enthousiasmeren om voor Mikroniek een artikel over hun werk te schrijven.
Al deze inspanningen werden hogelijk gewaardeerd. Nogmaals onze hartelijke dank.

Redactie Mikroniek

Precisietechnologie in kaart gebracht

Industriele betekenis Precisietechnologie in Nederland

Precisietechnologie is wereldwijd sterk in ontwikkeling. Het is de kurk waarop de hedendaagse samenleving drijft, doordat de producten overal aanwezig zijn. Elk huishouden is voorzien van een aantal technologies hoogstaande producten, die dankzij de precisitechnologie zijn voortgebracht. In de professionele sfeer geldt dit nog sterker.
Deze sterke vernieuwing zal voorlopig zo blijven, gezien de afhankelijkheid van de samenleving van technisch geavanceerde producten. Deze zijn inmiddels voor grote groepen van consumenten bereikbaar, zodat de vraag alleen maar toeneemt.
Precisietechnologie is zeer kennisintensief en draagt sterk bij aan de innovatie van producten. Door de hoge toegevoegde waarde is Precisietechnologie de motor voor de winstgevendheid van de betreffende ondernemingen. Wereldwijd speelt Nederland een bescheiden, maar niet te verontachtsamen rol met een aantal bedrijven.
Hier liggen dus grote kansen wanneer een bredere samenwerking tot stand komt.

Een belangrijke mijlpaal in de Nederlandse ontwikkeling van de Precisietechnologie was het indienen van een aanvraag door het NVPT-bestuur die leidde tot de instelling van een "Innovatief OnderzoekProgramma (IOP) Precisietechnologie" door het Ministerie van Economische zaken in het najaar van 1998.
Dit IOP heeft de potentie om de samenwerking tussen Nederlandse kennisinstituten en bedrijven te intensiveren en uit te breiden. Diverse industrietakken zullen van deze ontwikkeling kunnen profiteren.
De programmavoorbereidingscommissie is inmiddels zijn voorbereidende werkzaamheden gestart (nadere informatie Caspar Langerak, Senter; telefoon 070-3610312; Email: C.J.G.M.Langerak@senter.nl).

Wat is precisietechnologie en wat is de reikwijdte? Deze vraag hield de beleidsmakers van Economische Zaken bezig, bij de beoordeling van de IOP-aanvraag door het NVPT-bestuur. Zij lieten daartoe een onderzoek instellen door organisatieadviesbureau Berenschot, dat "de wereld van de precisietechnologie" in kaart bracht in een uitgebreid rapport (juni 1998). Opstellers van het rapport zijn Prof.ir. M.J.M. de Vaan en Ir.A.J.C.M. Vlaminckx.
In het rapport is veel aandacht besteed aan de situatie in Nederland, informatie die we u niet willen onthouden. Mikroniek kreeg van Senter toestemming om de meest relevante delen uit dit rapport te publiceren.
Gekozen is voor de publicatie van de hoofdstukken 3 t/m 5 in drie afzonderlijke artikelen:

Technologiegebied
Beschrijving van de precisietechnologie als multidisciplinaire techniek die innoverend is op veel technische gebieden.

Industrieel draagvlak
Verwevenheid met en het belang van precisietechnologie voor de innovatie en winstgevendheid in diverse industrietakken

Kennisinfrastructuur
Overzicht van de onderzoek en ontwikkelinspanning (R&D) en de samenwerkingsverbanden in Nederland, Europa, Verenigde Staten en Japan.

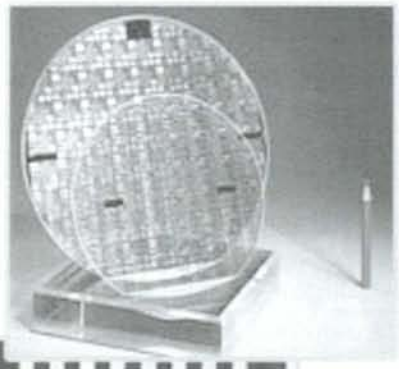
Technologiegebied van de precisietechnologie

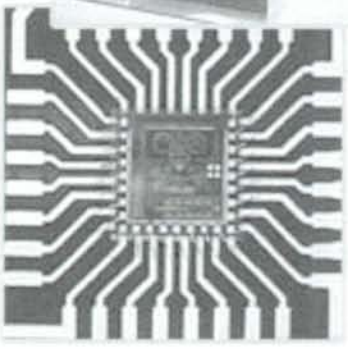
Precisietechnologie in kaart gebracht (rapport Berenschot)

De producten en componenten uit de precisietechnologie vinden hun toepassing in een breed scala van professionele en consumentenproducten, bijvoorbeeld de cdspeler, de videoapparatuur, het fototoestel, kopieerapparaten, bewerkings-, meet- en positioneringsmachines, medische apparatuur, etc. De producten zijn geavanceerd en hebben een hoge toegevoegde waarde.

Onder precisietechnologie wordt verstaan het ontwikkelen en produceren van producten en componenten met hoge nauwkeurigheidseisen. Precisietechnologie is al een oud vakgebied, dat momenteel opnieuw sterk in de belangstelling staat. De huidige ontwikkeling is dat het microbereik (nauwkeurigheden van 1 tot 100 micrometer) verlaten wordt en het nanobereik (nauwkeurigheden beter dan 1 micrometer ofwel van 1 tot 1.000 nanometer) betreden wordt.

Chipfabricage. Zowel de processen als de fabricage machines zijn voorbeelden van Precisietechnologie
Foto PhilipsElectronics





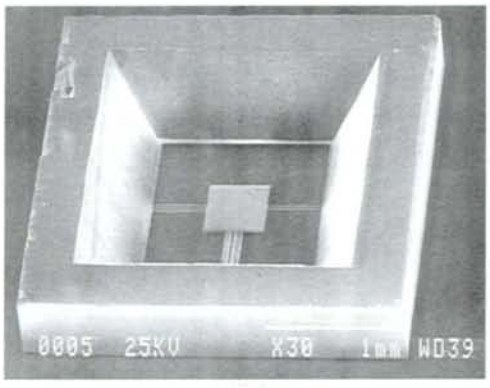
Om producten met nauwkeurigheden in het nanobereik te kunnen voortbrengen, moet gebruik worden gemaakt van meer en deels andere ontwerp- en bewerkingstechnieken dan voorheen. Naast de klassieke verspanende en verbindende technieken (frezen, draaien, slijpen, lassen, etc.) spelen nu lithografische belichtings-, ets- en giettechnieken, elektro-erosie- en opdamptechnieken een belangrijke rol. Het zijn echter niet alleen de bewerkingen die moeten veranderen om in het nanobereik door te dringen. Ook de omgeving waarin de productie en exploitatie van de producten plaatsvinden, verandert. Eisen als stofarm, klimaatbeheerst en trillingsvrij nemen dermate grote vormen aan dat niet-conventionele oplossingen vereist zijn, zoals het werken onder vacuümcondities. Ook gaan andere materialen een rol spelen. Dunnelagentechnologie, composieten, silicium, keramiek en piëzomaterialen gaan een belangrijke rol spelen.

> Precisietechnologie is de kunde om functies en producten te realiseren, waaraan hoge eisen gesteld worden ten aanzien van nauwkeurigheid in positie, vorm, afmeting en tijd.
>
> Definitie Programmavoorbereidingscommissie (maart 1999).

De behoefte aan steeds grotere precisie loopt parallel met de behoefte aan steeds verdergaande miniaturisering. Zo is er behoefte aan steeds meer geheugen op een kleiner oppervlak (IC-industrie). Er is behoefte aan nauwkeuriger registreren (metrologie) en aan sneller en met hogere resolutie positioneren en weergeven (printers/plotters). Producten moeten lichter en stijver zijn (ruimtevaart en bewerkingsmachines). Consumentenproducten zullen minder materiaalinhoud hebben, compacter en beter draagbaar zijn en soms inpasbaar zijn in maten en nauwkeurigheidseisen van het menselijk lichaam (microchirurgie) of andere omgevingssystemen.

Trend

Bekeken vanuit de afmetingen en nauwkeurigheden van producten is deze trend naar hogere precisie als volgt te kenmerken: Tot circa 1980 waren de afmetingen niet kleiner dan circa 10 micrometer (10^{-5} m) en waren de gebezigde technologieën nog voornamelijk monodisciplinair. Men sprak in die tijd bijvoorbeeld van fijnmechanische techniek en elektronica.
Tussen 1980 en 1995 verschoven de dimensies naar het gebied van 10 micrometer tot 100 nanometer (10^{-5} tot 10^{-7} m). Technologieën waren niet langer monodisciplinair toepasbaar, maar werden multidisciplinair toegepast. Men sprak inmiddels van bijvoorbeeld



Silicium-nitride membraan (scanning electron microscope)
Foto: Dimes

microtechnologie en mechatronica (een samentrekking van mechanica en elektronica, het woord mechanisch is verdwenen).
Momenteel verschuiven de afmetingen naar het gebied van 100 tot 1 nanometer (10^{-7} tot 10^{-9} m). Multidisciplinaire technologische inzet wordt vervangen door werken op de grenzen/scheidingsvlakken van technologieën, ook wel interdisciplinair werken genaamd. De hierbij gebezigde benamingen zijn *precision engineering*, *micosysteemontwerpen* of *precisietechnologie*. Er is nauwelijks meer sprake van een specifieke vakdiscipline, waaruit de technologie voortkomt.

Kerngebied en toeleverende vakgebieden

In een schema zijn de precisietechnologie en de daarmee verbonden vakgebieden weergegeven. In het schema is te zien hoe de precisietechnologie van een aanvankelijk puur werktuigbouwkundige discipline steeds meer invloeden vanuit andere vakgebieden gaat opnemen. In het schema is ook te zien hoe de precisietechnologie geplaatst moet worden tegen de achtergrond van de gedachten over een veel breder multidisciplinair gebied, dat als "nanoscience" in de komende decennia waarschijnlijk gaat ontstaan.

In de "klassieke" precisietechnologie worden producten ontworpen en gemaakt op basis van bekende componenten en technieken uit de fijnmechanica. Hiertoe behoort de klassieke materiaaltechnologie (vooral metalen en ook de vervormings-, bewerkings- en verbindingstechnieken), gericht op het doel van grote precisie en/of kleine afmetingen. Dit doel richt en beperkt de te kiezen technieken, bijvoorbeeld:
- veel slijpen in het geval van verspaning,
- veel lichte en stijve materialen met een lage uitzettingscoëfficiënt voor dynamische constructies.

In de moderne omgeving vooral ook technieken als elektro-erosie, lithografisch etsen en afgieten en opdampen.
Naast werktuigbouw en fijnmechanica vormen de (besturings)elektronica en de regeltechniek ook belangrijke vakgebieden voor de precisietechnologisch ontwerper. De besturing heeft uiteraard te maken met de normale bewegingsdynamica, waarbij naast de besturing ook aandrijftechniek, actuatoren en sensoren belangrijk zijn. Bij de precisietechnologie is het ook heel belangrijk dat er corrigerende regelsystemen zijn om afwijkingen in positie en beweging te corrigeren en zodoende hogere nauwkeurigheden te bereiken. Denk bijvoorbeeld aan afwijkingen die ontstaan door temperatuursverandering of door ongewenste vervorming van materiaal.

