

# Mikroniek

VAKBLAD OVER PRECISIETECHNOLOGIE

JAARGANG 49 - NUMMER 6

**iPill, de 'intelligente pil' van Philips Research • PiB-dag bij OTB Solar  
HU-lectoraat: ontwerp, industrialisatie en toepassing van microsystemen  
IOP Precisietechnologie • Jet-Net op zoek naar technologische bedrijven  
Leidse Instrumentmakerschool: Concreet en competent**

**MIKRONIEK IS EEN UITGAVE VAN DE DSPE  
[WWW.PRECISIEPORTAAL.NL](http://WWW.PRECISIEPORTAAL.NL)**



# ALT

## Tailored down to the nanometre

Having the right tie with the right suit means everything fits like a glove and conveys the image you want. As if it had been made for you. Wouldn't it be nice to have that in your work, too? Unfortunately, in your search for a product that fits, all you find is ready-to-wear.

ALT is different. ALT delivers customised piezo solutions for micron and sub-micron positioning projects. Together with our manufacturer, we sit down with you to gain detailed insight into precisely what it is you are looking for. Then, working according to a set series of steps, we generate a design that answers your specific project needs. The result is a uniquely tailored product that we can subsequently put into batch and volume production.



**ALT  
PUTS  
YOU IN  
POSITION**

[www.alt.nl](http://www.alt.nl)

# 6

Mikroniek - 2009

## In dit nummer

### Colofon

#### Doelstelling

Vakblad voor precisietechnologie en fijnmechanische techniek en orgaan van de DSPE. Mikroniek geeft actuele informatie over technische ontwikkelingen op het gebied van mechanica, optica en elektronica. Het blad wordt gelezen door functionarissen die verantwoordelijk zijn voor ontwikkeling en fabricage van geavanceerde fijnmechanische apparatuur voor professioneel gebruik, maar ook van consumentenproducten.



#### Uitgever

Dutch Society for Precision Engineering (DSPE)  
Postbus 359  
5600 AJ Eindhoven  
Telefoon 040 - 296 99 11  
Telefax 040 - 296 99 26  
E-mail info@dspe.nl

#### Abonnementskosten

Nederland € 70,00 (ex BTW) per jaar  
Buitenland € 80,00 (ex BTW) per jaar

#### Redactie

Hans van Eerden  
E-mail hans.vaneerden@dspe.nl

#### Advertentie-acquisitie

Sales & Services  
Telefoon 0229 - 211 211  
E-mail sns@wxs.nl

#### Vormgeving en realisatie

Twin Media bv  
Postbus 317  
4100 AH Culemborg  
Telefoon 0345 - 470 500  
Telefax 0345 - 470 570  
E-mail info@twinmediabv.nl

Mikroniek verschijnt zes maal per jaar.  
© Niets van deze uitgave mag overgenomen of vermenigvuldigd worden zonder nadrukkelijke toestemming van de redactie.

ISSN 0026-3699

De coverfoto, voorstellende inserts voor technische lenzen, is beschikbaar gesteld door CZL Tilburg, exposant tijdens de Precisiebeurs op 2 en 3 december 2009.

4

#### Editorial

Clément Goossens (TU Eindhoven) over open innovatie en de samenwerking tussen universiteiten en bedrijfsleven.

5

#### De 'intelligente pil' van Philips Research

De i Pill is een zelfdenkende pil die op zijn weg door het spijsverteringskanaal een medicijn exact op die plaats doseert waar werking gewenst is. De pil is met een lengte van 26 mm en een diameter van 11 mm een technisch hoogstandje van klein formaat.

9

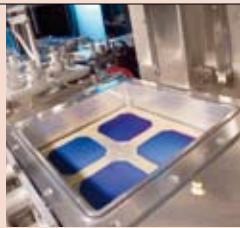
#### Ontwerp, industrialisatie en toepassing

Het Lectoraat Microsysteemtechnologie/Embedded Systems van de Hogeschool Utrecht houdt zich bezig met productverbetering (ontwerp), industrialisatie (modulaire productieprocessen) en toepassing van microsystemen (onder meer voor Condition Based Maintenance).

14

#### Zonnecellen efficiënt produceren

Dat OTB Solar ("Only The Best") zijn uiterste best doet om zonnecellen zo efficiënt mogelijk te laten produceren en daarvoor hoogwaardige apparatuur levert, blijkt tijdens de Precisie-in-Bedrijf-dag half september in Eindhoven.



18

#### IOP Precisiestechnologie afgesloten

Op 8 december vond het eindsymposium van het IOP Precisiestechnologie plaats. In dit nummer van Mikroniek alvast een korte terugblik aan de hand van enkele projecten.

20

#### LiS: Concreet en competent

Nieuw elan bij de Leidse Instrumentmakersschool, nu naast het afnemend veld ook de onderwijsinspectie weer tevreden is. De school werkt aan het invoeren van competentiegericht onderwijs, zonder de concrete vaardigheden uit het oog te verliezen.

24

#### Jet-Net is op zoek naar technologische bedrijven

Via Jet-Net, het Jongeren en Technologie Netwerk Nederland, steken bedrijven zelf de handen uit de mouwen om havo/vwo-leerlingen te enthousiasmeren voor een studie en loopbaan in de bèta en technologie.

27

#### Mikrocentrum

Fotonica Evenement 2010.

28

#### Nieuws

Met onder meer:  
Wohlens Report 2009.

# Open innovatie versterkt brugfunctie

Een jaar geleden schreef ik op deze plek over het belang van open innovatie voor de industrie en de mogelijkheden die een programma als Point-One hierin bood. Niet lang daarna veranderde ik van baan; na 12,5 jaar bij Philips/NXP en Point-One ging ik naar de TU Eindhoven. Het zal u niet verbazen dat ik het eerder geschetste perspectief van samenwerking nu eens van universitaire zijde wil belichten, en wel in de vorm van een stelling.

Open innovatie is geen nieuw concept. Maar toch, de term viel de afgelopen jaren zo vaak dat er blijkbaar iets nieuws aan is. Het nieuwe is dat 'open innovatie' als werkwijze nu tot een systeemaanpassing leidt. Een aanpassing in de wijze waarop wij ons innovatiesysteem hebben ingericht. En systeemaanpassingen zijn bijzonder voelbaar.

Een aantal aanpassingen gaat bijna als vanzelf. In het traditionele speelveld van samenwerking tussen universiteiten en industrie zijn inmiddels nieuwe spelers 'opgedoken', zoals het Holst Centre en het Center for Translational Molecular Medicine (CTMM). Tegelijk doen industriële labs hier en daar een stapje terug. Innovatieprogramma's als Point-One zorgen daarbij weer voor de nodige mechanismes om de klokwerken soepel te laten lopen.

Maar zeker zo interessant zijn de systeemaanpassingen die om concrete keuzes vragen. De positionering van universiteiten in het innovatiesysteem mag onder dit kopje worden geschaard. De keuzes hier zijn bovendien fundamenteel, omdat ze raken aan sinds eeuwen in de maatschappij verankerde instituties.

Leidt open innovatie ertoe dat universiteiten de brugfunctie tussen wetenschap en industriële toepassing zullen intensiveren? Mijn stelling is dat dit geen vraag (meer) is. Universiteiten vervullen een maatschappelijke rol, en in de brug naar toepassing wordt de uiteindelijke maatschappelijke waarde gecreëerd. Ideeën moeten meer dan ooit stromen tussen kennisinstellingen en industrieën. Cruciaal hierin is het besef dat wetenschappelijke kwaliteit een pijler is (en zal blijven) waar die brug op steunt. Dus om mijn stelling volledig te maken: universiteiten gaan de brugfunctie intensiveren, en wetenschappelijke kwaliteit staat daarbij centraal.

DSPE voert van oudsher de wisselwerking tussen universiteiten en bedrijfsleven hoog in het vaandel en ondersteunt kwaliteit. De rol van DSPE is daarmee van niet te onderschatten belang. Maar dat wist u allang.

Clément Goossens  
Business Development TU/e



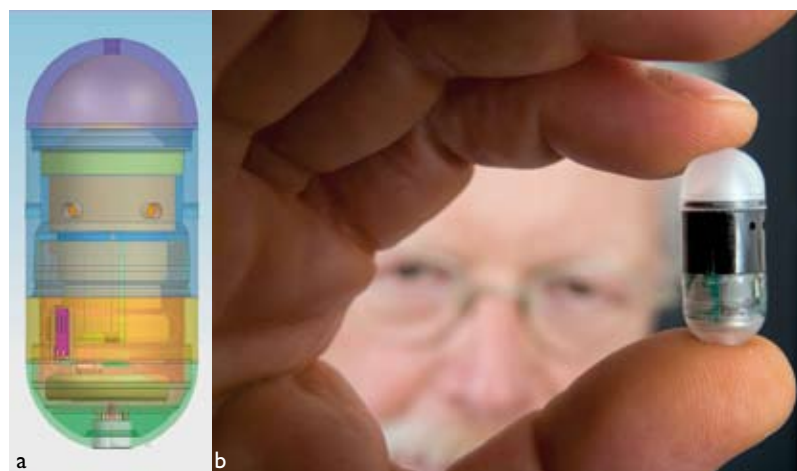
# Doseer medicijn waar het moet zijn

*Meestal komt een medicijn via de mond het lichaam in. Maar dat medicijn weet niet waar het zijn heilzame werking precies moet uitoefenen. Dus heeft conventionele medicijntherapie te kampen met ongewenste effecten, bijvoorbeeld bijwerkingen door overdosering en – in het ergste geval – geen werking. De 'intelligent Pill' – iPill – van Philips, daarentegen, is een zelfdenkende pil die op zijn weg door het spijsverteringskanaal een medicijn exact op die plaats doseert waar werking gewenst is. Die pil – met een lengte van 26 mm en een diameter van 11 mm – heeft niet alleen dat medicijn en batterijen aan boord, maar ook allerlei meet-, communicatie- en doseerinstrumentarium. En natuurlijk een microprocessor die de intelligentie van de pil voor zijn rekening neemt.*

• Frans Zuurveen •

**A**l enige jaren beschikt de geneeskunde over de camerapil. Deze heeft dezelfde – internationaal gestandaardiseerde – afmetingen als de iPill. De camerapil levert drie beelden per seconde en stuurt die via een transmitter, een zender, naar een draagbare geheugenunit.

De intelligente pil van Philips, zie Afbeelding 1, heeft niet alleen een zender aan boord, maar zelfs een complete transceiver. Dat is een combinatie van een zender en ontvanger die in twee richtingen communiceert met een draagbare unit. In feite bestaat het complete iPill-systeem uit de eigenlijke disposable – dus eenmalig te gebruiken – pil, een leerstation waarin de pil kan worden geprogrammeerd, de unit die de patiënt op zijn lichaam draagt en de software die het gedrag van de pil bestuurt.