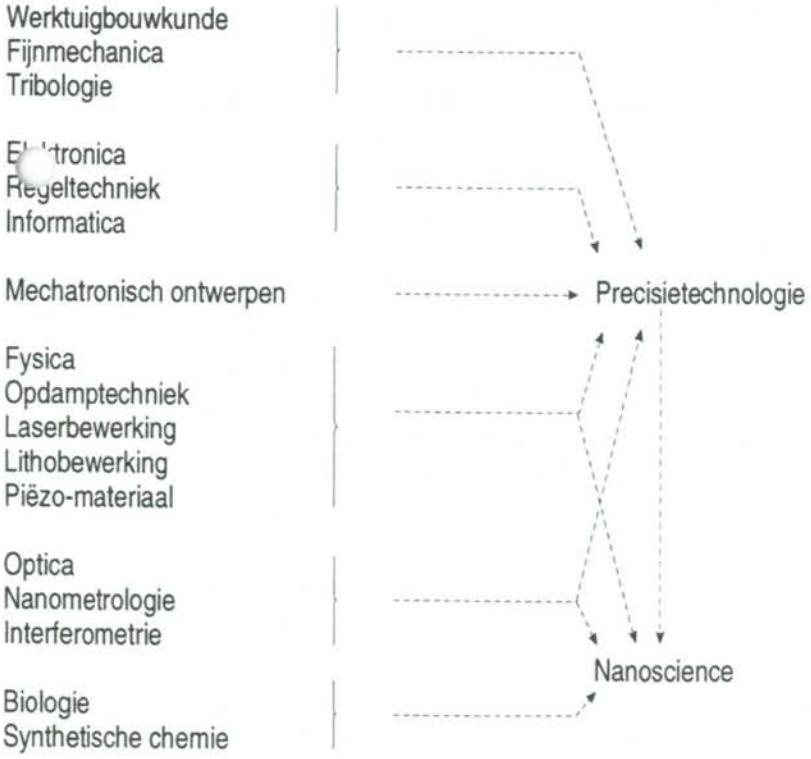
Het domein van de ontwerper

De ontwerper probeerde in het verleden op een optimale manier de functie-eisen voor het product te realiseren door de standaardcomponenten uit de verschillende vakgebieden te combineren.

De systeemeigenschappen werden dan ook bepaald door de sommatie van de functies en de beperkingen van de componenten. Een belangrijke recente ontwikkeling is voor de precisietechnologie de mechatronische ontwerptechniek.
De mechatronische ontwerptechniek probeert de mechanische, elektronische en eventueel optische functies geïntegreerd te ontwerpen, bij voorkeur reeds op componentniveau. Hiermee ontstaan mogelijkheden voor de ontwikkeling van nieuwe precisiesystemen met nieuwe functies en/of aanzienlijk hogere prestaties bij een aanvaardbaar kostprijsniveau. Om heden ten dage concurrerende precisieproducten te verkrijgen, is mechatronisch ontwerpen een noodzaak geworden. Het mechatronisch ontwerpen heeft zich hiermee ook ontwikkeld tot een van de vakmatige pijlers van de precisietechnologie. Belangrijke verdere ontwikkeling is het zodanig ontwerpen, dat minimale wrijving en hysterese optreedt en dat een optimaal therinodynamisch gedrag verkregen wordt.
Naast de klassieke mechanische bewerkingen en materialen is er een aantal relatief nieuwe technieken, dat grensverleggende mogelijkheden biedt voor de te behalen nauwkeurigheden en ook voor de wijze van geïntegreerd ontwerpen. Het gaat hier om ontwikkelingen in opdamptechnologie, lithografie-etsen, elektro-erosie en gebruik van verbeterde piëzomaterialen. Toepassingsgerichte uitontwikkeling van deze materialen en technieken is daarmee een belangrijk element voor de verdere ontwikkeling van de precisietechnologie in het nanodomein.

Optica is tevens een toeleverend vakgebied voor de precisietechnologie. Optische meetmethoden zijn onmisbaar voor het maken en gebruiken van precisiesystemen. Bij het verhogen van de nauwkeurigheidseisen veranderen ook de meetsystemen. Naast zichtbaar licht spelen kortgolvige lichtbronnen (UV, röntgen), lasers, ionenstraal en elektronenstraal een steeds belangrijker rol en wordt interferometrie belangrijker. Deze technologieën worden niet alleen ingezet als meetinstrument, maar ook als bewerkingsinstrument, bijvoorbeeld lithografie-etsen.

Schematisch overzicht precisietechnologie.



Grensvlak met biotechnologie

Precisietechnologie gaat in de komende decennia waarschijnlijk ook verbindingen krijgen met de biologie en de synthetische chemie. Vanuit de synthetische chemie en de microbiologie ontwikkelt zich de wetenschap om steeds grotere moleculaire structuren te bouwen tot zo'n omvang, dat men er iets mee kan construeren. Op dit moment is er nog een heel duidelijk onderscheid tussen precisietechnologie en deze nieuwe ontwikkelingen vanuit de synthetische chemie. De precisietechnologie probeert met de eerdergenoemde technologieën vanuit de microafmeting omlaag te werken naar steeds groter nauwkeurigheden in het nanogebied. Vanuit de atomaire en moleculaire afmetingen werkt de chemie omhoog om in het nanogebied te komen. De basiswetenschappen van waaruit gewerkt wordt, zijn op dit moment nog geheel verschillend en het heeft vooralsnog geen zin naar een geïntegreerd programma te streven waarin de ontwikkeling in de synthetische chemie met betrekking tot nanotechnologie wordt meegenomen.

Toepassingen

De componenten en producten van de precisietechnologie vinden hun toepassing in een breed scala van industriële producten en duurzame consumentenproducten. Vaak zijn dat producten met hoge toegevoegde waarde. In veel gevallen is de precisie en/of de kleine afmeting die bereikt wordt, een belangrijk element in de gebruikswaarde van het apparaat. Voor veel van deze industrieën geldt de competentie om producten kleiner en nauwkeuriger te maken dan ook als een van de concurrentiefactoren in hun industrietak.

Het gaat hierbij om de volgende gebieden:

a. Wetenschappelijke instrumenten, ruimtevaartapparatuur, defensieapparatuur, zoals infrarooddetectoren, interferometers, elektronenoptiek, observatie- en spionageapparatuur, etc.

Verplaatsbare laseropstelling voor afstandmeting tot satelieten.
Foto: TNO-TPD

b. Medische instrumenten en systemen zoals microchirurgische apparatuur, katheters, videoendoscopen, alsmede beelddiagnostische systemen en bestralingsapparatuur.
c. Kantoor- en informatieapparatuur, zoals printers, plotters, discdrives, telefooncentrales en scanners.
d. Hightech-bewerkingsmachines, zoals precisiedraai- en freesmachines, meetmachines, micromanipulatoren en machines voor cd-productie.
e. Productieapparatuur voor de IC- en hightech-elektronica-industrie, zoals wafersteppers, trim-, form- en mouldingmachines voor IC-productie en printplaatassemblageapparatuur.
f. Registratie- en besturingsmiddelen, zoals gravitatie- en acceleratiemeters, flowmeters en doseersystemen, alsmede speciale sensoren en actuatoren.
g. Consumentenproducten zoals cd-spelers, scheerapparaten, digitale video- en fotoapparatuur, contactlenzen en brillenglazen.
h. Producten voor mobiel gebruik, zoals mobiele telefoon, fax, palmtops en mobiele audio/video.

Trends en ontwikkelingen

In het voorgaande is reeds aangestipt dat er nieuwe ontwikkelingen zijn die maken dat er ook nieuwe kansen zijn voor het vakgebied precisietechnologie.
De belangrijkste ontwikkelingen zijn:

Fabricage, bewerken en verbinden

Naast de klassieke technologie is er een sterke opkomst van nieuwe technieken die zich specifiek richten op nauwkeurigheden in het nanobereik. Zo wordt, om producten te kunnen fabriceren in een bepaalde vorm, gebruikgemaakt van onder andere micromechanische vormgeving als etsen en afgieten, van microbewerkingen als draaien, frezen, zagen, laserbewerkingen en van de verschillende uitvoerings vormen van opdamptechnieken, Physical Vapour Deposition (PVD) en Chemical Vapour Deposition (CVD) en eventueel van bewerken via ionenbundel of elektronenbundel. Om componenten te kunnen verbinden, moeten onderdelen worden samengesteld door middel van microverbindingen zoals microlassen, -opsmelten, -bonden, -lijmen en eventueel laserbewerking. Waar mogelijk, wordt geprobeerd het bewerken en verbinden te vermijden door producten integraal te ontwerpen (mechatronisch) en zoveel mogelijk "gemonteerd" te produceren met technieken als het voornoemde etsen of opdampen.

Problemen die zich hierbij voordoen, zijn van een geheel andere aard dan die bij de traditionele technieken voor afmetingen vanaf 10 micrometer. De fysische en chemische eigenschappen uiten zich bij dergelijke kleine afmetingen anders en zorgen voor handlings- en bewerkingsproblemen.

Beweging

Op verschillende terreinen is ten aanzien van beweging onderzoek nodig:

Microbewegingen en -verplaatsingen

Los van het kunnen genereren van microbewegingen doen zich bij deze kleine dimensies totaal nieuwe fenomenen voor, met name ten aanzien van wrijving. "Normale" wrijvingswetten gelden niet. Bij ultragladde oppervlakken doet zich spontane bonding voor.

Beweging in hoogvacuüm

Aërodynamische, aërostatische, hydrodynamische of hydrostatische lagering is bijna onmogelijk. Aandrijving en beweging zullen van een andere aard moeten zijn.

Trillingen

Die zijn in de meeste situaties al ongewenst, aar bij de precisietechnologie zijn vaak de van buiten ingebrachte trillingsamplitudes van dezelfde orde van grootte als de gewenste verplaatsingen. Demping door eliminatie (slappe ophanging, met stijfheid 0), door compensatie (tegentrillen)

Naukeurige hoekopnemers.
Foto Heidenhain

of dissipatie (trillingsenergie opnemen) is in onderzoek.

Nauwkeurige hoekinstellingen

Nauwkeurige hoekinstellingen en hoekmetingen zijn noodzakelijk voor bijvoorbeeld het positioneren en positie-aflezen bij radiotelescopen voor ruimtelijk onderzoek.

Relatief kleine bewegingen

Het maken van relatief kleine bewegingen, die opgevat kunnen worden als het teweegbrengen van vervormingen in constructies en voorwerpen met het doel andere ongewenste vervorming te compenseren (schijnbaar oneindig stijf frame) dan wel eigenschappen van het voorwerp te beïnvloeden (vervormbare lenzen). Dit gebied wordt wel dat van de "smart structures" genoemd,

Het maken van zeer kleine bewegingen voor het (micro-)doseren van vloeistoffen en gassen om daarmee chemische processen beter te beheersen en om aan milieu-eisen te voldoen. Denk aan brandstofinjectie en inktjetprinten.

Precisieactuatoren zijn nodig met lage wrijving en geen of een gecontroleerde hysterese.

Materialen

Kleinere constructies vragen om nieuwe, stijvere, lichtere materialen (composieten). De thermische eigenschappen spelen niet alleen een grote rol bij de (on)bruikbaarheid van de constructie, maar ook bij de fabricage van een component. In een aantal gevallen kan de uitzetting door warmte bijvoorbeeld de gewenste vorm van de component volledig teniet doen. Thermisch stabielere materialen zijn gewenst. Piëzosensoren en piëzoactuatoren geven mogelijkheden voor zeer geïntegreerde mechatronische ontwerpen met zeer hoge nauwkeurigheden. Inzake piëzomaterialen bestaat de behoefte aan materialen met een hoger rendement, die werken bij lagere spanningen (5 Volt) en die vrij zijn van hysterese.