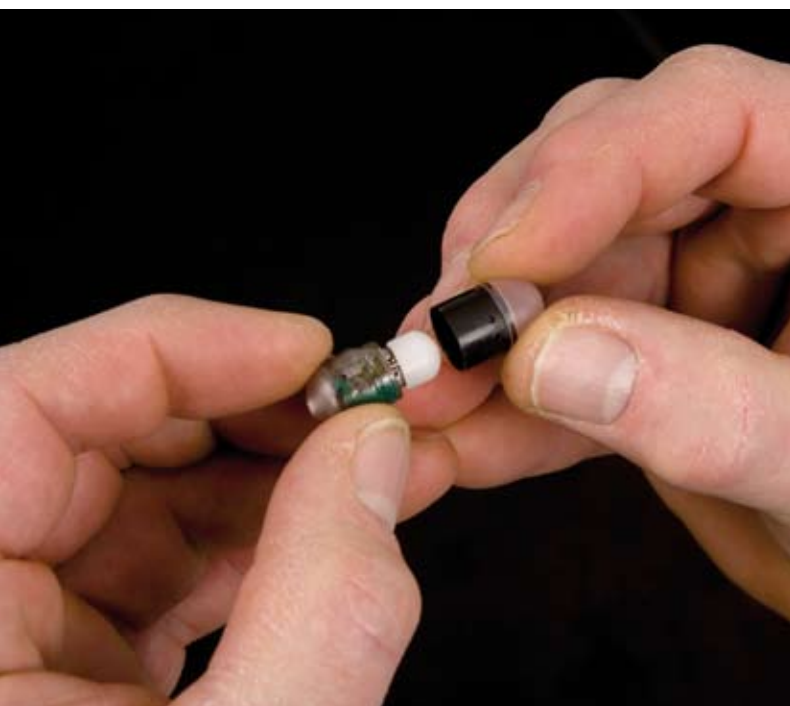
Afbeelding 1. De intelligente pil van 26 bij 11 mm van Philips Research.

- (a) Het ontwerp.  
(b) Een prototype.

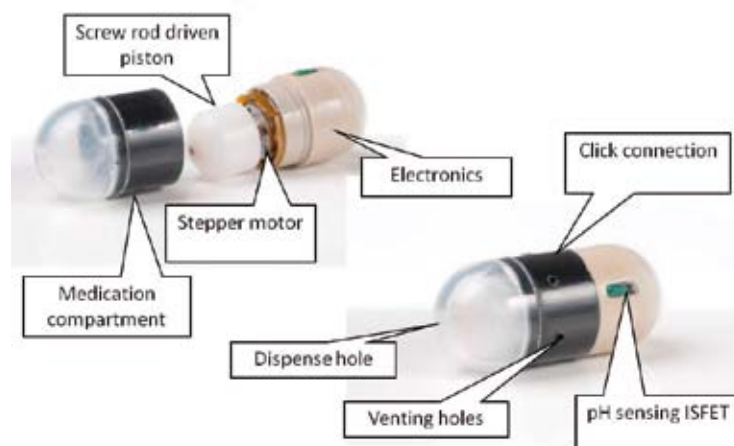
### Betrouwbaarheid voor alles

Het zou voor de hand liggen om moderne miniaturiserings-technologie als MEMS en/of MST te gebruiken voor een pil waarvan de afmetingen zo klein mogelijk moeten zijn. Maar het bezwaar daarvan is dat het aantonen van de betrouwbare werking veel tijdrovender is dan die van een product met conventionele technologie.

Daarom is in het iPill-project van Philips Research gekozen voor 'robuuste' technologie door enkele kant-en-klare componenten 'uit de handel' te betrekken. Dat zijn in de eerste plaats de twee batterijen, die ook worden toegepast in uiterst kleine gehoorapparaten. Verder bevat de iPill een miniatuur-stappenmotor die in aantallen van miljoenen per week voor de focusseermechanismen in CD- en DVD-spelers wordt gemaakt. Iets dergelijks geldt ook voor de transceiver, die identiek is aan de elektronica in een moderne autosleutel met afstandsbediening. Wel zijn er voor diverse elektronische functies speciale geïntegreerde schakelingen ontwikkeld, zogeheten ASICs: Application Specific Integrated Circuits.



Afbeelding 2. De iPill bestaat uit twee delen, die op elkaar kunnen klikken. Rechts het gedeelte dat het medicijn bevat.



Afbeelding 3. De diverse onderdelen van de intelligente pil.

De intelligente pil is ontworpen in de vorm van twee afzonderlijke delen, zie Afbeelding 2, die simpel op elkaar kunnen worden geklikt. Het ene deel bevat de 'payload' van 0,3 ml medicijn. Het is de bedoeling dat dit deel in de toekomst zal worden geleverd door de farmaceutische industrie. Het andere deel bestaat uit de doseerpomp met de bijbehorende besturings- en communicatiecomponenten. Inmiddels zijn er enkele series van ieder duizend iPill-prototypes, zie Afbeelding 3, gemaakt door het Greenhouse van Philips Applied Technologies, een voorserie-fabricagecentrum voor nieuwe producten in Eindhoven.

### De pomp

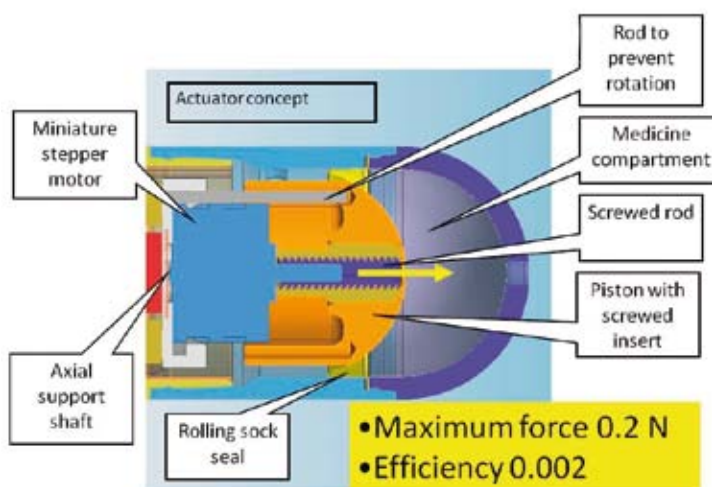
Voor precisietechnologen is de uiterst kleine vloeistofpomp van de iPill heel interessant, zie Afbeelding 4. De pomp bestaat uit een zuiger die wordt aangedreven door een holle schroefspil, die dus het motorkoppel omzet in een kracht. De spil is met een perspassing op de motoras gemonteerd. De afmetingen van M 1,3 x 0,35 van de miniatuurschroefdraad op de spil en in de zuiger maken dit tot precisietechnologie uit de horlogewereld. Te meer daar de passing enerzijds zo ruim moet zijn dat het benodigde koppel door de motor kan worden opgebracht, maar anderzijds niet zo ruim dat de werking onbetrouwbaar wordt. Smering is geen goede keus, want zelfs de viskeuze wrijving bleek voor de CD-motor teveel. Uiteraard heeft de combinatie van miniatuur-stappenmotor en schroefspilaandrijving een laag totaalrendement, circa 0,2%, bij een pompkracht van ongeveer 0,2 N.

Het medicijn is opgesloten in een soort zak, die tijdens het doseren door de pomp tevens als afdichting fungeert. Deze vorm van afdichting wordt 'rolsok' genoemd en is in het verleden ook toegepast in de koudgaskoelmachines van Philips. Het voordeel van de afdichting is dat deze nagenoeg wrijvingsloos is en daardoor ook nauwelijks slijt. Een afdichting met O-ringen of dergelijke zou beslist een te hoog aandrijfkoppel vergen.

Als het medicijndeel van de iPill op het andere deel wordt geklikt, verandert de zuiger de vorm van de medicijnzak van bol in hol. Als daarna, ergens tijdens het traject door het spijsverteringskanaal, de pomp gaat werken, perst de zuiger het medicijn door een kleine opening naar buiten.

### De sensoren

De belangrijkste sensor van de iPill is de pH-sensor. Daarnaast heeft de pil een temperatuursensor aan boord. Beide sensoren spelen een rol bij de plaatsbepaling van de pil in het lichaam, waarover later meer. De pH-sensor bestaat uit een ISFET (Ion-Sensitive Field-Effect Transistor) en een referentie-elektrode. De geleidbaarheid tussen source en drain wordt bepaald door de eigenschappen van het laagje op de gate van de ISFET, waarbij het in dit geval gaat om de pH van de omringende vloeistof. De referentie-elektrode bestaat uit een zilverstaafje bedekt met zilverchloride, dat is 'gedompeld' in een druppel water met kaliumchloride in een concentratie van 3,5 mol/l. De temperatuursensor is



Afbeelding 4. De aandrijving van de pomp met schroefspil, zuiger en rolsok. Rechts het reservoir voor het medicijn.

een gebruikelijke PTR, een weerstand met een hoge temperatuurcoëfficiënt, die is geïntegreerd in een ASIC.

Het geheel van sensoren, elektronica die de gepulste gelijkstroom voor de motor levert en de sensorsignalen verwerkt, microprocessor, transceiver, enzovoort, is aangebracht op een zogeheten flexprint, oftewel gedrukte bedrading op een flexibele drager, zie Afbeelding 5. Alleen op deze manier is het mogelijk de elektronica onder te brengen in de uiterst kleine ruimte die overblijft als in de pil het medicijn, de batterijen en de pomp met aandrijving een plaats hebben gekregen.



Afbeelding 5. De complete elektronica inclusief microprocessor en transceiver op flexprint. Rechts en linksonder de antennes.

### De plaatsbepaling

Essentieel voor de werking van de iPill is de plaatsbepaling. Daarin speelt de pH-sensor de hoofdrol, aangezien de zuurgraad die de pil op zijn weg door het spijsverteringskanaal meet, nogal varieert. Na het inslikken komt de pil terecht in de maag, waar de pH 1 à 2 bedraagt. De verblijfsduur van de pil in de maag is zeer variabel en hangt af van de voedselinname.

De pil verlaat de maag via de pylorus, de portierspier tussen maag en twaalfvingerige darm. De zuurgraad neemt dan sprongsgewijs af omdat het milieu in de dunne darm (twaalfvingerige plus nuchtere plus kronkeldarm) ongeveer neutraal is,  $pH \approx 7$ . Een gelukkig gegeven is dat de verblijfstijd van de pil in de dunne darm redelijk constant is, 4 à 5 uur, en dat geldt ook voor de driftsnelheid van ongeveer 1 m/uur door de darmperistaltiek.

Na de dunne darm komt de pil in de dikke darm, waar het milieu weer enigszins zuur is, met  $pH 5$  à  $6$ . Om de verschillende zure omgevingen van elkaar te scheiden en ook omdat de bacteriën in de dikke darm niet in de dunne darm

mogen terechtkomen, bevindt zich tussen dikke en dunne darm een soort terugslagklep, de ileocaecale klep. De verblijftijd in de dikke darm is sterk variabel, 1 à 5 dagen. Ook de temperatuur speelt een – weliswaar geringere – rol in de plaatsbepaling, omdat ook de temperatuur in het spijsverteringskanaal varieert. In de maag, bijvoorbeeld, wisselt de temperatuur heel sterk als gevolg van voedselinname, wat ook weer een plaatskenmerk is.

### Precies doseren

In de hedendaagse interne geneeskunde is het heel problematisch om een medicijn precies op een bepaalde plaats in de dunne darm te doseren, zodat er te vaak een overdosis moet worden gegeven. Dat geldt ook voor het begin van de dikke darm, dat het medicijn niet of heel moeilijk kan bereiken omdat het dan rectaal wordt toegediend.

De iPill biedt voor deze problemen een oplossing, want dankzij de zuurgraadverandering bij de pylorus constateert de pil het passeren van die kringspier exact. De min of meer constante waarde van de pilsnelheid in de twaalfvingerige plus dunne darm maakt het mogelijk de plaats van de pil daarin redelijk nauwkeurig vast te stellen door de tijd vanaf het passeren van de pylorus af te tellen. Voor precisietechnologen die gewend zijn te denken in micro- en zelfs nanometers, is die nauwkeurigheid niet indrukwekkend, voor medici echter beslist wel.

Voor het doseren aan het begin van de dikke darm geldt een gelijksoortig verhaal. Het passeren van de ileocaecale klep wordt gekenmerkt door een toename van de zuurgraad. Ook dat kan een signaal voor de pil betekenen om de zuiger voor de medicijndosering in beweging te brengen. Overigens, in de programmeerunit kan de iPill ook worden aangeleerd zijn payload op meerdere plaatsen af te geven.

### Stand van zaken

Technisch gezien is de intelligente Philips pil in principe productierijp, maar het verkrijgen van diverse goedkeuringen is bepaald geen sinecure. Momenteel wordt er gewerkt aan de benodigde CE-keuren. Voor de combinatie van de iPill met nieuwe medicijnen die voor deze nieuwe toepassing in ontwikkeling zijn, ligt de situatie gecompliceerder.

De gangbare gastro-enterologische medicijnen zijn alle voorzien van een of andere beschermlaag – veelal tegen maagzuur – die het zo goed mogelijk doseren op de gewenste plaats mogelijk maakt. In die nieuwe medicijnen ontbreekt die beschermlaag, want ze moeten onmiddellijk hun heilzame werk doen.

Bovendien is er een nieuwe generatie – uiterst kostbare – medicijnen in ontwikkeling, zogeheten biologische medicijnen ('biologics'), bijvoorbeeld voor het genezen van de ziekte van Crohn, een soort darmontsteking. Biologische medicijnen worden op levende cellen in laboratoria gekweekt en komen bij uitstek in aanmerking om met de iPill te worden gedoseerd.

Het belangrijkste medische goedkeuringstraject is dat van de Amerikaanse Food and Drug Administration, de FDA. Het volledige traject kan wel zo'n vijftien jaar in beslag nemen. Daarom richt het iPill-project zich voorlopig op de toepassing van de intelligente pil als onderzoeksmiddel voor de farmaceutische industrie en in de voedingsmiddelenindustrie.

Er is dus nog een lange weg te gaan voordat de iPill een standaardgereedschap van de gastro-enteroloog is. Een weg die – heel terecht – ter meerdere zekerheid van de patiënt moet worden afgelegd. Maar als het eindpunt is bereikt en daarnaast de specialist heeft geleerd met het nieuwe hulpmiddel om te gaan, betekent dat een mijlpaal in de therapie van maagdarmklachten. En een mijlpaal in het toepassen van precisietechnologische technieken uit de hoorapparaten-, horloge- en IC-wereld in de geneeskunde.

### Auteursnoot

Frans Zuurveen is freelance tekstschrijver te Vlissingen.

#### Informatie

[www.research.philips.com](http://www.research.philips.com)



# Ontwerp, industrialisatie en toepassing

**Het Lectoraat Microsysteemtechnologie/Embedded Systems (kortweg MST/ES) van de Hogeschool Utrecht houdt zich onder leiding van lector Erik Puik bezig met productverbetering (ontwerp), industrialisatie en toepassing van microsystemen. Dergelijke systemen, zoals autonome (draadloze) sensorsystemen voor het bemeten van de leefomgeving, zijn bezig aan een sterke opmars. Een bottleneck ligt echter bij het opstarten en opvoeren van de productie van deze kleine, hoognauwkeurige systemen. Onderzoek binnen het lectoraat richt zich op het wegnemen van de belemmeringen voor opschaling en op toepassingen zoals Condition Based Maintenance van grote installaties en constructies.**

Erik Puik



Per 1 juni 2006 werd Erik Puik (tevens werkzaam bij TNO) voor halve dagen lector MST/ES aan de Hogeschool Utrecht in het Kenniscentrum Natuur & Techniek. Hij volgde collega-TNO'er Jan-Eite Bullema op, die in 2003 als de eerste MST-lector in Utrecht was benoemd. Puik studeerde aan de

(Foto: HU)

HTS Eindhoven (nu Fontys Hogeschool) Werktuigbouwkunde en daarna Elektrotechniek, in beide gevallen met als specialisatie meet- en regeltechniek. "Toen kon je nog geen mechatronica studeren", verklaart hij deze studiekeuze.

Na zijn militaire dienst trad Puik in dienst bij Océ Technologies in Venlo, waar hij in totaal elf jaar toegepast onderzoek zou doen. Het begon met een zogeheten fuser voor een breedformaatkopieerapparaat; deze kritische module moet de toner vastsmelten op papier. "Zo veel problemen, daardoor werd ik meteen een door de wol geverfde mechatronicus." Vervolgens participeerde hij in de kostprijsgedreven ontwikkeling van een scanner. "Een multidisciplinair project: optica, beeldherkenning, papierdoorvoer. We hadden bij Océ nog nooit een scanner gemaakt, maar alle kennis was aanwezig, behalve voor het ontwerpen op kostprijs." Tot slot werkte Puik liefst acht jaar mee

aan een revolutionaire inkjetprinter, de vorig jaar geïntroduceerde ColorWave. Hij was verantwoordelijk voor een nieuw ontwerp van de printkoppen en voor de industrialisatie van hun productie.

Het werk aan de printkoppen voor de ColorWave wekte Puik's belangstelling voor micro-assemblage, die hij vervolgens kon uitvoeren bij TNO, waar hij projectleider werd voor de assemblage van microsystemen. "Het doel was een echt herconfigureerbaar assemblageconcept te ontwikkelen voor de assemblage van chips, onderdelen van beamers, sensors/actuators voor auto's en onderdelen voor mobieltjes." Het project mondde uit in de oprichting van spin-off MA3 Solutions, waar Puik de CTO werd ("we waren in het begin met twee man"). Nadat de eerste modulaire micro-assemblagemachines waren uitgeleverd, en het

bedrijf tot zes medewerkers was gegroeid, keerde Puik terug naar TNO om het concept breder uit te werken. Hij kwam in contact met draadloze sensornetwerken en was anderhalf jaar werkzaam bij het Holst Centre in Eindhoven (de joint venture van TNO en het Belgische Imec); daar werkte hij aan uitbreiding van het Human++ project, waarin sensornetwerktechnologie voor de monitoring van lichaamsfuncties wordt ontwikkeld. Nu is hij bij TNO programmamanager voor de toepassing van microsystemen voor het bewaken van industriële en maatschappelijke 'assets', zoals productieplanta's, vervoermiddelen, bruggen en viaducten. Via gastcolleges bij de Hogeschool Utrecht kwam Erik Puik in beeld voor de functie van lector MST/ES, die hij nu al ruim 3,5 jaar (in deeltijd, inmiddels uitgebreid tot 0,7 fte) vervult.

Het lectoraat MST/ES valt onder het Kenniscentrum Natuur en Techniek, dat een brug wil slaan tussen vragen uit de beroepspraktijk en de onderzoeks- en onderwijsactiviteiten van de HU. Het lectoraat verricht onderzoek, heeft taken op onderwijsgebied (professionalisering van docenten, vernieuwing van het programma, verzorgen van colleges), onderhoudt contacten met het beroepenveld en de industrie en ondersteunt het MKB middels een applicatiecentrum, dat beschikt over een cleanroom, voor kleinschalige productie, testen en onderzoeksprojecten op het gebied van MST.

Met name op onderzoeksgebied onderhoudt het lectoraat contacten met een groot aantal kennisinstellingen in binnen- en buitenland. Daaronder Federatie Het Instrument, MinacNed, TU Delft, Universiteit Twente, Holst Centre, Kennisplatform Oppervlaktetechnologie, Opdrachtgeveroverleg Staalconserven, World Class Maintenance consortium, TNO Industrie en Techniek, Forschungs Zentrum Karlsruhe, Fraunhofer Instituut en University of Nottingham.

In 2003 werd het lectoraat opgericht met een focus op de (industrialisatie)problematiek van MST. De oorsprong van de problemen ligt vaak in het productontwikkelingsproces, waar eerder onvoldoende rekening werd gehouden met de lastige productietechnologieën. Door hier te snel en ondoordacht overheen te stappen ontstaat productie-uitval, een te lage productieopbrengst (als gevolg hiervan oplopende productiekosten), maar vooral ook projectvertraging op een moment dat investeringen al hebben plaatsgevonden.

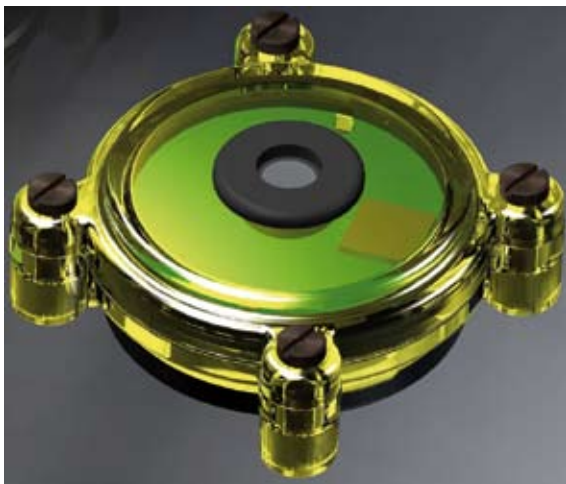
## Onderzoekslijnen

Uitgaande van bovenstaande probleemstelling volgt het Lectoraat MST/ES drie onderzoekslijnen:

- Optimalisatie van productontwerp en de ontwerpprocedures om lastige productiemethodieken vroegtijdig te onderkennen en voorkomen. Hiervoor wordt de benadering van het zogeheten Submissive Product Design gevolgd.
- Modularisering van productieprocessen, waardoor bestaande processen op modulaire wijze kunnen worden gecombineerd en weer hergebruikt voor opeenvolgende productfamilies. Daardoor dalen de engineeringinspanning en de kosten van industrialisatie. De kwaliteit verbetert door vermindering van aanloopproblemen. Onder de noemer 'HUniversal Production' is deze productiefilosofie van de toekomst neergezet.
- Toepassing van draadloze sensornetwerken ten behoeve Condition Based Maintenance.