Nanolithografie

De term bestaat officieel niet, maar wordt hier geïntroduceerd om aan te geven dat de lithografie een aantal ontwikkelingen doormaakt, waardoor ze toepasbaar wordt in het besproken nanobereik, dat wil zeggen spoorbreedtes en

nauwkeurigheden in nanometers. Om dit te kunnen realiseren, moet met grote nauwkeurigheid gepositioneerd, belicht, gemeten en geëtst kunnen worden. Dit brengt vele veranderingen met zich mee. Bij de nanonauwkeurigheden is vervuiling en trilling (zelfs akoestische trilling) een groot probleem. Dampen en stofdeeltjes zijn absoluut uit den boze. Speciale technieken moeten een 100% schone omgeving garanderen.
Het traditionele chemische etsproces met etsmiddelen nadert de fysische grenzen en er zijn andere technologieen in studie. Bij deze extreem kleine spoorbreedtes is "gewoon" licht niet meer toepasbaar door een te grote golflengte en moet men gebruik gaan maken van bijvoorbeeld extreem diep ultraviolet licht, röntgen en/of ionenprojectie, respectievelijk elektronenprojectie. "Normale" (glazen) optische systemen met fotografische maskers (reticles) zijn daarbij niet meer bruikbaar. Men moet uitwijken naar "elektronische" lenzen en fysische maskers. Dergelijke processen spelen zich af in (hoog)vacuüm.

Metrologie voornamelijk interferometrie

Om nauwkeurig te kunnen (be)werken, is in de eerste plaats nodig dat men nauwkeurig positie en beweging kan meten. De ontwikkeling van meetprincipes en meetapparatuur voor nanometerprecisie is in ontwikkeling, inclusief het gebruik van de daarbij benodigde resistieve en/of capacitieve sensoren die inbouwbaar zijn in nanoconstructies. Interferometrie wordt veelvuldig toegepast in de precisietechnologie, bijvoorbeeld in veel meetapparatuur voor de ruimtevaart en astronomie en in wafersteppers. Juist op dit gebied komen veel disciplines "bij elkaar" en is de inbreng van de nanoscience erg groot (optica, chemie, fysica).

Besturing

Bij de precisietechnologie komen veel van de hiervoor genoemde verschijnselen voor, zoals ongewenste uitzetting, niet-lineaire verplaatsing en hysterese. Onderzoek is gewenst naar elektronica en software voor de aansturing en uitlezing van piëzo-elementen en voor de regeling en het dynamisch gedrag van complete constructies, machinemodules en vervormbare lichamen.

In het volgende schema zijn de belangrijkste ontwikkelingen aangegeven:

ASPECT	WAS	WORDT
Nauwkeurigheid	10 mm - 100 nanometer	1 - 100 nanometer
Bewerkingstechnieken	Frezen, draaien, slijpen, polijsten	Ook laser- en lithografie-bewerken en Vapour Deposition.
Ontwerp	Vanuit componenten en verbinden	Geïntegreerd: • Componenten/verbinden • Gemonteerd produceren • Mechatronisch
Beweging	Aandrijven, lageren, besturen	• Bondingproblemen • Lageringproblemen • Hoogvacuüm • Compensatie van trilling en ongewenste vervorming • "Smart structures"
Materialen	Vooral metalen	• Composieten/keramiek • Piëzomaterialen
Lithografiebron	Gewoon licht	Deep UV of ionen of röntgen
Lithografieomgeving	Geconditioneerd	Vacuüm
Metrologie		Nanometrologie (resistieve en capacitieve geïntegreerde sensoren) en interferometrie
Besturing	Systeembesturing	Vergrote complexiteit door sterke toename van servo- en niet-lineaire materialen

Industrieel draagvlak

Markten voor precisietechnologie (rapport Berenschot)

Er kan niet gesproken worden van een afzonderlijke markt voor precisietechnologie en er is ook nauwelijks kwalitatieve informatie over een dergelijke markt. Het kenmerk van precisietechnologie is immers, dat het een onderdeel vormt van een component, product of systeem in vele verschillende eindmarkten. In de meeste gevallen is de precisietechnologie zo nauw verweven met het productontwerp dat de ontwerpers en de toeleveranciers die op dit gebied actief zijn, weliswaar een duidelijke specialisatie hebben, maar toch ook breder bij het ontwerp of bij de leverantie betrokken zijn.

De markten voor precisietechnologie

Om het belang van precisietechnologie aan te geven, zullen we dus moeten kijken naar het belang van die eindmarkten van producten en systemen waarin precisietechnologie een belangrijke rol speelt. We maken daarbij een onderscheid naar:

De machinebouwindustrie
In die sector speelt precisietechnologie een rol voor de machinebouwers van wie de klanten belangrijke precisie-eisen stellen aan de machines. In die gevallen speelt precisietechnologie een rol voor de acceptatie van het product door de koper en daarmee voor commercieel succes van de producent.

Bureaumachines en informatica-randapparatuur
In deze sector is er een sterke trend naar kleiner en nauwkeuriger. Gesteld kan worden dat voor de meeste fabrikanten precisietechnologie van belang is.

Elektrotechnische componenten en producten
Ook in deze sector is er een sterke trend naar kleiner en nauwkeuriger, een trend die versterkt wordt door een toenemende behoefte aan ingebouwde, steeds krachtiger functionaliteit in zowel industriële als consumenten-apparatuur. Voor deze sector is de precisietechnologie dan ook van groot belang.

Foto Philips Electronics

Transportmiddelen
In deze sector speelt precisietechnologie een steeds belangrijker rol, die echter geconcentreerd is in specifieke deelsectoren (bijvoorbeeld ruimtevaart) dan wel specifieke systeemdelen (bijvoorbeeld de inspuiting van verbrandingsmotoren).

Fijnmechanische en optische producten
In deze sector staat precisietechnologie in het centrum van de belangstelling en levert een belangrijke bijdrage aan de concurrentiekracht van vrijwel alle bedrijven uit de sector.

PRODUCTIEWAARDE INDUSTRIESECTOREN	EUROPA miljarden guldens	NEDERLAND miljarden guldens	AANDEEL NEDERLAND IN EUROPA
Machinebouwindustrie	572	18,5	3%
Kantoormachines en computers	103	3,3	3%
Elektrotechnische producten	557	23,3	4%
Transportmiddelen	829	17,8	2%
Fijnmech. en optische producten	55	0,6	1%
Totaal	2.116	63,5	3%

Bron: Eurostat, DEBA, CBS.

Toeleveranciers van de eerder vermelde industrieën

Deze (precisie)toeleveranciers construeren en/of produceren componenten en modules voor de hiervoor genoemde industrietakken en vaak ook nog voor andere industrietakken. In vele gevallen is ook voor hen precisietechnologie van belang en zijn ze voor hun concurrentiepositie afhankelijk van specifieke precisietechnologie, dan wel van het algemene niveau hiervan in Nederland.

Bovenstaande tabel geeft de omvang van de betreffende sectoren in Europa en Nederland in miljarden guldens.

Het gaat hier om een groot en belangrijk industriegebied. Aangezien de aangegeven sectoren zeer internationaal opereren, gaat het ook om de concurrentiepositie van de betreffende bedrijven in internationaal perspectief. We zullen hierna de sectoren kort bespreken en aangeven welke bedrijven interessen hebben op het gebied van precisietechnologie.

Zelf ontwikkelde spinkop
Foto Te Strake

De machinebouwindustrie

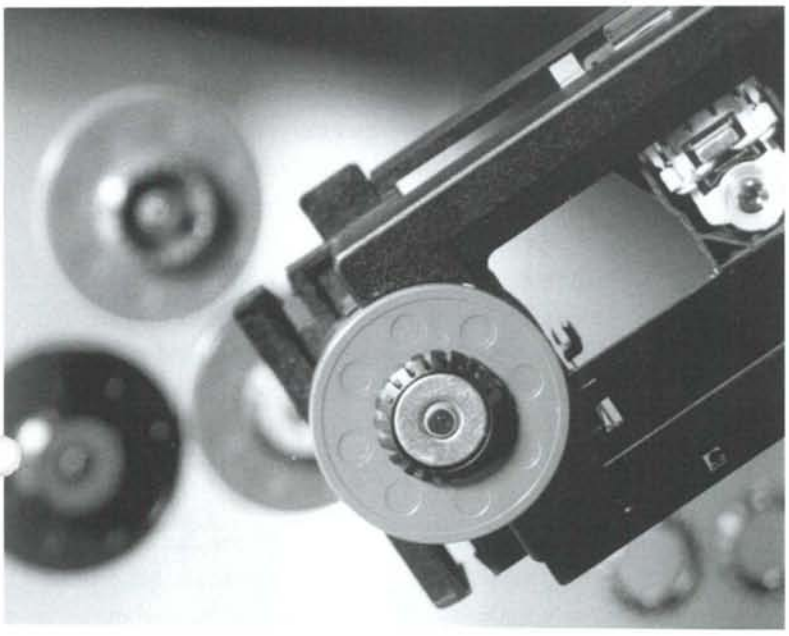
De machinebouwindustrie is een grote sector in Europa met een omzet van fl 572 miljard. De Nederlandse industrie heeft hier een klein marktaandeel van circa 3% met een omzet van circa fl 18,5 miljard. In grote delen van de machinebouw, zoals de algemene verspaning, boren, draaien, bewerkingscentra, is Nederland nauwelijks serieus aanwezig. Op de gebieden waar Nederland wel aanwezig is, is er echter verrassend veel dat met precisietechnologie van doen heeft. Zo worden in Nederland precisiedraaibanken gemaakt (Hembrug en EPT) voor normale en voor contactlenstoepassing. Procornea is een Nederlands bedrijf dat aangeeft dat met de Nederlandse contactlensdraaibanken een kansrijke positie is opgebouwd als leverancier van die lenzen en dat verdere uitbouw mogelijk is. Belangrijker dan die relatief kleinschalige activiteit is de machinebouw die in Nederland plaatsvindt ten behoeve van de elektrotechnische industrie.

Zo is er een belangrijke activiteit in productiemachines voor "trim, form en moulding" van

halfgeleiders (Fico in Zevenaar) en ook in machines voor de montage van halfgeleiders op printplaten (Philips EMT in Eindhoven). Dit zijn belde snelgroeiende succesvolle bedrijven met een omzet van honderden miljoenen guldens die een duidelijk belang hebben bij precisietechnologie.

Bureaumachines en computerrand-apparatuur

De bureaumachines- en computerrandapparatuurindustrie is eveneens een aanzienlijke bedrijfstak. Nederland heeft hier een behoorlijk aandeel binnen Europa. Het belangrijkste Nederlandse bedrijf in deze sector is Océ. Andere bedrijven in deze sector zijn Ericson, ODME, Xerox en diverse kleinere onderdelen van Philips.



Drijfwerk CD-speler.
Foto Philips Electronics

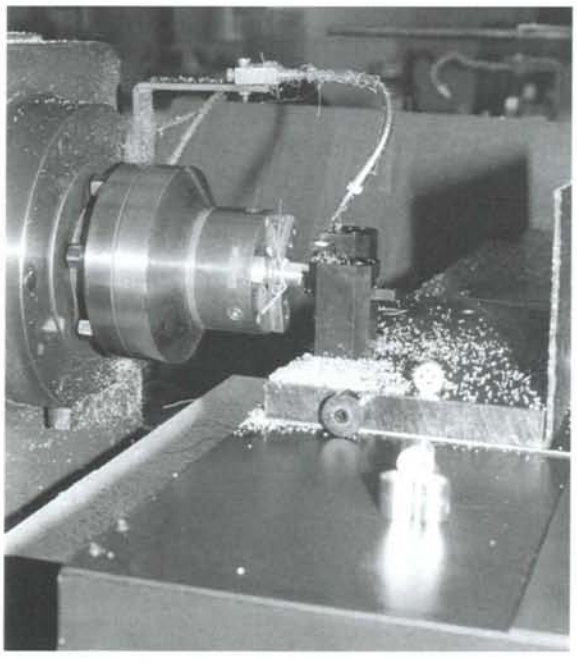
Elektrotechnische producten

De bedrijfstak van elektronische producten en componenten is met fl 557 miljard een grote sector binnen Europa. Het Nederlandse marktaandeel is redelijk en geconcentreerd in een aantal grotere bedrijven, met nog steeds Philips als zwaartepunt, al is het relatieve belang van Philips afgenomen. In deze sector is sterker dan in welke andere sector ook, de trend aanwezig naar steeds kleinere afmetingen en gewichten. Vanuit die drijfveer is voor een groot deel van de industrie in deze sector de precisietechnologie van belang. Naast Philips moet hierbij gedacht worden aan Simac, ODME en vele kleinere, gespecialiseerde bedrijven. Philips heeft van oudsher veel research gedaan naar de precisietechnologie, zowel in het CFT (Centrum voor Fabricagetechnologie) als in het Nat Lab en is daarmee ook succesvol geweest. Bij essentiële productgebieden van Philips, als Optical Storage (CD), scheerapparaten en chips, speelt precisietechnologie een grote rol. Daarnaast speelt ze een belangrijke rol bij productie- en meetapparatuur als elektronenoptiek, assemblagemachines en vele andere toepassingen. De Philips-machinefabrieken, waar veel van deze apparatuur gemaakt wordt, is een belangrijke speler in de productie van precisiecomponenten en precisieconstructies en fungeert daarin als een toeleverancier naar andere Philips-fabrieken en naar derden. Philips heeft de knowhow op het gebied van precisietechnologie sterk geconcentreerd in het CFT.

Transportmiddelen

De sector Transportmiddelen is een zeer grote sector en omvat zowel de automobielindustrie als de vliegtuigbouw en kleinere deelgebieden zoal trucks, opleggers, e.d. Het Nederlandse marktaandeel is gering. Naast NedCar, DAF en Fokker/Stork is er nog een behoorlijk aantal kleinere, gespecialiseerde bedrijven in deze sector actief in Nederland, zowel in productie als in ontwerp. Het belang van precisietechnologie met nauwkeurigheden tot in het nanobereik is echter maar voor een beperkt aantal bedrijven uit de sector aanwezig. De toepassing beperkt zich vooralsnog tot enkele specifieke componenten en modules. Inspuiting, ontsteking en instrumentatie zijn daarvan voorbeelden. Concrete interesse voor precisietechnologie is in deze sector slechts van een beperkt aantal Nederlandse bedrijven te verwachten. Tot die bedrijven behoort in elk geval Fokker Space, dat precisietechnologie een voor haar essentieel vakgebied vindt.

Optisch aftasten van een voorwerp met hoge precisie.
Foto Renishaw



Precisie draaien.
Foto Mechatronics

Fijnmechanische en optische instrumenten

De sector van fijnmechanische en optische instrumenten is een kleine sector, maar het belang van precisietechnologie is voor deze sector zeer groot. De meerderheid van de bedrijven in deze sector heeft de precisietechnologie nodig om in de markt concurrerend te blijven met geavanceerde producten. In de sector zijn kleine gespecialiseerde bedrijven die zelf nauwelijks onderzoekscapaciteit of budget hebben, maar zeker de resultaten van onderzoek door onze universiteiten zullen gaan volgen en gebruiken. Grotere bedrijven uit de sector zijn ASML, Delft Instruments en Philips Elektronen Optiek.

(Precisie)Toeleveranciers

Er is in Nederland een omvangrijke groep van veelal kleine bedrijven die componenten levert aan en ontwikkelt voor de eerdergenoemde industrietakken. De meeste van deze bedrijven leveren aan diverse industrietakken en kunnen daarom niet in de hiervoor gegeven indeling ondergebracht worden. Het gaat om meer dan honderd bedrijven, die in grootte variëren van enkele tot enkele honderden personen. Hun kennis is toepassingsgericht en meestal beperkt tot een klein deelgebied.

Conclusie

Concluderend kan gesteld worden dat:

- het onderwerp precisietechnologie belangrijk is voor grote sectoren van het Nederlandse bedrijfsleven en voor die sectoren een bijdrage levert aan de consolidatie en groei van bedrijven,
- er in Nederland voldoende bedrijven zijn die vernieuwend gericht zijn op de Precisietechnologie.

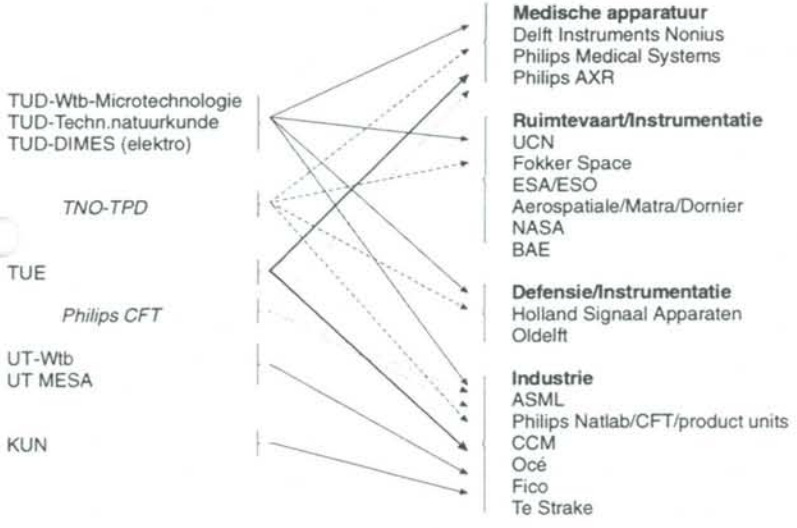
DE KENNISINFRASTRUCTUUR

Onderzoeks- en ontwikkelingsinstituten (rapport Berenschot)

Op veel plaatsen in Nederland wordt aan universiteiten, hogescholen en andere kennisinstituten onderzoek gedaan op het gebied van precisietechnologie. In het algemeen is de capaciteit echter beperkt en richt het onderzoek zich op enkele aspecten dan wel enkele toepassingen.

De kennisinfrastructuur in Nederland

Er zijn slechts enkele kennisinstituten, die op een breed gebied actief zijn en die vele samenwerkingsverbanden hebben. Deze instituten vormen de kern van de precisietechnologie in Nederland. Deze instituten en hun belangrijkste samenwerkingsrelaties zijn weergegeven in de volgende figuur:



Hierna worden de belangrijkste instituten, hun onderlinge relaties en de industriële contacten kort beschreven. In verband met de vertrouwelijkheid van sommige gegevens is de beschrijving niet volledig. Ze geeft echter een goed beeld van het netwerk.

Technische Universiteit Delft (TUD)

Werktuigbouwkunde, sectie Microtechniek van de Vakgroep Ontwerp en Productie

(Door een bestuurlijke maatregel van de TUD, die voorbij ging aan de wetenschappelijke prestaties en debuitengewoon grote belangstelling van studenten voor Microtechniek, is de sectie Microtechniek opgeheven in het najaar van 1998. *redactie*)

In de sectie Microtechniek van de Technische Universiteit Delft werd met een kleine en afnemende capaciteit gewerkt op het gebied van precisietechnologie. In het bijzonder wordt onderzoek gedaan naar legeringen, geleidingen en lineaire aandrijvingen door middel van elektromagnetische constructies en piëzoelementen voor positioneersystemen, "bladveer"-constructies en constructies met geïntegreerde scharnieren, naar transducers met behulp van piëzomaterialen, naar medische precisietechnieken en medische precisieapparatuur en naar etstechnieken. Binnen de leerstoel werd vooral het systeemdenken sterk gedoceerd. De sectie werkte onder andere samen met de groep Elektronenmicroscopie van de Faculteit Technische Natuurkunde van de TUD en met de Medische Faculteit van de Erasmus Universiteit Rotterdam. In het bedrijfsleven zijn er contacten met en wordt gewerkt aan onderzoek voor ASML, HSA, Océ, Philips NatLab en Philips CFT, Philips Drachten en Delft Instruments.

Internationale erkenning blijkt uit het feit dat prof. H.F. van Beek nog steeds nauwe contacten onderhoudt en samenwerkt met NASA. Hij maakt ook deel uit van de European Society of Precision Engineering (Euspen).

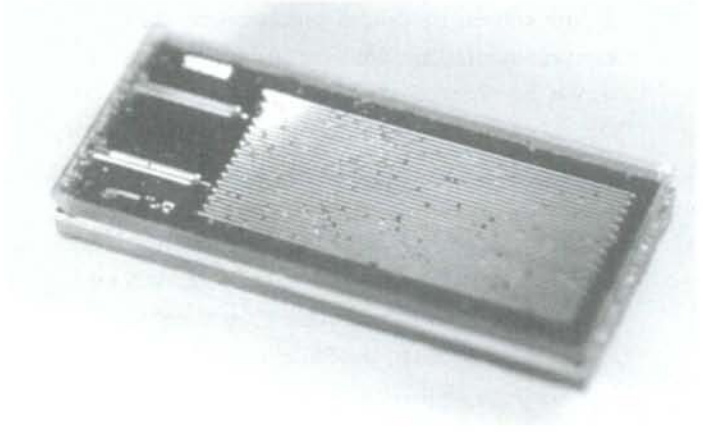
TUD-Technische Natuurkunde

In de Faculteit der Technische Natuurkunde wordt voor de precisietechnologie vooral onderzoek verricht op het gebied van optische systemen door circa 11 personen. Hier wordt een belangrijke fysische inbreng geleverd aan de precisietechnologie. Daarbij wordt onder andere samengewerkt met de Faculteit Werktuigbouwkunde van de Universiteit Twente op het gebied van piëzo-aangedreven vervormbare spiegels. Met de sectie Microtechniek van de Faculteit Werktuigbouwkunde van de TUD werd samengewerkt op het gebied van positioneersystemen, met TNO-TPD voor de vervaardiging van asferen en de vatting ervan. In de industrie wordt onder andere samengewerkt met Philips Electron Optics, ASML, ODME en Fokker Space.

TUD, DIMES

Op het Delft Institute of Micro-electronics and Submicron Technology (DIMES) werken circa 14 personen. Het instituut is speciaal opgericht om onderzoek te verrichten naar micro- en nanostructuren. Hiertoe is geavanceerde vacuümapparatuur in ontwikkeling, waarbij de Rasterscanning microscoop een grote rol speelt. Het NEXT-project (Nanoschaal Experimenten en Technologie-project) is gestart in 1994. Een aantal aspecten, dat ook in de precisietechnologie een rol speelt, komt hierbij aan bod. DIMES werkt onder andere samen met de TUD-sectie Microtechniek, met UT-MESA en de KUN.

Microstructuur: sandwich van glas-silicium-glas (21 x 9 x 2,5 mm). *Foto Xsensor Integration*



TNO-TPD

Binnen de TNO-Technisch Physische Dienst werken circa 65 mensen vanuit de secties Instrumentatie, Optische Instrumentatie en Fysische Systemen & Processen aan onderzoek op het gebied van de precisietechnologie. Dit onderzoek concentreert zich vooral op het ontwerpen en het produceren van ultraprecieze optische systemen en het produceren van ultraprecieze asferen ten behoeve van interferometrie, spectrometrie, lithografie en de röntgentechnologie. Deze systemen worden vooral toegepast in wetenschappelijke instrumenten aan boord van satellieten en in wafersteppers. TNO-TPD heeft op deze gebieden een grote reputatie in Europa. Naast aandacht voor het ontwerp en de productie der onderdelen wordt bijzondere aandacht besteed aan de apparatuursynthese. TNO-TPD sluit hierbij nauw aan bij de Universiteit Leiden, waarmee samengewerkt wordt. Verder werkt men samen met de Faculteit Technische Natuurkunde en met de sectie Microtechnologie van de Faculteit Werktuigbouwkunde van de TUD op het gebied van optiek en optische systemen.
Samenwerkingsverbanden zijn er met en gewerkt wordt voor ESA, ESO, NASA, Matra, Marconi, Aerospatiale, Dornier, British Aerospace, SRON (voornamelijk wetenschappelijke instrumentatie in de ruimtevaart), Océ, Digital, Akzo Nobel, NS en ODME (industriële optische systemen) en Defensie. Vermeldenswaardig is dat met Fokker Space en met ASML strategische samenwerkingsrelaties gesloten zijn.