## Submissive Product Design

Onder de paraplu naam Submissive Product Design – de ontwerper moet zich 'onderwerpen' aan de mogelijkheden van de beschikbare productietechnologie – worden binnen het lectoraat projecten uitgevoerd waarin tijdens het productontwikkelingsproces bindend rekening wordt gehouden met de beoogde productiemethode. Alleen die oplossingen waarvoor een betrouwbaar productieproces bestaat, mogen in de productontwikkeling worden toegepast. Want anders kunnen de kosten als gevolg van uitval oplopen tot wel 50-80% van de totale assemblagekosten. Er vindt daarom een soort reverse engineering plaats, waarbij vanuit pro-



Afbeelding 1. Een sensornode voor het langdurig bemeten van objecten die in het kader van Submissive Product Design is ontwikkeld.

ductie wordt teruggedeneerd naar product. Deze benadering gaat verder dan het bekende design-for-assembly.

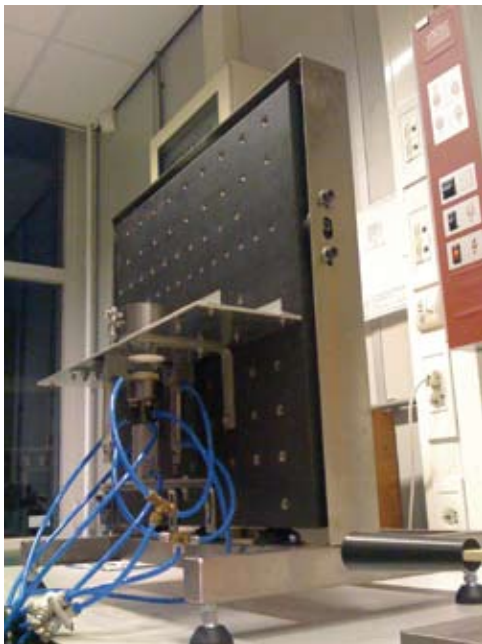
Toepassing van Submissive Product Design kan de drempel bij het naar de markt brengen van MST-producten verlagen (goedkoper, sneller, minder risico). Hierbij wordt ook de kostprijonzekerheid, die bij de industrialisatie van nieuwe technologie optreedt, verkleind en de planbaarheid verhoogd. Het lectoraat streeft ernaar om, op zowel regionaal als landelijk niveau, een erkend expertisecentrum te zijn op het gebied van het verhogen van de efficiency bij

de valorisatie van de microtechnologie waarmee deze systemen worden gerealiseerd.

Voorbeelden van producten die zijn ontworpen in lopende of al afgeronde projecten, zijn een miniatuur hartslagmeter met geïntegreerde versnellingsopnemer, een compacte sensor voor het meten van waterstofgas in de nabijheid van tankstations, en een miniatuur draadloze sensor voor temperatuur en versnelling; zie Afbeelding 1. Met al deze producten worden daadwerkelijk metingen uitgevoerd aan mens en omgeving. Het uiteindelijke streven is bedrijven met minder risico te kunnen laten beschikken over de mogelijkheden van microsysteemtechnologie.

### Industrialisatie van microsystemen

Onder de noemer 'HUniversal Production' heeft het lectoraat een productiefilosofie voor de toekomst ontwikkeld, gebaseerd op de modularisering van productieprocessen. Uitgangspunt was het verbeteren van zowel de flexibiliteit als de reactietijd bij productie vragen in het MST-domein. Een eerste presentatie van de filosofie annex innovatiestra-



a



b

Afbeelding 2. Zogeheten HUniplacers, ontwikkeld vanuit de 'HUniversal Production' filosofie als de meest laagdrempelige toegang tot geautomatiseerde en productspecifieke assemblage in het middenvolume-segment (circa  $10^4$  tot  $10^6$  producten/jaar).

(a) Ingezet in de vroege productontwikkeling.  
(b) Vervolmaakt voor opgeschaalde productie.



tegie vond plaats op de Precisiebeurs van eind 2007. Door het fabricageproces uit te voeren met vele kleine multi-inzetbare fabrieksmachines kan een productielijn geleidelijk worden omgebouwd, tegen relatief lage kosten. Dit sluit aan op twee trends: herconfigureerbare productiemachines en de zogeheten ‘kofferfabriek’. Herconfigureerbare productiemachines gelden als de ‘heilige graal’ van de machinebouw en zijn vooral bedoeld voor de middelgrote series die in de MST gemeengoed zijn. Door hun flexibiliteit hoeven investeringen in apparatuur niet over één productserie te worden afgeschreven, maar kan dit over een productfamilie met tientallen productvarianten gebeuren. De term ‘kofferfabriek’ duidt aan dat preciezere apparatuur steeds kleiner moet worden. Idealiter zou je een fabriek in een koffer moeten kunnen meenemen. MST kan deze verkleining mogelijk maken; oftewel, de kofferfabriek komt er (wellicht) voor en door MST.

Bedrijven bleken de toegevoegde waarde van deze benadering te onderkennen en er mee aan de slag te willen. Dit heeft geleid tot een project met Adimec (ontwikkelaar en producent van industriële camerasystemen) voor de invoering van HUniversal Production in zowel de ontwikkel- als de productieafdelingen. Inmiddels lopen er promotieonderzoeken in samenwerking met de universiteiten van Utrecht en Wageningen en vindt er, in een gemeenschappelijk kenniscentrum, samenwerking plaats met de HU-lectoren Product Design and Engineering en Multi Modal

User Interfaces. Dit betreft de veranderende productieomgeving bij het doorgroeien van lage naar hogere productie-volumes. Hierbij wordt de stap gemaakt van manuele naar ‘assistive’ assemblage: de operator wordt ondersteund door productie-equipment. De veranderende rol van de operator is hier het onderwerp van onderzoek.

### Maintenance

In 2008 heeft het lectoraat de strategische keuze gemaakt om onderzoek te richten op sensoren/microsystemen voor onderhoudsapplicaties. De arbeidsintensieve onderhoudsindustrie kampt met een structureel tekort aan werknemers. Productiviteitsverbetering is de enige uitweg, onder meer door de onderhoudsplanning te baseren op geautomatiseerde statusmetingen aan objecten en installaties, oftewel Condition Based Maintenance. Bij CBM worden sensormicrosystemen ingezet om inspectiewerkzaamheden te automatiseren. Dit thema sluit aan bij de engineering-opleidingen aan de HU, waarin doorlopend meerdere honderden studenten worden opgeleid in onderhoudsprocedures en -management. Er is hiertoe aansluiting gevonden bij het landelijke project World Class Maintenance.

Voor het financieren van onderzoek op dit gebied heeft het lectoraat samen met een groot aantal onderhoudsgerelateerde partijen een aanvraag bij de RAAK-PRO regeling ingediend (RAAK staat voor Regionale Aandacht en Actie voor Kenniscirculatie, een regeling vanuit het ministerie van

### Minor Precision Engineering

Als lector MST/ES is Erik Puik betrokken bij het onderwijs van de opleiding Werktuigbouwkunde (met de afstudeerrichtingen Integrated Product Development en Product Design & Engineering) aan de HU. Vol trots meldt hij dat een nieuwe minor Precision Engineering dit schooljaar van start is gegaan (de minor is de vrije keuzeruimte in het derde studiejaar waarin studenten voor een bepaalde inkleuring van hun opleiding kunnen kiezen). Met zijn inhoud mikt de minor op het hart van de Nederlandse mechatronica-industrie en in een verzwaarde variant wordt het minorcurriculum ingezet in het post-HBO-onderwijs in het Centrum voor Natuur en Techniek van de HU.

De minor richt zich op de engineering van systemen met een multidisciplinair karakter (mechanica, elektronica, software,

fysica en regeltechniek) en heeft op hoofdlijnen drie leerdoelen:

- ontwikkelen van met name de mechanica van mechatronische systemen;
- kennis toepassen uit verschillende gebieden (onder meer sensoren en regeltechniek);
- vaardigheden ontwikkelen, waaronder modelvorming (eindige elementen).

Het programma omvat twee blokken, die elk met een project worden afgesloten. Het eerste blok bevat constructieprincipes, regeltechniek, materiaalkunde en natuurkunde (optica, vacuümtechniek), het tweede blok dynamisch gedrag, servotechniek en productietechniek. Daarnaast zijn er bedrijfsbezoeken en gastcolleges van bedrijven zoals Vision Dynamics uit Eindhoven.

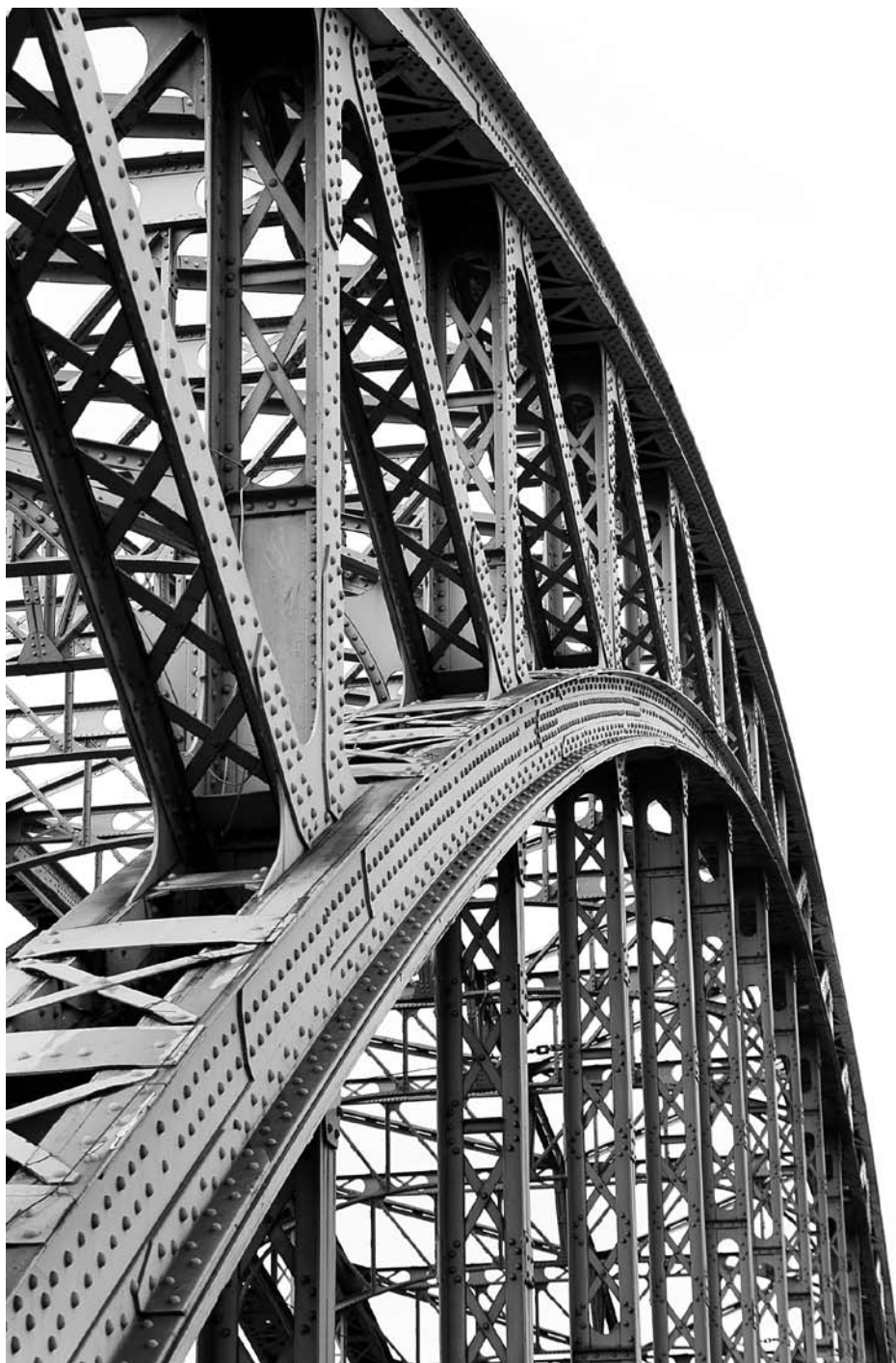
OC&W; RAAK-PRO heeft tot doel een verdieping van de onderzoekspraktijk van hogescholen).