Technische Universiteit Eindhoven (TUE)

Werktuigbouwkunde, sectie Precisie-Engineering

In de sectie Precisie-Engineering werken circa 12 medewerkers op het gebied van precisie-

technologie. De missie van Precisie-Engineering is gedefinieerd als "het ontwikkelen van concepten, methoden en apparatuur, gericht op het verbeteren van de precisie bij het meten, bewerken en positioneren van mechanische producten".

Hoofdaandachtsgebieden zijn de mechanische metrologie (de wetenschap van het meten), het ontwerpen en construeren op precisie en het ontwerpen en de productie van microprecisie-meetapparatuur, respectievelijk kalibratie-apparatuur en laserinterferometrie. Anderzijds heeft het onderzoek betrekking op de precisie-bewerkingstechnologie en het ontwerpen en produceren van precisiebewerkingsmachines, zoals ultrapresiciedraai- en slijpmachines.
Er bestaat nauw contact met het Nederlands Meetinstituut (NMI) te Delft. Onderzoeken worden uitgevoerd voor en er wordt samengewerkt met Océ, Philips, CCM, ODME, ASML, Stork, Zeiss in Nederland en Duitsland, Mitutoyo Nederland, Möller Wedel (D), Procomea, Engineering Precision Tools (EPT) en IBS.

Universiteit Twente (UT)

UT-Werktuigbouwkunde, sectie Mechatronica

De Universiteit van Twente kent de interfacultaire leerstoel mechatronica, die tevens het centrum is van waaruit de constructieve aspecten van microtechnologie worden gedoceerd. De mechatronicagroep werkt nauw samen met de betreffende vakgroepen in de faculteiten werktuigbouwkunde en elektrotechniek. De totale capaciteit bestaat uit circa 28 personen. In de sectie Mechatronica wordt vooral het (creatief) ontwerpen en construeren van micro-producten gedoceerd. Daar waar de TUD-sectie Microtechniek sterk gericht was op het proces-denken en TUE-sectie Precision-Engineering op meten en bewerken, is deze sectie sterk gericht op het feitelijke integrale productontwerp. Juist hierdoor, en door nauwe samenwerking met het MESA-instituut, levert de UT een belangrijke bijdrage aan de totaalconceptie van een precisie-technologisch product of systeem met gebruik-making van de andere disciplines. Door deze specialisatie ontstaan bovendien rond Enschede als spin-off' kleine, zeer gespecialiseerde bedrijven, die microproducten en daarmee verwante processen op de markt brengen. Men kan stellen dat de UT het dichtst bij het complete product staat en daarmee een belangrijke functie vervult voor alle bedrijven die met hun productontwerpen verder willen gaan dan de optelsom van de huidige technische mogelijkheden. Behalve voor machinefabrikanten is dit ook van belang voor bedrijven die massa-producten maken, zoals discdrives. In Twente is ook veel belangstelling voor het toepassen van piëzomaterialen als constructiemateriaal voor "slimme" oplossingen voor precisieproducten. De sectie heeft in het bedrijfsleven nauwe banden met grote bedrijven als Philips en Philips CFT, ASML en Océ, en met kleine, zeer gespecialiseerde bedrijven, zoals Aquamarijn, Twente MicroProducts en MicroMontage.

UT-MESA

Binnen dit onderzoeksinstituut aan de UT werken circa 14 personen aan onderzoek op de gebieden van IC-technologie en afgeleiden daarvan, de technologie om optische elementen te integreren, microbewerken, LIGA (Lithografie, Galvanische vormgeving en Abformung), verbinden en lijmen, het gebruik van nieuwe materialen, n-licromonteren en "zelfassemblage" op moleculair niveau. Het instituut staat daarmee, samen met DIMES, het dichtst bij de nanoscience, gezien vanuit het standpunt van de precisietechnologie. Het instituut geniet nationaal en internationaal grote faam op het terrein van microsystemen. Micromotoren, flowsensoren, microfoons, microfilters, microactuatoren, x-y-z-tafels en doseersystemen zijn voorbeelden van toepassingen van de technologieën, die door het MESA bestudeerd worden. Nationaal wordt samengewerkt met het AMC te Amsterdam, de Katholieke Universiteit Nijmegen en de universiteiten van Groningen en Utrecht.

Internationale samenwerkingsverbanden zijn er met het Institute for Microstructures te Mainz (D), met de universiteiten van Jena en Hannover (D) en de groepen microsystemen van de universiteiten van Uppsala (S) en Neuchatel (CH).
Industriële partners zijn ASNIL, Océ, Philips CFT en NatLab, naast andere Philipsbedrijven. Daarnaast wordt veel en nauw samengewerkt met kleine, zeer gespecialiseerde bedrijven zoals Twente MicroProducts, MicroMontage, Kinetron en Aquamarijn.

UT	TUE	TUD	TNO-TPD
Construeren en regelen	*Meten*	*Contaminatie: detectie van deeltjes*	*Optiek*
Laserbewerken Lithografiebewerken	Verspanend bewerken	-	Opbrengen gemoduleerde dunne lagen Oppervlakken polijsten
Piëzo-verplaatsen	Luchtlagering	Elektromagnetisch verplaatsen	-
Productbenadering	Bewerkingsbenadering	Systeembenadering	-

Katholieke Universiteit Nijmegen

KUN-RIM

Aan de Katholieke Universiteit Nijmegen wordt binnen het Research Institute for Materials (RIM) door circa 6 personen onderzoek verricht naar piëzomaterialen, de eigenschappen ervan en bewerkingstechnieken ervoor. Dit instituut vormt, samen met het Materials Science Centre in Groningen en het Centrum voor Materiaalonderzoek (CMO) in Enschede, de enige plaats, waar dit soort onderzoek nog op redelijke schaal wordt uitgevoerd in Nederland, sinds Philips zijn onderzoekscentrum/fabriek in Roermond 2 jaar geleden heeft gesloten. Er wordt veel onderzoek gedaan naar materialen (zoals koper Cu) anders dan silicium (Si) en aluminium (Al) om te komen tot hogere rendementen, hogere frequenties en lagere stuurspanningen. Op dit gebied wordt samengewerkt met het MESA-instituut van de UT. Met onder andere Océ wordt onderzoek verricht naar het verbeteren van eigenschappen van en naar vormgevende technieken voor piëzomaterialen ten behoeve van inkjetarrays.

Samenwerking in Nederland

Er is een beperkte samenwerking van de TU's met de op de industriegerichte instituten zoals TNO en CFT. Een intensievere samenwerking tussen deze industriegerichte instituten en de universitaire instituten zou zeker bevorderend werken voor de innovatieve effectiviteit van het cluster als totaal naar de industrie.
Met de belangrijkste instituten zijn de mogelijkheden van samenwerking besproken. Dat is in constructieve sfeer verlopen en men is het daarbij eens geworden over aandachtsgebieden en zwaartepunten. Deze zijn in bijgaande tabel weergegeven.
De effectiviteit van de totale inspanning wordt groter en de waardering vanuit de industrie zal daardoor stijgen.

In tegenstelling tot de nogal beperkte programmatische samenwerking is er wel voldoende platform voor vakmatige informatie-uitwisseling in Nederland. De belangrijkste vakmatige uitwisselingskringen zijn:

- Nederlandse Vereniging voor Precisietechnologie, waarbij een kleine duizend vakgenoten zijn aangesloten en die een vaktijdschrift en een Precisietechnologiejaarboek annex bedrijvengids uitgeeft. Daarnaast organiseren ze vakgerichte symposia en dergelijke.
- Het Microcentrum Nederland dat op commerciële basis een bedrijvengids uitgeeft en ook vakmatige bijeenkomsten organiseert.
- Het Mechatronicaplatform dat een belangrijke bijdrage heeft gehad in de verbreiding van de aanpak van een geïntegreerd elektromechanisch ontwerp, maar inmiddels minder actief is geworden en het gevoel heeft dat haar missie grotendeels vervuld is.

Als er een IOP-precisietechnologie komt, zullen de hierboven genoemde gremia ondersteunend werken bij de verspreiding van kennis en informatie.

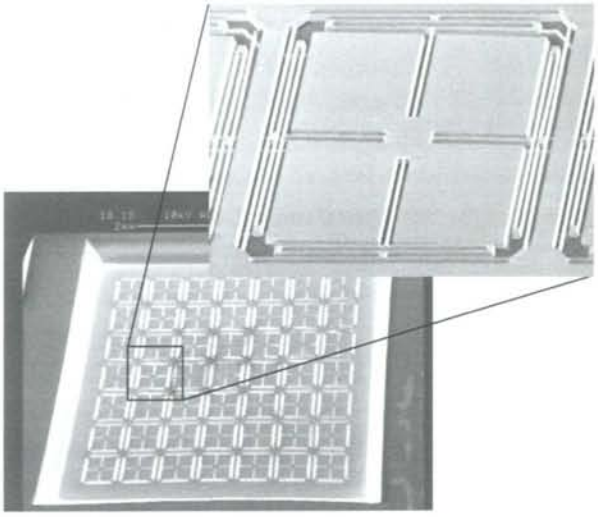
Het buitenland

Europa

Op Europees niveau lopen slechts enkele kleinere activiteiten op het gebied van precisietechnologie in het kader van de technologieprogramma's ESPRIT en BRITE EURAM van de Europese Unie. In die programma's is precisietechnologie nergens een hoofdstroom. In het kader van ESPRIT wordt een netwerk van circa 300 bedrijven en kennisinstituten gesponsord. Dit NEXUS-netwerk richt zich op uitwisseling van kennis over microsysteemtechnologie. In het kader van BRITE EURAM loopt het programma EUROPRACTICE, dat zich eveneens richt op de verspreiding van microsysteemtechnologie. Aan dit programma nemen, naast vele bedrijven uit Duitsland, Frankrijk, UK en Zwitserland, ook enkele Nederlandse bedrijven deel, onder andere HSA en Twente MicroProducts.

Voorts heeft ASML Lithografiesystemen een voorstel ingediend (EUCLIDES) om in een consortium met Carl Zeiss (optiek) en Oxford Instruments (Röntgenbron) te werken aan de voorontwikkeling van een nieuwe generatie wafersteppers op basis van EUV (Extreme Ultra Violet) in plaats van normaal licht. De bedoeling is dat deze studie, die in het vierde kaderprogramma is ingediend, ook aanleiding geeft om in het vijfde kaderprogramma iets aan precisietechnologie te doen.

Over dit programma van circa 10 mln. ecu, is nog niet beslist. Bij het doorgaan zullen ook Philips CFT en TNO-TPD een (bescheiden) aandeel in het programma hebben. Een veel groter researchprogramma voor EUV-lithografie is opgestart in de USA op initiatief van onder andere Intel en Motorola. Daar komt in 3 jaar $ 250 mln. voor dit onderzoek beschikbaar, te verrichten in onder andere de nationale



Spiegel matrix met detail van de spiegelophanging gemaakt met een Scanning Electron Microscope (SEM), vervaardigd met microsysteemtechnologie

laboratoria van Berkely en Livermore. ASML is aangesloten op dit programma, maar heeft Europese c.q. Nederlandse support nodig om een gerespecteerd partner te blijven.

Concentraties van research en precisietechnologie zijn vooral te vinden in de USA (met name rondom de IT-technologie), Japan (met name in relatie tot de elektronica-industrie) en Duitsland/Zwitserland (sterk georiënteerd op de daar van oudsher aanwezige fijnmechanische en optische industrie).

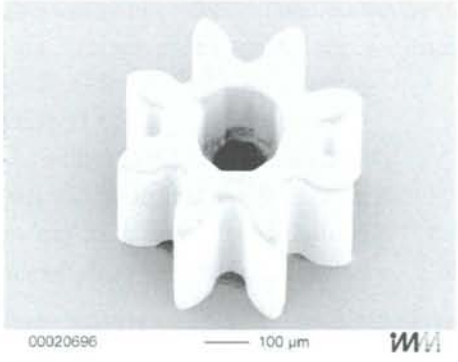
Belangrijke kennisinstituten zijn in **Zwitserland** de *Ecole Polytechnique Federal* en het Institute *Fédéral de Technique te Lausanne*. Dit zijn internationale topinstituten op het gebied van precisietechnologie. Hier wordt door circa 250 mensen gewerkt op een breed gebied, waarvan precisietechnologie een belangrijk deel uitmaakt.
Er wordt onder andere gewerkt aan:

- Microsystemen: ontwikkelproces van microsystemen, integratietechnieken, sensoren en actuatoren.
- Microrobotica: meten en verplaatsen met nanoresolutie, autonome rnicrosystemen.
- Microproductie: microassemblage, laserbewerken.

- Metrologie: microsysteem optica, interferometrie.
- Software engineering: besturingssoftware en fuzzylogic.

In **Duitsland** wordt aan tal van universiteiten, hogescholen en Fraunhofer-instituten onderzoek verricht op het gebied van precisietechnologie. Door de Bundesregering is een competitie uitgeschreven om de vijf beste nanotechnische centra verder te ondersteunen (zwaartepuntsvorming); dit als vervolg op een stimuleringsprogramma microsysteemtechniek dat volgend jaar afloopt. Met name te noemen onderzoeksinstituten zijn:

- Het *Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) te Stuttgart*, waar 2 groepen (IPA 8 en IPA 11) zich bezighouden met cleanroomtechnieken en het trainen van mensen hierin, automatische productie in cleanrooms, lagentechnologie door middel van PVD en CVD.



Tandwiel met asgat van 180 µm

- De *Friedrich Schiller Universltät te Jena*, waar een speciale groep is geformeerd (SFB 196 Physik und Chemie optischer Schichten) over diverse faculteiten heen. Deze groep houdt zich uitsluitend bezig met het onderzoek naar het opbrengen van optische, elektronische en magnetische lagen en met onderzoek op het gebied van piëzomaterialen.

- De *Albert Ludwig Universität te Freiburg*, waar binnen de leerstoel van Microsystemsimulation het Institut für Mikrosystemtechnik bestaat. Hier wordt onderzoek verricht naar het ontwerpen, construeren en simuleren van microsystemen op de gebieden van "cro-optiek, VLSI, sensoren en actuatoren, naar de betrouwbaarheid van microsystemen, optische en elektronische meeten testprocédés, montage en verbindingstechnieken en naar materialen.
- De *Technische Universität Hamburg-Haarburg*, waar binnen Microsystem Design en Microsystem Technology specifiek gedoceerd wordt in ontwerptechnieken voor microsystemen, de fabricage van micromechanische, -elektronische en -optische componenten, LIGA- en SIGA-technologie, fotolithografie, depositieprocessen, bewerkingen als lijmen, bedrukken, solderen, legeren, bonden, etc. Micro-componenten zoals druk-, kracht- en versnellingssensoren, optische en massa-spectrometers, gaschromatograven worden hier bestudeerd.

In **Engeland** (aanvulling redactie) wordt aan een drietal universiteiten onderzoek verricht op het gebied van precisietechnologie:

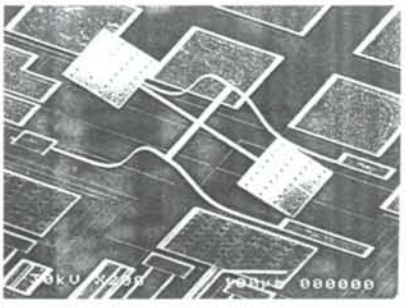
- De *University of Warwick*, department of Engineering, centre for Nanotechnology and Microengineering, waar gewerkt wordt aan optische, röntgen en elektronenmicroscopie. Ontwerpen van extreem nauwkeurige verplaatsingsmechanismen. Speciale productieprocessen zoals ionenstraalbewerken en polijsten van keramiek en halfgeleiders, microsysteemtechnologie en micro-actuatoren.
- *Cranfield University*, School of Industrial and Manufacturing Science, Nanotechnology & Precision Engineering, met onderzoekactiviteiten gericht op combineren van microengineering en nanotechnologie ten behoeve van de industriele applicatie en ontwikkeling van ferro-elektrische materialen en apparaten. Andere onderwerpen voor onder zoek zijn: fotochemische bewerkingen, microvonkverspanen en bewerken met hoge snelheid van keramische en optische componenten. Daartoe wordt gewerkt aan de ontwikkeling van speciale hydrostatische water- en luchtlagers voor precisiebewerkingen.

- *University of Edinburgh*, School of mechanical engineering richt zich op vonkverspanen, elektrochemisch en ultrasoon bewerken. Een andere specialiteit is het aanbrengen van texturen op walsrollen doormiddel van inkjetprinten van maskers en vervolgens etsen. Daarmee kan staalplaat worden voorzien van een oppervlaktetextuur.

USA

In de USA wordt, zoals reeds vermeld, aan veel universiteiten en instituten veel onderzoek verricht naar precisietechnologie. De drijvende kracht achter deze inspanningen komt veelal uit de computer en IC-industrie en ook de militaire toepassingen spelen een belangrijke rol. Belangrijke universiteiten en instituten zijn:

- De *Berkeley University of Califomia*. Deze universiteit wordt door velen gezien als het topinstituut in de VS. Hier onderzoekt men de IC-technologie en met name Röntgenlithografie, het maken van maskers, dunne laagdepositie, droogetsen, reinigen door middel van water en CVD. Daarnaast houdt men zich bezig met materiaal-onderzoek, micro-optica, micro-elektronica en procestechnologie. De volgende producten worden ontwikkeld: micromechanismen met een grote slag, ultrasoon aangedreven micro-transportsystemen, lineaire micro-actuatoren en hun aansturing, sensoren en diodes.



Zelfassemblerende microsystemen.

- De *Stanford University*. Deze universiteit staat vooral bekend om het onderzoek naar materialen en het bewerken ervan, het vastleggen van het ontwerpproces en het denkproces voor microsystemen in CAD-systemen en Expertsystemen.

- Het *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*. In onder andere het Center of Excellence in MicroSystem Technologies en het Precision Motion Control Laboratory wordt onderzoek uitgevoerd naar microsensorinterfacing, het ontwerpen van microstructuren door middel van CAD, het bonden van silicium-microstructuren, magnetische verplaatsingen voor wafersteppers en regeltechnieken voor magnetische op-hangingen, ultraprecieze positionering via magnetisme en elektromagnetische actuatoren voor spiegels en naar capacitieve sensoren en kalibratiemiddelen.
- *NASA, Ames Research Center*. In dit centrum worden autonome systemen voor de ruimtevaart ont-wikkeld, zoals ruimtesondes en microrobots voor planetaire onderzoeksvoertuigen, hoge precisieverplaatsingssystemen en microstructuren voor optische eetinstrumenten.

Japan

Verreweg het meeste onderzoek wordt verricht in Japan. Speciale vermelding verdient hier prof. Norio Taniguchi van de Science University of Tokyo. Hij wordt door iedereen ter wereld gezien als de "goeroe" en trendsetter op het gebied van precisie-, micro- en nano-technologie.
Aan ten minste 20 technische/technologische universiteiten en instituten wordt onderzoek verricht naar precisietechnologie, naast vele andere universiteiten die op fijnmechanisch gebied werken.
Technologische specialismen binnen deze instellingen zijn vaak moeilijk te onderscheiden. Men is bezig met alle aspecten van precisie-technologie bij een onderzoek, dat steeds zeer sterk product- en toepassingsgericht is. Het wordt verricht in veelal een kleine onderzoeks-groep, die specifiek voor het ontwerp van/onderzoek naar die ene toepassing is opgezet.

Binnen de universiteiten en instituten zijn de grootste of bekendste op dit gebied:

- *Tokyo Institute of Technology*. Hier wordt in het Precision and Intellegence Laboratory door circa 70 personen gewerkt aan precisietechnologie. Zwaartepunten zijn er in de ontwikkeling van bewerkingstechnologie en besturingssoftware van geïntegreerde en intelligente systemen.
- *Science University of Tokyo*. Een duidelijk voorbeeld van kleine ontwerpgroepen is te vinden bij het Department of Materials, Science and Technology. Hier wordt in 11 laboratoria door circa 30 medewerkers gewerkt aan de micromechanische sterkte van composieten, de thermische deformatie van antisymmetrische lagen en aan de ontwikkeling van "smart materials". Daarnaast is er het Research Institute for Science and Technology, waar binnen alle faculteiten der mechanische, elektronische, scheepsbouwkundige, scheikundige, biologische engineering, ete. door circa 120 stafleden microproducten ontworpen en ontwikkeld worden, die steeds voor een specifieke toepassing binnen dat vakgebied nodig zijn.
- *University of Tokyo, Institute of Industrial Science*. Binnen onder andere het Research Center for Soft Material Engineering en het Department of Electrical Engineering and Electronics is het onderzoek vooral gericht op VLSI, microdraden en bonding, microprobes, het produceren van driedimensionele microstructuren, met roteerbare spiegels ("kantelspiegels"), het kunnen maken van microgaten en -holten, en het produceren van "stemvorken" als sensors.
- *Precision Technology Research Institute of Nagano Prefect*. Dit is een instituut, dat wel "gespecialiseerd" is. Men houdt zich, rechtstreeks voor het bedrijfsleven in en rond Nagano, voornamelijk bezig met ultraprecisiebewerken en -produceren, kalibratiemiddelen en -procédés, optische meetmiddelen en optische procédés.

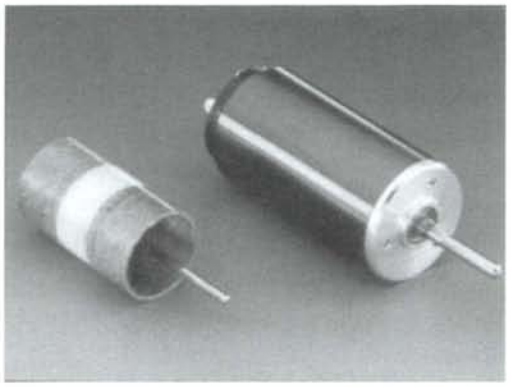
IOP in een notedop

Het IOP beoogt via een programmmatische aanpak het strategisch onderzoek aan de Nederlandse universiteiten en onderzoeksinstituten te versterken in de richting van de innovatiebehoefte van het Nederlandse bedrijfsleven. Daarom hebben in de programmavoorbereidingscommissie nadrukkelijk vertegenwoordigers uit de industrie zitting. Natuurlijk kunnen succesvolle projecten alleen ontstaan in samenspraak met de universiteiten. Om de betrokkenheid van het bedrijfsleven te garanderen moeten de universiteiten bij het indienen van projectvoorstellen aangeven welke bedrijven een actieve interesse in dit voorstel hebben.
Het indienen van projecten geschied in twee fasen. Eerst korte voorstellen van 1 pagina waar de programmacommissie een preadvies aan geeft. Dit zal voor het IOP Precisietechnologie in oktober 1999 zijn. Daarna kunnen in maart 2000 de definitieve voorstellen ingediend worden en kan de programmacommissie besluiten welke projectvoorstellen gehonoreerd worden.