Het initiatief is door de maintenance-markt, die met de handen in het haar zit vanwege het gebrek aan inspecteurs, met enthousiasme ontvangen, meldt Puik. “In de nabije toekomst worden sensoren ingezet voor het bemeten van zaken die waardevol voor ons zijn. In het Human++ project van het Holst Centre betreft het de gezondheid van mensen, in de maintenance-markt gaat het om de bewaking van ‘assets’. Het programma draagt daarom de toepasselijke naam ‘TOP-Asset’, waarmee wordt verwezen naar het verduurzamen en het op een hoger niveau brengen van industriële en civiele assets.” Populair gezegd komt het er op neer dat een groot aantal sensoren op bijvoorbeeld een brug of een installatie van Corus wordt ‘geplakt’ om de conditie (bijvoorbeeld het ontstaan van corrosie oftewel roest) te monitoren, zodat er tijdig kan worden ingegrepen; zie Afbeelding 3.

De bekende MST-aspecten komen hierbij aan de orde: de sensoren moeten klein zijn, goedkoop in massa te produceren, robuust en storingsongevoelig, en high-tech wat betreft de uitvoering van verschillende sensorprincipes. Het project moet niet alleen leiden tot roestbewaking van bruggen en andere installaties, maar ook een duurzame doorwerking krijgen naar het beroepenveld, het onderwijs en de voortgaande kennisontwikkeling – dit om vastroesten in bestaande praktijken te voorkomen.

#### Informatie

[erik.puik@hu.nl](mailto:erik.puik@hu.nl)  
[www.natuurenteknik.hu.nl](http://www.natuurenteknik.hu.nl)



Afbeelding 3. Sensornetwerken op basis van microsteemtechnologie kunnen de conditie van civiele ‘assets’ zoals bruggen bewaken. Het lectoraat MST/ES doet onderzoek naar dergelijke toepassingen. (Foto: Pioro, Stock.xchng)

# Zonnecellen efficiënt produceren

***Only the best! Dat zou de betekenis zijn van de letters OTB. Of dat de waarheid is, laten we in het midden. Maar dat OTB Solar zijn uiterste best doet om zonnecellen zo efficiënt mogelijk te laten produceren en daarvoor hoogwaardige apparatuur levert, wordt heel duidelijk tijdens de Precisie-in-Bedrijf-dag half september in Eindhoven. DSPE-leden komen er onder de indruk van de wereldwijde competitie om met maximale opbrengst zoveel mogelijk zonnecellen met een zo hoog mogelijk rendement te produceren. Waarbij een uiterst bros plaatje silicium van niet meer dan 200 µm dikte het lijdend voorwerp of – liever en hopelijk – het meewerkend voorwerp is.***

• **Frans Zuurveen** •

Operationeel directeur Marcel Grooten vertelt dat OTB Solar in 2005 binnen de OTB Group is ontstaan vanuit OTB Engineering, dat zich had gericht op CD- en DVD-fabricage en op het maken van brillenglazen en contactlenzen. OTB Solar werd opgericht vanuit het besef dat zonnestraling een geweldige energiebron is en dat de markt voor zonnecellen op termijn enorm zal groeien. Als we erin zouden slagen een substantiële fractie te benutten van de energie die de zon naar de aarde stuurt, is het energieprobleem van de wereld opgelost.

## **Productie**

Op het ogenblik wordt er hard gewerkt om op diverse geschikte plaatsen 'solar farms' te installeren: velden met een groot aantal modules met zonnecellen. De waardeketen vanuit zand naar kant-en-klare modules met zonnecellen begint bij het raffineren van silicium. Via smelten en trekken van mono- of polykristallijne blokken, zagen in plakken, diverse processtappen voor het maken van cellen en het assembleren van modules eindigt de keten ten slotte bij het installeren van het modulepark. OTB Solar richt zich op het midden van de keten, de productieprocessen.





Afbeelding 1. De LINE<sup>x</sup>-1400 is een turnkey-productiesysteem voor zonnecellen.

De productie van zonnecellen vindt voornamelijk plaats in China, maar de daarvoor benodigde apparatuur komt uit Europa. OTB Solar levert productielijnen – tot wel honderd meter lang – voor veel van de in totaal tien processtappen, vanaf etsen en textureren tot en met sinteren en meten; zie Afbeelding 1. Het grootste probleem daarbij is het zonder breuk hanteren van de Si-schijven van 0,2 mm dikte. Dat maakt ook duidelijk dat breuk de belangrijkste reden is voor uitval. Op het ogenblik halen de machines van OTB een eindopbrengst ('yield') van meer dan 96%.

Een andere uitdaging is het opvoeren van het totale rendement van een zonnecel. Het recentelijk behaalde rendement – dus de verhouding van de geproduceerde elektrische energie en de zonne-energie die op de cel terechtkomt – bedraagt 15,8%, maar dat getal wordt voortdurend in kleine stappen opgeschroefd. De levensduur dient ten minste 25 jaar te zijn.

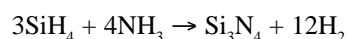


Afbeelding 2. De DEP<sup>x</sup>1500 brengt een antireflectielaag van siliciumnitride aan op zonnecellen.

De machines die OTB Solar levert, zijn de LINE<sup>x</sup>-serie, een reeks turnkey-productiesystemen voor zonnecellen, de DEP<sup>x</sup>-serie voor het opbrengen van een antireflectielaag van siliciumnitride, zie Afbeelding 2, en de MET<sup>x</sup>-serie voor het lokaal metalliseren via zeefdrukken. Een bijzondere loot van de OTB Group is het aparte bedrijf PixDro, dat inkjetapparatuur ontwikkelt en maakt.

### De DEP<sup>x</sup>-machines

Projectmanager Edward Clercx legt uit dat het hart van de reeks DEP<sup>x</sup> 1000, DEP<sup>x</sup> 1500 en DEP<sup>x</sup> 2400 wordt gevormd door de CVD-proceskamer (voor Chemical Vapour Deposition), waarin zich de volgende reactie in een plasma van argongas afspeelt:



In gewoon Nederlands: onder invloed van het argonplasma reageert silaangas bij een temperatuur van 450 °C met ammoniakgas, waarbij er een laag siliciumnitride neerslaat, niet alleen op het Si-substraat maar ook op de wanden van de vacuümruimte. Daarbij komt er ook waterstof vrij, dat een rol speelt bij het passiveren van grensvlakken van polykristallijn silicium. De druk in de PECVD-ruimte (voor Plasma-Enhanced CVD) bedraagt niet meer dan 10<sup>-3</sup> mbar. De aangroeiensnelheid van de Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-laag ligt in het gebied van 3-6 nm/seconde. De machines produceren respectievelijk 1.000, 1.500 en 2.400 opgegroeide plakken per uur.

Het voorgaande betekent dat de plakken eensdeels “heel voorzichtig” maar anderzijds met een korte cyclustijd – minimaal anderhalve seconde – de volgende stappen ondergaan: voorpompen tot 5·10<sup>-2</sup> mbar, opwarmen tot 450 °C, CVD-opgroeien, beluchten, afkoelen. Waarbij een transportmechanisme de plakken op een speciale drager van sta-



Afbeelding 3. Een van de stations in een DEP<sup>x</sup>-machine. De laag Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> die via het PECVD-proces is gedeponerd, heeft de vier Si-plakken blauw gekleurd.

tion naar station vervoert, zie Afbeelding 3. Duidelijk is dat het zoveel mogelijk breukvrij (opbrengst nu > 98%) verplaatsen een mechatronische uitdaging van formaat vormt.

In 2003 is een eerste prototype gemaakt, gevolgd door machines met een steeds hogere 'throughput', nu dus 2.400 plakken per uur. Daarbij is gestreefd naar een zo laag mogelijk ruimtebeslag ('footprint'), voor de grootste machine 8,3 bij 2,2 m.

### Inkjetprinten

De inkjetprinter is niet meer weg te denken uit ons privé-computerleven. Algemeen directeur Chris Boomaars van OTB Engineering vertelt dat een gewone huis-tuin-en-keuken printer voor professionele toepassingen niet goed genoeg is, omdat er bij functionele dunne lagen, in tegen-

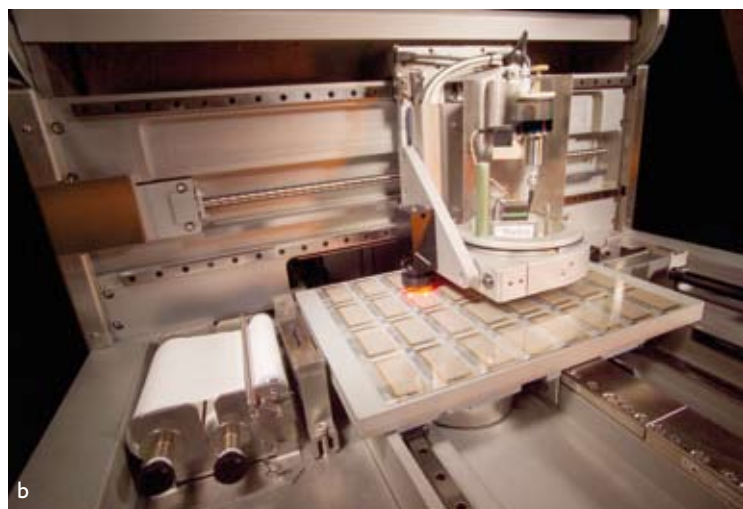
stelling tot grafische patronen, geen enkele druppel mag worden gemist. Daar komt bij dat inkjetmodules soms in grotere systemen worden geïntegreerd, via een open software-architectuur. Voor dat laatste heeft PixDro een graphical user interface ontwikkeld.

Professionele jetsystemen werken niet alleen met inkt maar ook met chemicaliën, lakken en lijmsorten die bij hogere temperatuur smelten, zogeheten hot melts. PixDro levert ook een losse printkop, de PL128, die vanwege de kleine afmetingen en precisie met behulp van MEMS-technologie wordt gemaakt. Kort gezegd komt het erop neer dat PixDro kan zorgen voor complete klantgerichte inkjetoplossingen voor lokale depositieproblemen.