Om samenwerking tussen bedrijven en universiteiten bij het indienen van projectvoorstellen te stimuleren zal er op 30 september (vlak voor het indienen van de korte aanvragen) een "open dag" voor het IOP Precisietechnologie georganiseerd worden. Hierover houden wij u op de hoogte.

Naast het ontwikkelen van strategische kennis beoogt het IOP ook om kennisoverdracht en netwerkvorming te stimuleren. Verder wordt ernaar gestreefd om de ontstane netwerken en zwaartepunten van onderzoek te verankeren, zodat die na afloop van het IOP blijven bestaan.

Productinfo



Klokanker-motor

De nieuwe klokanker-motor van Feintechnik Bertsch GmbH, type FTB 25-51, is uitermate geschikt voor snelroterende applicaties. Hoge toerentallen van 30.000 rpm zijn geen enkel probleem. Deze robuuste en onderhoudsvriendelijke DC-motor(24 V) levert een maximum vermogen van 60 Watt. De afmetingen zijn d x l = 25x 51,5 mm. Hij kan onafgebroken meer dan 500 uur werken. De koolborstels zijn eenvoudig te verwisselen. Voordelen van een klokanker-motor zijn het hoge rendement en de lage massatraagheid, door afwezigheid van ijzer in de rotor. De magneet in de stator is van neodymium, een materiaal met een zeer hoge energiedichtheid.

Voor uitvoerige info:
Elmekanic-Transfer B.V.
Telefoon: 0346-356 010
Fax: 0346-356 011

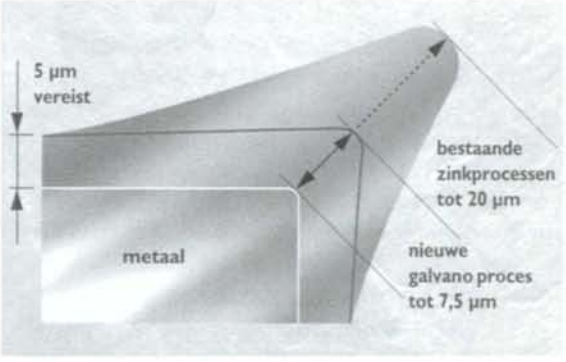
Timken kegellagers nu ook in metrische maten

Timken, producent van kegellagers, levert deze producten sinds kort ook in metrische maten. De introductie van metrische maten naast de inchmaten betekent voor het van oorsprong Amerikaanse bedrijf een cultuurschok, maar wordt door de wereldmarkt gedicteerd. Alleen de VS, Groot Brittannië en delen van het Verenigd Koninkrijk, zoals Australië, handhaven op hun thuismarkt nog steeds de maatvoering in inches.
Kegellagers dienen om radiale en axiale krachten op te nemen en vinden toepassing in vrijwel elke industrie. Ook worden zij toegepast voor wiellagers van automobielen. Timken heeft 155 productiebedrijven in 25 landen, en vervaardigt zelf het staal voor zijn kegellagers.De metrische productlijn is geïntroduceerd onder de merknaam Timken(R) IsoClass(TM). In de nieuwe productiebedrijven werd 60 miljoen dollar geïnvesteerd. De nieuwe lijn omvat alleen al 170 producten in de 30000 serie, waarin 95% van de afzet van metrische kegellagers omgaat.

Voor uitvoerige info:
Ubel B.V.
Telefoon: 0182 - 642 222

Verzinken met uniforme laagdikte

Dankzij investering in een nieuw proces is Philips Galvanotechniek Eindhoven (PGE) in staat de laagdikte van een verzinklaag vrijwel uniform te houden. Hierdoor kunnen producten met uiterst hoge maatnauwkeurigheden gegalvaniseerd worden terwijl de kwaliteit van de laag en dus ook de productkwaliteit hoger is dan ooit tevoren.
Tot nu toe varieerde deze laagdikte bij de bestaande verzinkprocessen tussen de 5 - 20 mm wanneer een laagdikte van 5 mm vereist was.
De laag is altijd het dikst rondom hoeken, terwijl de zogenaamde blinde gaten slechts bedekt worden met een dun laagje. In het verleden gaf dit grote problemen.

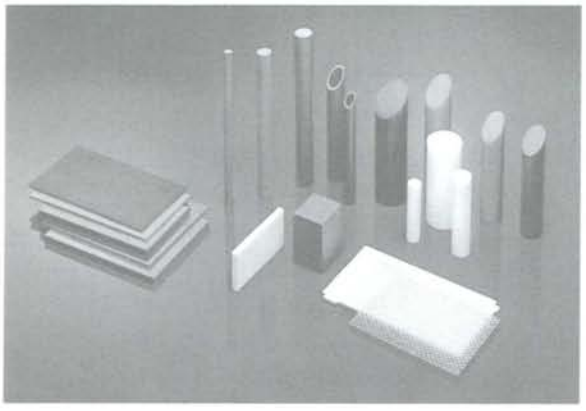


Het nieuwe proces wordt sinds 1998 gebruikt om producten met hoge maatnauwkeurigheden te verzinken. Bij een benodigd minimum van 5 mm varieert de laagdikte van 5 - 7,5 mm. Dit nieuwe procede maakt de nabehandeling, van producten met een hoge maatnauwkeurigheid, door de klant overbodig.

Voor uitvoerige info:
Philips PMF Internationaal B.V.
Telefoon: 040-273 8282.

Totaalpakket technische kunststoffen

Hamel metaal heeft haar assortiment technische kunststofproducten aanzienlijk uitgebreid. Het assortiment bestaat uit staven en op maat gezaagde platen, die snel geleverd kunnen worden. Daarnaast zijn ook afwijkende maten, kwaliteiten en uitvoeringen leverbaar.



Voor uitvoerige info:
Hamel metaal b.v.
Telefoon: 036-5495151
Fax: 036-5495155

Mechanismen: tips en voorbeelden op Internet

De firma ARTAS-Engineering Software, ontwikkelaar van SAM, gebruiksvriendelijke software voor analyse van mechanismen, biedt sinds kort op haar website "www.artas.nl" een verzameling tips, suggesties, interessante links en voorbeelden met betrekking tot het ontwerpen van mechanismen. Constructeurs en ontwikkelaars kunnen hier een kijkje nemen om ideeën op te doen. Daarnaast wordt een ieder opgeroepen zijn tips en oplossingen op te sturen zodat deze kunnen worden toegevoegd aan de bestaande verzameling. De firma ARTAS doet hiermee een poging om bekende oplossingen, tips maar ook links naar andere informatiebronnen te verzamelen en voor constructeurs toegankelijk te maken.

Voor uitvoerige info:
Artas Engineering Software
Telefoon: 040-2837552
Fax: 040:2837552
E-mail info@artas.nl

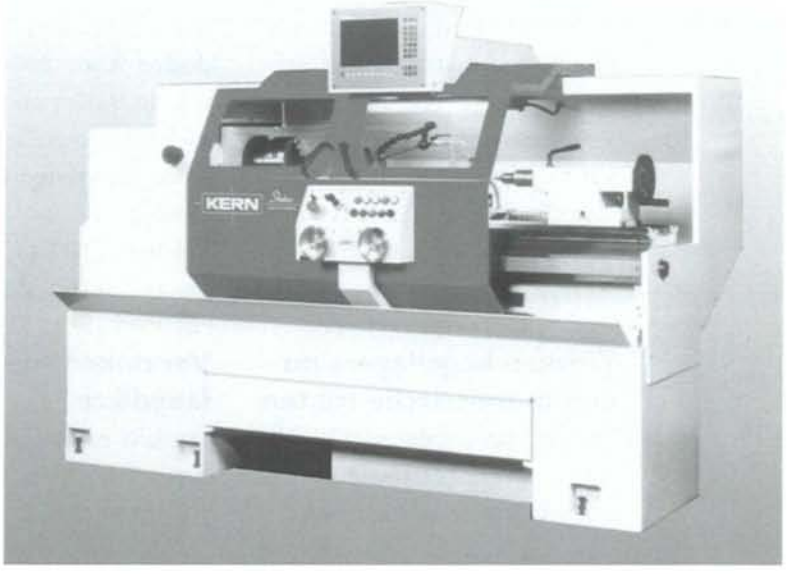
DMT/Kern draaibank

Het gebruik van een draaibank met teach-in besturing is de laatste jaren in veel situaties interessant gebleken. Het compleet nieuwe model "Status" van de Duitse fabrikant DMT/Kern is een "instapmodel', voor draaiwerk met hoge nauwkeurigheidseisen en tevens een forse verspaningscapaciteit.
De machine uitgerust met de Heidenhain Manual Plus besturing en daardoor goed op zijn plaats in de fijnmechanische industrie, gereedschapmakerijen, revisiewerkplaatsen en opleidingscentra. Het vermogen is 10 kW, spiltoerental van 1-3.000 omw/min, draaidiameter boven het bed 400 mm en de afstand tussen de centers is 1.000 mm.

Voor uitvoerige info:
Schreuder & Co.
Telefoon: 078-610 0111
Fax: 078-610 3193.

Topring voor de kleinste luidspreker ter wereld

Miniaturisatie is misschien het meest duidelijk in mobiele telefoons, die steeds kleiner worden. Sinds vorige zomer bevatten de nieuwste telefoons van Nokia en Philips de kleinste dynamische luidspreker ter wereld. Deze luidspreker, met een doorsnede van 13 mm, is door Philips Speaker Systems in Wenen, Oostenrijk, ontwikkeld. Philips Mecoma produceert de



zeer nauwkeurige topring, een zeer essentieel onderdeel van deze luidspreker. De metalen topring ziet er uit als een eenvoudige sluitring, maar is veel gecompliceerder dan men op het eerste gezicht zou denken.

De ring wordt gestampt uit staal en wordt bij Philips Galvanotechniek Eindhoven vernikkeld. De topring stelt hoge eisen aan de concentriciteit <0.02 mm en vlakheid <0.02 mm en moet eveneens braamvrij <5 µm zijn. De oppervlaktelaag van nikkel heeft een dikte van 6-8 µm en wordt aangebracht door middel van een trommelproces. De akoestische eigenschappen van de nieuwe luidspreker zijn beter dan de huidige 23 mm luidsprekers in draagbare telefoons. De ontwikkeling van de 13 mm luidspreker is gestart in mei 1996. Onder grote tijdsdruk heeft Philips Mecoma een proefgereedschap gemaakt waarmee een serie proefproducten is gefabriceerd.
Vervolgens is in 1997 de massaproductie opgestart met een productievolume van 4 miljoen topringen. Het productieproces is inmiddels verder vervolmaakt. Bij de optimalisering van het productieproces werden ook de productieprocessen van de fabriek in Wenen meegenomen. In 1998 werd de productie opgeschaald naar 60-70 miljoen en in 1999 zal deze naar verwachting de 100 miljoen overschrijden.

Voor uitvoerige info:
Philips PMF Internationaal B.V.
Telefoon: 040-2738282
Fax: 040-2736731

Laser markeer systeem

Laser markeren hoeft niet meer duur te zijn. Synrad's 25 W sealed C02 laser, de krachtbron van de Fenix, is ontwikkeld om de zwaarste industriële omgevingen te doorstaan Deze sealed C02 lasers kunnen zeker 20.000 uur onderhoudsvrij werken.