PixDro levert ook een 'stand-alone' inkjetprinter, de LP50, zie Afbeelding 4a. Deze biedt een printoppervlak van 210 bij 300 mm en kan, behalve met de PL128 printkop, ook werken met koppen van ander fabrikaat. Behalve met x,y-verplaatsing is het apparaat ook uitgerust met z-verplaatsing en hoekverdraaiing van de printkop, zie Afbeelding 4b. Bijzonder is dat een camera de druppelvorming in het DOD-proces ('droplet on demand') in beeld kan brengen, zodat de printer ook kan worden toegepast voor de research van nieuwe depositievloeistoffen en -processen.



a



b

Afbeelding 4. De professionele stand-alone inkjetprinter PixDro LP50.

(a) Met besturing.

(b) Close-up met x-, y- en z-beweging van de printkop ten opzichte van het substraat.

## Rondleiding

Het DSPE-gezelschap krijgt ter afsluiting van de PiB-dag een rondleiding in het bedrijf. Frappant is het contrast tussen de kleinschalige precisie van een MEMS-printkop en de geweldige afmetingen van een LINE<sup>x</sup>-productielijn voor zonnecellen. Ook blijkt zonneklaar dat OTB twee zeer uiteenlopende technologieën in huis heeft voor het lokaal opbrengen van vloeistoffen op een substraat. Aan de ene kant is dat het met hoge positioneernauwkeurigheid en resolutie werkende inkjetprocédé. Aan de andere kant het klassieke zeefdrukproces met pasta en rakel, dat wordt toegepast in de MET<sup>x</sup>-lijn voor het opbrengen van metaal-sporen op zonnecellen.

## Tot slot

Zo'n rondleiding na enkele interessante presentaties geeft dan toch weer een blij gevoel. Natuurlijk, in Europa raken

we een groot deel van onze fabricagecapaciteit kwijt. We zullen ons erbij moeten neerleggen dat die verschuift naar China en andere Aziatische landen. Maar nog steeds zorgt Nederlands technologisch vakman- en vakvrouwschap ervoor dat die productie aan de andere kant van de wereld kan plaatsvinden met maximale efficiency en hoog rendement.

## Auteursnoot

Frans Zuurveen is freelance tekstschrijver te Vlissingen.

### Informatie

[www.otb-solar.com](http://www.otb-solar.com)

## Integrated Motion Systems Optimised for Ultra-Precise Positioning



- Linear and rotary motion sub-systems
- Travels from 25 mm up to < 1.5 m
- Velocity to 3 m/s and acceleration to 5 g
- High power brushless linear and rotary direct-drive servomotors for smooth motion
- Air bearing and mechanical bearing systems
- Noncontact linear encoders with nanometre resolution
- Configurable cable management systems for integration of fiber lasers, cameras, air lines, and more

Aerotech's integrated positioning mechanics and motion controls are designed for ultra-precision, high-dynamic positioning, scanning and contouring applications. Our systems provide outstanding performance and versatility in a wide range of automation platforms for precision micromachining, laser processing, micro-welding and other micro-manufacture and test applications.

Contact an Aerotech Application Engineer to discuss your requirements.

[www.aerotech.com](http://www.aerotech.com)

**Aerotech Worldwide**  
United States • Germany • United Kingdom • Japan • China



*Dedicated to the Science of Motion*

**Aerotech Ltd**, Jupiter House, Calleva Park, Aldermaston, Berkshire RG7 8NN - UK  
Tel: +44 (0)118 940 9400 - Email: [sales@aerotech.co.uk](mailto:sales@aerotech.co.uk)



# Van microfrezen

**Het IOP Precisietechnologie ging in 1999 van start en is dit jaar officieel afgesloten. Op 8 december, na de kopijsluiting van dit nummer, werd een eindsymposium gehouden, voor een terugblik en een inblik in de vele nieuwe initiatieven van partijen als Point-One, DSPE en Mikrocentrum. Komend jaar volgen in Mikroniek een verslag van het symposium en artikelen over diverse projecten. In dit nummer alvast een voorproefje met een korte terugblik op twee IOP-projecten.**

**E**ind jaren negentig ging het Innovatiegerichte Onderzoeksprogramma (IOP) Precisietechnologie van start. Universiteiten en kennisinstellingen zoals TNO konden onderzoeksprojecten van meestal vier jaar gaan uitvoeren binnen drie thema's op het gebied van de precisietechnologie:

- **Systeemgericht ontwerpen:** Het ontwikkelen van functies ten behoeve van producten of productiemiddelen, waarmee het mogelijk is om met relatief grote snelheid en/of met zeer grote precisie verplaatsingen te realiseren.
- **Grenzen aan de maakbaarheid:** Het verhogen van de nauwkeurigheid van bestaande maaktechnologieën door middel van verbeterde procesbeheersing en/of het ontwikkelen van nieuwe productietechnieken, die een wezenlijk grotere nauwkeurigheid beloven.
- **Precisie in de microsysteemtechnologie:** De realisatie van systemen die bestaan uit sensor(en) en actuator(en), gekoppeld door een regelsysteem en gemaakt met behulp van technologieën uit de chipindustrie ten dienste van precisietechnologische topics.

In de loop der jaren zijn er zo tientallen onderwerpen de revue gepasseerd, uiteenlopend van microfrezen tot 'laser die transfer'.

## Microfrezen

Om in spuitgietmatrijzen van gehard staal kleine details aan te brengen, wordt gebruik gemaakt van vonkverspanen. Microfrezen kan de maaktijd en de doorlooptijd aanzienlijk

verkorten, maar bij het bewerken van gehard staal is dit een slecht voorspelbaar proces. De freesjes breken snel en de oppervlaktekwaliteit van de matrijs is soms onvoldoende. De onderzoekers van het IOP-project 'Microfrezen van matrijzen' onderzochten welke gebruiksondities een optimaal resultaat leveren en ontwikkelden nieuwe freesgeometrieën.

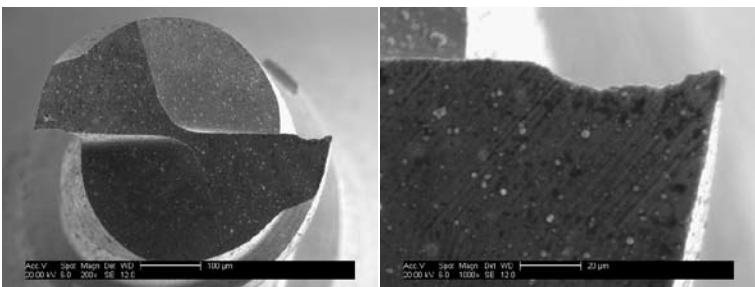
Een van de oplossingen is om de freesgeometrie te verbeteren. Voor bestaande microfrezen wordt gebruik gemaakt van dezelfde geometrie als bij gewone frezen. Vooral de punt is dan vrij kwetsbaar; zie Afbeelding 1. Een stompere hoek (negatieve spaanhoek) resulteert in een aanmerkelijk langere standtijd. Door de frees te voorzien van vier tanden in plaats van twee, kan bovendien in dezelfde tijd aanmerkelijk meer materiaal worden verspaand; zie Afbeelding 2.

Het project was een samenwerkingsverband tussen de TU Delft en TNO Industrie en Techniek. Freesproducent Van Hoorn Carbide leverde de frezen voor het onderzoek en bood ondersteuning bij het ontwikkelen en realiseren van nieuwe freesgeometrieën. Océ Technologies leverde de voorzitter van de begeleidingscommissie, waarin ook machinefabrikant Hembrug was vertegenwoordigd. Daarmee is het industriële belang van het project aangegeven.

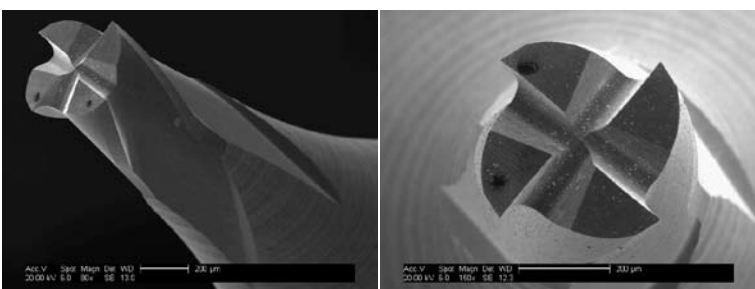
## Laser die transfer

Microcomponenten worden alsmaar kleiner en het verwerken ervan wordt daardoor steeds complexer. Om uiterst

# tot 'laser die transfer'



Afbeelding 1. Beschadigde microfrees (bestaande geometrie).



Afbeelding 2. Nieuw ontwerp van de microfrees (viersnijder).

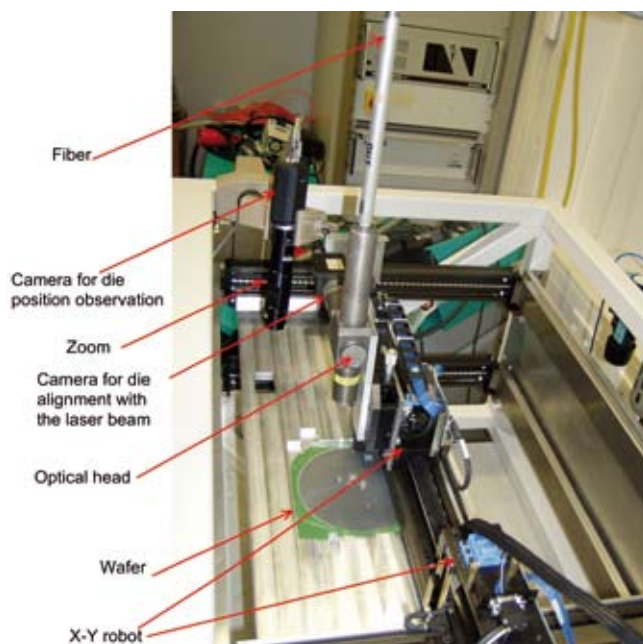
kleine en dunne chips - dies - contactloos te kunnen verplaatsen, ontwikkelde de Universiteit Twente samen met Philips Applied Technologies een nieuw proces op basis van laserpulsen. Doel van het IOP-project was het ontwikkelen van een proces en een eerste prototype voor het nauwkeurig overzetten en de snelle assemblage van uiterst kleine en dunne chips met behulp van laserpulsen. Deze onconventionele aanpak leverde verrassend goede resultaten op.

Eerst werd het onderzoek gericht op het losschieten van de op tape gelijmde dies met korte, intense pulsen, die lokaal lijm laten verdampen, waarbij ontploffende gasbellen niet alleen de chip losmaken, maar hem ook een grote versnelling meegeven. Dat bleek niet te voldoen, omdat de onderkant van de chip beschadigd raakt en de hoge snelheid resulteert in een onnauwkeurige landing van de componenten.

Vervolgens werd thermische release onderzocht, met laserpulsen van een lagere intensiteit en een langere duur. Zulke pulsen veroorzaken door een chemische reactie in de lijm belletjes die de hechtkracht laten verdwijnen, waardoor de componenten van de tape 'vallen', met een veel lagere snelheid. Dit werkte wel. Simulaties en experimenten

wezen uit dat groen laserlicht het beste resultaat geeft en dat 100 componenten per seconde haalbaar is.

Philips Apptech heeft daarop samen met leverancier van plaatsingsmachines Assembléon een prototype gebouwd voor een 'feeder' die componenten toevoert met behulp van thermische release; zie Afbeelding 3. Uit opnames met een camerasysteem bleek dat alle weggeschoten componenten op de juiste plaats terechtkwamen. Pluspunt is nog dat de methode werkt bij bestaande tapesoorten. Zo was de uitkomst van het IOP-project reden voor Philips Apptech om op zoek te gaan naar een partner voor doorontwikkeling van het principe.



Afbeelding 3. Prototype van de 'feeder', gebouwd bij Assembléon.

## Noot

De projectbeschrijvingen zijn gebaseerd op teksten van freelance wetenschapsjournalist Daphne Riksen in opdracht van SenterNovem.

## Informatie

[www.senternovem.nl/iopprecisietechnologie](http://www.senternovem.nl/iopprecisietechnologie)

# Concreet en

**Het afnemend veld – de universiteiten, onderzoeksinstellingen en bedrijven waar de LiS-gediplomeerden komen te werken – is al meer dan honderd jaar uiterst tevreden. De onderwijsinspectie, en in haar kielzog het ministerie van Onderwijs, had de Leidse Instrumentmakersschool (LiS) de afgelopen jaren echter op de korrel omdat de examinering niet voldeed aan de normen. Er werden enkele eindtermen niet voldoende gedekt en de kwaliteit van de tentamens was niet goed genoeg. De LiS wist haar laatste kans aan te grijpen om een forse reparatie-actie uit te voeren en functioneert nu weer naar volle tevredenheid van de inspectie. De school werkt aan het invoeren van competentiegericht onderwijs, zonder de concrete vaardigheden die het afnemend veld vraagt uit het oog te verliezen. “Onze leerlingen maken echte dingen.” Het nieuw elan vertaalt zich onder meer in plannen voor uitbreiding en een voorzichtige verkenning naar een eigen HBO-opleiding.**

## Nieuwe directeur



Als opvolger van Joris Gonggrijp trad Dick Harms begin vorig jaar aan als directeur van de LiS. Na zijn opleiding aan de Hogere Zeevaartschool werd hij marconist op de koopvaardij. Vervolgens wierp hij zich op de medische technologie en trad hij in dienst bij Oldelft, waar hij werd belast met de service aan echografie-systemen. Het betreffende onderdeel werd later

verzelfstandigd tot Toshiba Medical Systems.

Hij deed er zijn eerste onderwijservaring op, te weten het trainen en begeleiden van de gebruikers van de medische high-tech systemen. Zijn volgende tussenstop was bij het Kenniscentrum Weg & Waterbouw, waar hij betrokken was bij het toezicht op de examinering door opleidingen op dit gebied. Zo moest hij

bij scholen controleren of ze de opleidingsprofielen wel goed uitvoerden en in hun examens afdekten (dit wordt wel aangeduid als de externe legitimering). Omdat scholen vanuit allerlei vakrichtingen met dit soort eisen werden benaderd, kwam de vraag op of dat niet in samenwerking kon gebeuren. Dat resulteerde in 2003 in de oprichting van het Kwaliteitscentrum Examinering (KCE).

Dick Harms was nog bij de voorbereiding van het KCE betrokken, maar hij maakte in 2001 de overstap naar het onderwijs zelf, om te gaan werken als P&O-manager bij enkele scholengemeenschappen voor middelbaar onderwijs. Uiteindelijk miste hij toch de schakel met de techniek, zodat hij eind 2007 de kans aangreep om te solliciteren op de functie van directeur van de LiS. Zijn specifieke ervaring met examinering was daarbij een pre, gezien de perikelen van de LiS op dat moment. In februari 2008 startte hij zijn werkzaamheden als directeur.



# competent

Er is de afgelopen jaren door het LiS-team flink gewerkt om de school weer te laten voldoen aan de eisen van de inspectie, vertelt een trotse directeur Dick Harms. De opleidingsprofielen en de examinering daarvan zijn omgebouwd conform de wensen van de inspectie. “Voor die laatste kans is hard gewerkt. Dat is de kracht van een kleine school als de LiS.” Inmiddels scoort de school voldoende op alle standaarden van de inspectie, zoals de tevredenheid van het afnemend veld (dat was altijd al in orde), de inhoudelijke én toetstechnische kwaliteit van de examens en een goed functionerende examencommissie.

## Competentiegericht onderwijs

Uiteraard gaat de school mee in de beweging naar competentiegericht onderwijs. Op dit moment wordt er in het eerste leerjaar mee geëxperimenteerd en volgend jaar moet het definitief worden ingevoerd. De LiS volgt hierbij echter wel een eigenzinnige aanpak, meldt Harms. Want de competenties zijn in de opleidingsprofielen nogal vaag geformuleerd (“vaardig met metaalbewerking”), waardoor het afnemende veld zich afvraagt: “Hoe gaan ze dat meten?” Harms: “Elders in het technische MBO zorgt het competentiegericht onderwijs voor vervlakking. Het toegewijde en vakgerichte is weg. Wat dat betreft zijn wij een vreemde eend in de bijt. Onze kracht is dat de leerlingen echte dingen maken, voor



Afbeelding 1. Voor een tentamen in het derde jaar moet de LiS-leerling een werkstuk werkend opleveren. Hier een stelfabel (gimbal mount) voor een prisma.

wetenschap en voor bedrijven.” De LiS blijft daarom heel concrete eisen stellen, zoals het maken van een werkstuk als proeve van bekwaamheid, waarbij het ook echt werkend moet worden opgeleverd; zie Afbeelding 1.

## Groei

De laatste jaren heeft de LiS een groei in leerlingenaantal te zien gegeven, van 135 in 2004 naar ruim 180 dit jaar. De instroom zit nu elk jaar op het maximum van zestig leerlingen, meer passen er niet in de praktijkruimtes en werkplaats. Dit terwijl de belangstelling groter is en nog verder zou kunnen toenemen als de school meer aan PR gaat doen om de naamsbekendheid te vergroten. Er wordt daarom gestudeerd op uitbreiding van de school, naar een capaciteit van zo'n 300 leerlingen. De jaarlijkse instroom zou dan kunnen stijgen tot 80-100 leerlingen. Een realistisch streven gezien de vraag naar LiS'ers. Want ondanks de huidige crisis hebben alle ruim vijftig gediplomeerden van afgelopen zomer emplooi gevonden. Harms schrijft het vooral toe aan de enorme vervangingsmarkt voor fijnmechanici/instrumentmakers.

## Eigen HBO

Na drie jaar kunnen leerlingen uitstromen met een diploma Fijnmechanische Techniek niveau 4. Velen gaan dan naar het HBO voor een vervolgopleiding. Omdat er echter geen specifieke HBO-opleiding tot researchinstrumentmaker is, gaan zij verloren voor het vak. Vanuit het perspectief van de LiS en haar afnemers is dat jammer, reden om de mogelijkheid te onderzoeken van een eigen LiS HBO-opleiding, die in samenwerking met de Hogeschool Leiden en de Universiteit Leiden zou kunnen worden opgezet. Een eerste verkenning van deze optie is inmiddels uitgevoerd. De gemeente Leiden is zeer geïnteresseerd – Harms: “De burgemeester spreekt van een nieuwe meesteropleiding.” – omdat er in Leiden en omgeving concrete aanknopingspunten zijn, zoals de life sciences-activiteiten rond de universiteit en het Space Science Park dat bij Estec in het naburige Noordwijk wordt opgezet. Een eerste bedrijf dat daar is gevestigd heeft inmiddels al contact gezocht met de LiS. “Een HBO-LiS is nu nog een droom, maar als alles meezit kan het wel eens realiteit worden”, aldus Harms.

## Keramiëk

Naast groei in capaciteit en vervolgopleiding werkt de LiS ook aan verbreding van het onderwijsaanbod. Zo is een



Afbeelding 2. De Dama freesmachine voor keramiekbewerking, beschikbaar gesteld door de Universiteit Leiden, werd eind november officieel in gebruik genomen.

aanvraag voor een nieuwe afstudeerrichting keramiekinstrumentmaken al de deur uit. Vooruitlopend daarop werd eind november een door de Universiteit Leiden gefinancierde Dama CNC-freesmachine voor keramiekbewerking officieel in gebruik genomen. Met deze machine kunnen zeer harde materialen zoals aluminiumoxide worden bewerkt; zie Afbeelding 2. Leerlingen kunnen er werkstukken op maken voor onder meer het life sciences-onderzoek (zoals dierproeven in het klein) aan de universiteit. Het chemisch inerte keramiek is daarvoor een materiaal in opkomst, maar ook in high-tech constructies wordt keramiek vanwege zijn gunstige eigenschappen meer en meer toegepast.

### Vrienden

De Dama is de laatste in een rij van geavanceerde machines waarover de LiS kan beschikken in haar onderwijs. Dit wordt met name mogelijk gemaakt door de intensieve samenwerking met de Universiteit Leiden (Instituut voor Natuurkunde) en de stichting Vrienden van de Leidse Instrumentmakersschool, die contractwerk binnenhaalt dat leerlingen in het kader van hun opleiding kunnen uitvoeren. Het gaat hier om ‘echt’ werk voor research- en precisietechnologische bedrijven in Nederland en soms daarbuiten. Een recent voorbeeld betreft een ontwikkelingsproject van FEI Company uit Eindhoven samen met de Universiteit Leiden voor een nieuwe elektronenmicroscop; de LiS mag er componenten voor fabriceren. Een “leuk project” doet



Afbeelding 3. Leerlingen van de LiS werken mee aan de restauratie van de telescopen van de Leidse Sterrewacht.

de LiS op dit moment voor de Leidse Sterrewacht, die wordt gerestaureerd. De school heeft daarvoor alle telescopen in reparatie; zie Afbeelding 3.

### Werk

De stichting Vrienden van de Leidse Instrumentmakersschool telt meer dan vijftig ‘vrienden’, waaronder veel ‘usual suspects’ uit de Nederlandse high-tech en fijnmechanische industrie, zoals ASML, AAE, KMWE, Frencken, Nedinsco en Louwers, maar ook bedrijven en onderzoeksinstituten als Shell en ECN en metrologiebedrijven als NMI, Heidenhain en Mitutoyo. Laatstgenoemde bedrijf bijvoorbeeld heeft een meetmachine aan de LiS geschonken; zie Afbeelding 4.

Naast de ‘vrienden’ zijn er nog veel andere bedrijven en onderzoeksinstituten die stageplaatsen aanbieden, zoals Dutch Space, Estec, NLR, FOM en TNO. Het zorgt ervoor dat de leerlingen ook tijdens hun stage met ‘echt’ werk bezig zijn. Vaak bevalt de stage wederzijds zo goed dat de betreffende leerling na het behalen van het diploma bij zijn of haar voormalige stagebedrijf aan de slag kan. Goed nieuws voor de LiS-gediplomeerden, de school en de Nederlandse high-tech industrie.