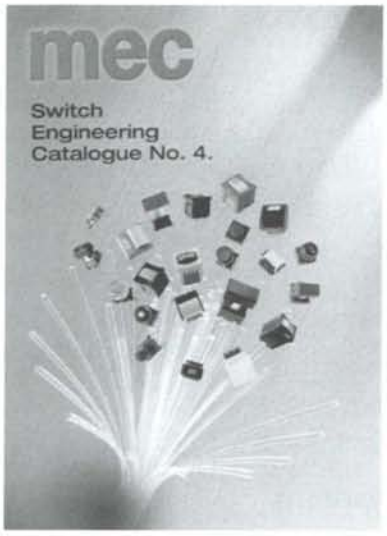
De Fenix lasermarker markeert haarscherp en natuurlijk onuitwisbaar op een breed scala aan materialen zoals plastic, papier, metaal, hout etc.
Teksten of grafische afbeeldingen en barcodes kunnen met een snelheid tot 180 tekens per seconde worden gegraveerd.
Voor de besturing wordt Synrad's eigen Windows softwareprogramma WinMark Lite meegeleverd. Het programma kan eventueel worden uitgebreid met WinMark Pro voor geavanceerde industriële markeertoepassingen.
Met de krachtige 25 W laser is naast graveren snijden, solderen, en andere materiaalverspaning mogelijk door de laserbundel langzaam te verplaatsen.

Voor uitvoerige info:
BFi OPTiLAS
Telefoon: 0172-446060
FAX: 0172-443414

Infrarood camera's voor kwaliteitszorg.

De PalmIR-PRO is een zeer geschikte infrarood camera voor onderhoud en inspectie voor een gunstige prijs.
Thermische afwijkingen kunnen snel worden gedetecteerd als een temperatuurmeting niet meteen noodzakelijk is.
Temperatuurverschillen van 0,1C zijn zichtbaar in realtime op het 2.5 inch kleuren LCD scherm. De videosnelheid is standaard 30 Hz, 60 beelden kunnen worden opgeslagen op een 8 Mb flash card. Met een 6 V DC camcorder-batterij kan de camera meer dan 4 uur worden gebruikt, de objectieflenzen zijn verwisselbaar.
De instellingen kunnen via een R232 verbinding op afstand door een PC worden ingesteld. De camera kan samen gebruikt worden met een spot-pyrometer voor de temperatuurmeting.

Voor uitvoerige info:
Fairlight BV
Telefoon: 010-420 6444
Fax: 010-420 6511



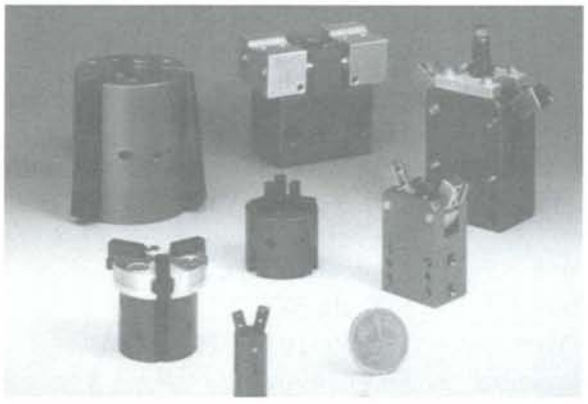
Schakelaars

De nieuwe catalogus van MEC is beschikbaar. Daarin staat het complete programma print-schakelaars, zowel in conventionele als in SMD uitvoering.

Voor uitvoerige info:
Amroh bv
Telefoon: 0294 - 415 350
Fax: 0294 - 412 782.

Miniatuur-grijpers

Voor robots en soortgelijke handling-apparatuur wordt door Weforma een speciaal programma van miniatuur-grijpers op de markt gebracht. Het betreft hier een viertal series pneumatisch werkende hoek- en parallelgrijpers. Alle grijpers zijn zowel binnen- als buiten grijpend, ze openen en sluiten geheel centrisch. Bij de dubbelwerkende rechthoekige hoekgrijper is de openingshoek 30 resp. 90 graden en de verplaatsing per grijpervinger is 1,5 resp. 2 mm. Uitvoering met speciale adapters en aangepaste grijperbekken behoort tot de mogelijkheden.



Voor uitvoerige info:
Pneu/tec B.V.
Telefoon: 023 - 563 6611
Fax: 023 - 563 2465

Weerstation

Revue Thommen introduceert met de HM30 een compleet weerstation. Het meet de barometrische luchtdruk van 225 t/m 1125 mbar absoluut met een nauwkeurigheid van ± 1 mbar, de QNH van -500 t/m 10.000 m met een nauwkeurigheid van ± 10 m , de relatieve vochtigheid van 0 t/m 100% en twee temperaturen -40 t/m +60 °C en -50 t/m +200 °C kunnen tegelijkertijd digitaal en grafisch worden weergegeven. Het weerstation voorziet in een dauwpuntsberekening, kan als zelfstandige eenheid meetgegevens opslaan en heeft een RS232 interface.
De HM30 kan direct op een PC worden aangesloten om zo de meetgegevens real-time te verwerken. Er bestaat ook de mogelijkheid om de HM30 via de PC te programmeren.

Voor uitvoerige info:
J&M Instruments B.V.
Telefoon: 0181 - 408 408
Fax: 0181 - 408 400.

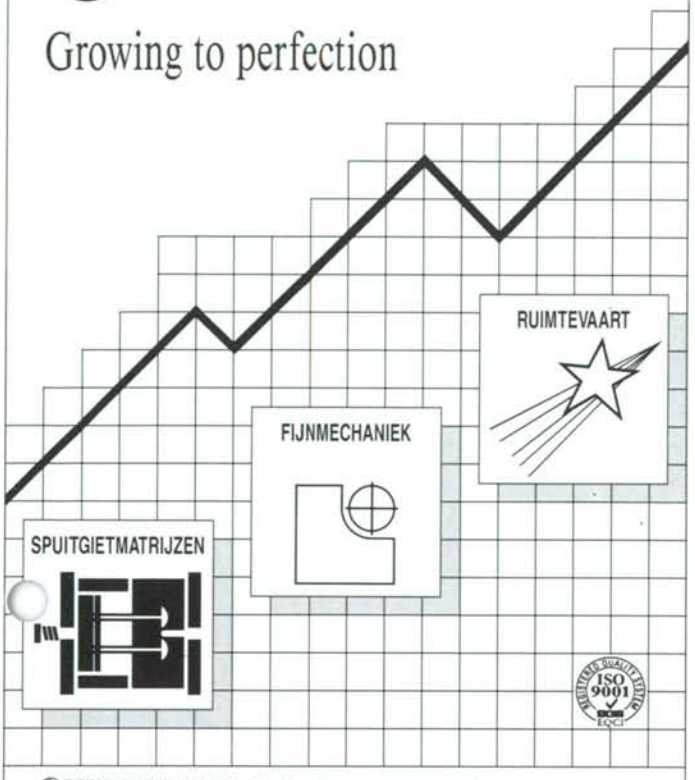
Nieuw verenstaaldraad

De Zweedse staalproducent Sandvik Steel heeft 2 nieuwe soorten roestvast verenstaaldraad op de markt gebracht:
SAF 2205, een duplex roestvaststaal) met een goede corrosiebestendigheid en superieur aan AISI 316. De bedrijfstemperatuur ligt tussen -100 en 300°C. De voornaamste toepassingen zijn in corrosieve milieus, de autoindustrie en veren voor spuitbussen.
13RM19, een antimagnetisch roestvast verenstaal met hoge mechanische sterkte, goede vermoeiingseigenschappen en een uitstekende koud vervormbaarheid.

Voor uitvoerige info:
Sandvik Benelux BV
Divisie Staal
Telefoon: 010 - 208 0208
Fax: 010 - 437 7207.

PEDEO TECHNIEK

Growing to perfection



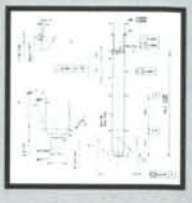
PEDEO TECHNIEK Martijn Van Torhoutstraat 15, B-9700 Oudenaarde
Tel 32 (0) 55 31 35 61 • Fax 32 (0) 55 31 26 85

Mechatronics B.V.
PRECISION PARTS TECHNOLOGY

Fijnmechanische onderdelen in het µm-bereik

Het succes van Uw product valt of staat met de kwaliteit van de onderdelen, dus waarom genoegen nemen met minder dan het beste:

- Fijnmechanisch draaien
- Precisiedraaien
- Finish hard turning (harddraaien)
- Centerloos slijpen
- Ferro en Non-Ferro
- Geconditioneerde productieruimten



Mechatronics BV
Precision Parts Technology
Kerkeplaat 18 3313 LC Dordrecht
Tel.:+31 (0)78-6305432 Fax:+31 (0)78-6169121
E-mail:mechatronics@euronet.nl

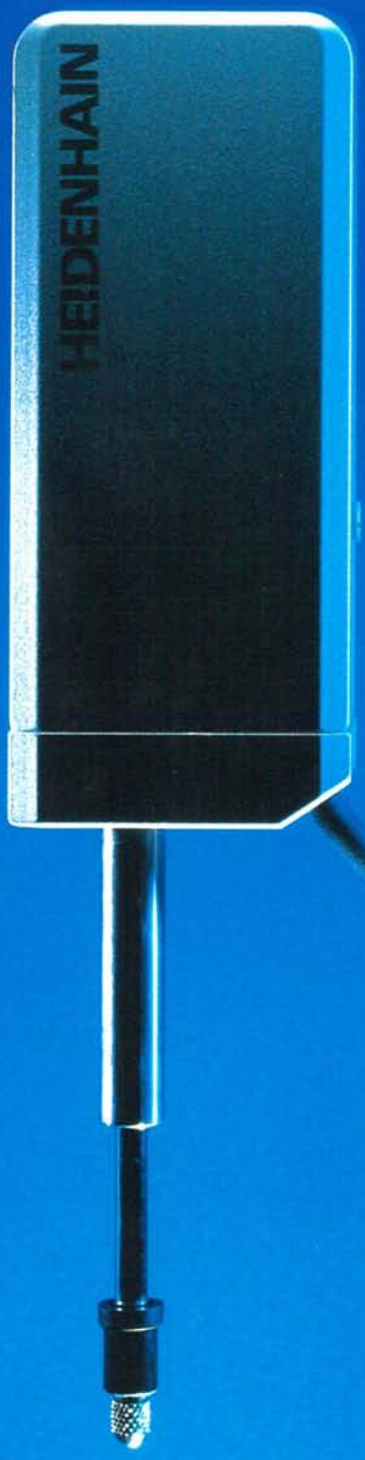
PRECISION PARTS FOR DEMANDING INDUSTRIES

Precisietechnologie is de winstmaker voor andere industrietakken

Mikroniek

Adverteren in Mikroniek brengt u bij de bedenkers

Voor informatie: Buro Jet / de heer N. Lavine / tel: 070 - 399 0000



Voor elke uitdaging het juiste. Passend bij metingen met hoge nauwkeurigheidseisen biedt HEIDENHAIN incrementele meettasters aan voor de laboratorium – en productiemeettechniek: bijvoorbeeld de CERTO-meettaster voor nauwkeurigheden van ± 0,1 µm en beter, voor ultra-nauwkeurige lengtemetingen in de meetkamer en in het laboratorium. Of anders de METRO-meettaster met een nauwkeurigheid van ± 0,2 µm, zoals die wordt toegepast in de productie voor het controleren van de toleranties op geproduceerde onderdelen.

HEIDENHAIN Info-Nr.: (03 18) 54 03 00

Precies!

HEIDENHAIN

Wereldwijd maatgevend.

HEIDENHAIN NEDERLAND B.V.
Postbus 107 · NL-3900 AC Veenendaal
(0318) 54 03 00 · FAX (03 18) 51 72 87
http://www.heidenhain.de