Afbeelding 4. De door Mitutoyo geschonken meetmachine.

#### Informatie

[www.lis-mbo.nl](http://www.lis-mbo.nl)

### LiS-opleidingen

De Leidse Instrumentmakerschool, in 1901 officieel opgericht op instigatie van Nobelprijswinnaar Heike Kamerlingh Onnes en sinds 1997 gevestigd op het Bio Science Park Leiden, voorziet onderzoekslaboratoria en bedrijven van hooggekwalificeerde instrumentmakers. Alle leerlingen volgen in principe de vierjarige opleiding Research Instrumentmaken Metaal niveau 4, waarin Beroeps Praktijk Vorming is opgenomen. De instroom is grotendeels afkomstig van het VMBO-tl (theoretische leerweg). HAVO-gediplomeerden stromen in het tweede leerjaar in en krijgen daarin extra praktijk. De opleiding kent de afstudeerrichtingen metaal-, optiek- en glasinstrumentmaken, waarbij de metaalopleiding een afstudeervariant mechatronica kent.

Na drie jaar is het MBO-niveau 4 Fijnmechanische Techniek bereikt en kunnen leerlingen met het LiS-diploma doorstromen naar het HBO. Daarnaast kunnen in het opleidings-traject enkele certificaten worden behaald, die recht geven op het diploma Programmeur/verspaner CNC op niveau 3. Voor leerlingen die de theorie op niveau 4 te zwaar vinden, is er een apart examen op niveau 2 voor het diploma Instrumentmaker.

De LiS is een zelfstandige MBO-vakschool en maakt geen deel uit van een regionaal opleidingscentrum (ROC). Wel wordt er samengewerkt met de Universiteit Leiden voor ondersteunende diensten (zoals P&O) en zijn er inmiddels gesprekken met het ROC Leiden, die wellicht kunnen uitmonden in een federatieve samenwerking. Bij ondersteunende diensten kan voor een kleine school schaalvergroting zeker zinvol zijn. Voor het primaire proces, de opleiding tot researchinstrumentmaker,

zal de zelfstandigheid en het eigen karakter van de LiS echter gewaarborgd blijven.



Een recent voorbeeld van een afstudeeropdracht is het mechanisme dat werd ontwikkeld bij Philips Research in Eindhoven, afdeling MiPlaza-Mechatronics, ten behoeve van reanimatie-oefeningen bij EHBO-cursussen. Dit mechanisme moet een zo realistisch mogelijke reactie van een lichaam simuleren, wat betreft stijfheid, kanteling van de borstkas, in- en uitademen, enzovoort, voor verschillende proefpersonen – dit is in te stellen met behulp van speciale software.



# De wereld ligt aan de voeten van de bèta

***Wat te doen als te weinig scholieren kiezen voor een bèta-technische opleiding, terwijl bedrijven hen in de toekomst hard nodig hebben aangezien de vergrijzing voor de deur staat? In 2002 beantwoordden Unilever, Shell, Philips, DSM en AkzoNobel deze vraag met de oprichting van Jet-Net, het Jongeren en Technologie Netwerk Nederland. De bedrijven steken zelf de handen uit de mouwen en gaan havo/vwo-leerlingen actief informeren en enthousiasmeren voor een studie en loopbaan in de bèta en technologie. Hun aantal blijft groeien en zo heeft recent ook ASML zich bij Jet-Net aangesloten***

Jet-Net wordt op scholen gezien als een waardevolle aanvulling op theorie. Middels gastlessen, workshops, expertmeetings en bedrijfsbezoeken laten de bedrijven leerlingen ervaren hoe de theorie die ze leren in de praktijk wordt toegepast. Met deelname van inmiddels 50 bedrijven, 169 scholen en 15 partners, is Jet-Net niet alleen een succes geworden. Ook is het een schoolvoorbeeld van samenwerking tussen overheid, onderwijs en bedrijfsleven. De tijd is aangebroken om verder te groeien.

## **Verantwoordelijk**

“Op basis van de vraag van scholen kunnen we gemakkelijk een omvang van 250 scholen aannemen. En dat willen we maar al te graag”, steekt Gerard Jacobs, directeur Jet-

Net, van wal. “Veel leerlingen hebben geen idee hoe een bedrijf er van binnen uitziet, laat staan dat ze weten welke beroepen er zijn en wat die inhouden. De Jet-Net bedrijven voelen zich ervoor verantwoordelijk de leerlingen de veelzijdigheid van het werken in bèta en techniek te tonen. Daarnaast beseffen leerlingen vaak niet dat ze met een technische vooropleiding alle kanten op kunnen. Zo zijn bèta’s niet alleen ontwikkelaars en laboranten, maar zijn ze ook in de logistiek, het management en de commercie te vinden. Met een bètastudie ligt de wereld aan hun voeten.”

## **Beroepspraktijk**

Om verdere groei te bewerkstelligen, is Jacobs op zoek naar meer technologische bedrijven die havisten en

vwo'ers willen inspireren. Zijn doel is te groeien naar 100 Jet-Net bedrijven. Dit kunnen zowel multinationals als MKB-bedrijven zijn. Recent heeft ASML zich bij Jet-Net aangesloten en naast grondlegger Philips is ook NXP actief in Jet-Net. Dit laatste bedrijf participeert met twee vestigingen en heeft relaties met vier middelbare scholen. Samen met haar scholen ontwikkelde NXP zelfs een les die het vak elektrotechniek in beeld brengt aan de hand van een complete elektronische schakeling. Deze les, waarbij de leugendetector centraal staat, heeft NXP succesvol beschikbaar gesteld voor alle scholen en bedrijven, zodat ook zij leerlingen in contact kunnen brengen met elektrotechniek.

Jacobs: "En dat is het mooie van Jet-Net. Als bedrijf toon je de beroepspraktijk op je eigen school maar ook wissel je kennis, ervaringen en lesmateriaal uit met je collega-bedrijven. De bedrijven leren van elkaar en benutten elkaar. Waarom zou je het wiel opnieuw uitvinden als iemand anders al geweldig materiaal ontwikkeld heeft? Om het voor beginnende Jet-Net bedrijven nog gemakkelijker te maken, hebben we draaiboeken beschikbaar met tips en voorbeelden van hoe je een gastles, bèta-markt of profielkeuzevoorlichting kunt opzetten."

### Europese best practice

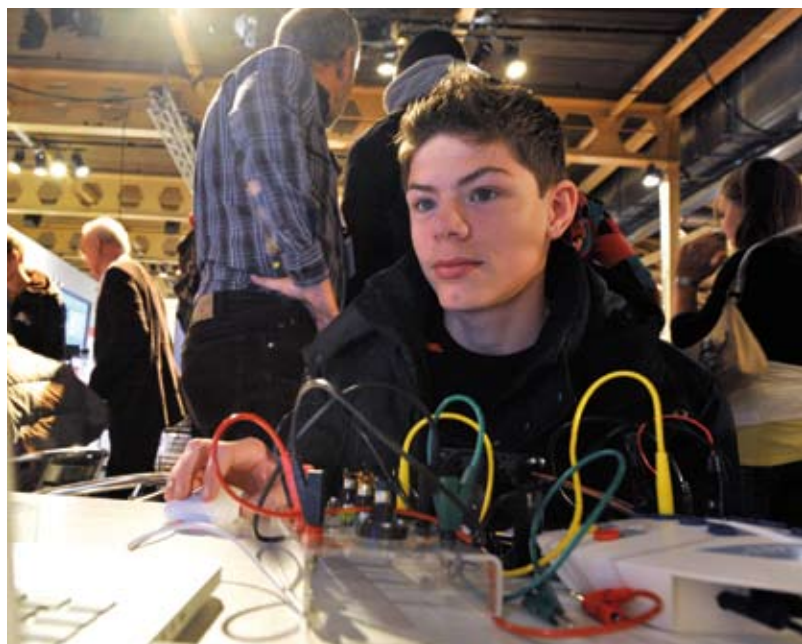
Het enthousiasme van de bedrijven blijkt op de leerlingen over te slaan. Op Jet-Net scholen die ook in hun beleid een bèta-focus hebben, wordt door leerlingen beduidend vaker

een Natuur & Techniek- of Natuur & Gezondheid-profiel gekozen dan voor de oprichting van Jet-Net. "En daar doen we het om", aldus een tevreden Jacobs. "We willen de vijver aan toekomstige technici zo groot mogelijk maken. Dat doen we als bedrijfsleven samen."

Dat Jet-Net het goed doet, is ook de voorzitter van de Europese Commissie Barroso opgevallen. Hij bestempelde Jet-Net reeds als 'best practice' voor andere Europese landen en ook Prins Friso, zelf bèta en directeur Space bij TNO, heeft warme belangstelling voor Jet-Net. "We zien dat de aandacht voor Jet-Net in binnen- en buitenland toeneemt en daar zijn we trots op. We delen onze kennis graag, maar lopen niet aan onze doelen voorbij. We willen in Nederland meer leerlingen enthousiast krijgen voor een technische loopbaan. Daar ligt onze focus", geeft Jacobs duidelijk aan.

### Aspirant-deelnemer

Bedrijven kunnen op diverse manieren in Jet-Net participeren. Een bedrijf kan zich in eerste instantie als aspirant-deelnemer opgeven. Dan begint het een proefproject met een school in de regio waarbij het een 'buddy' krijgt. Dat is een bedrijf dat zelf al enige tijd Jet-Net lid is en als adviseur en klankbord voor het nieuwe bedrijf fungeert. Na twee jaar wordt het aspirant-lidmaatschap omgezet naar een volledig lidmaatschap, waarbij de contributie wordt afgeleid van de bedrijfsomvang. De contributie wordt benut



Impressies van de jaarlijkse Jet-Net & Universum Career Day, die dit jaar november in Rotterdam werd gehouden. Op de Career Day tonen bedrijven, hogescholen en universiteiten aan leerlingen voorbeelden van technologische beroepen en praktijktoepassingen van de wiskunde, biologie, natuurkunde en scheikunde zoals zij die op school leren. (Foto's: Jos Lammers en Ernst Bode)



Jet-Net bedrijven nemen ook deel aan Girlsday (een Europees initiatief dat in Nederland tot dit jaar werd georganiseerd door Technika 10) en organiseren techniek-activiteiten speciaal voor meisjes. (Foto: Ernst Bode)

voor landelijke Jet-Net activiteiten, communicatie en ondersteuning voor school en bedrijf.

### Cluster- of paraplubedrijf?

Daarnaast kunnen geïnteresseerde bedrijven in een cluster samenwerken. Vooral voor MKB-bedrijven is dit interessant. Zo gaan bijvoorbeeld vijf bedrijven een relatie aan met één school. Als elk bedrijf een activiteit aanbiedt, heb je samen een volledig Jet-Net aanbod op de school. De bedrijven betalen gezamenlijk de contributie en kunnen de eerste twee jaar aspirant-lid zijn. Een laatste mogelijkheid tot deelname is het 'paraplubedrijf'. Hierbij komt een

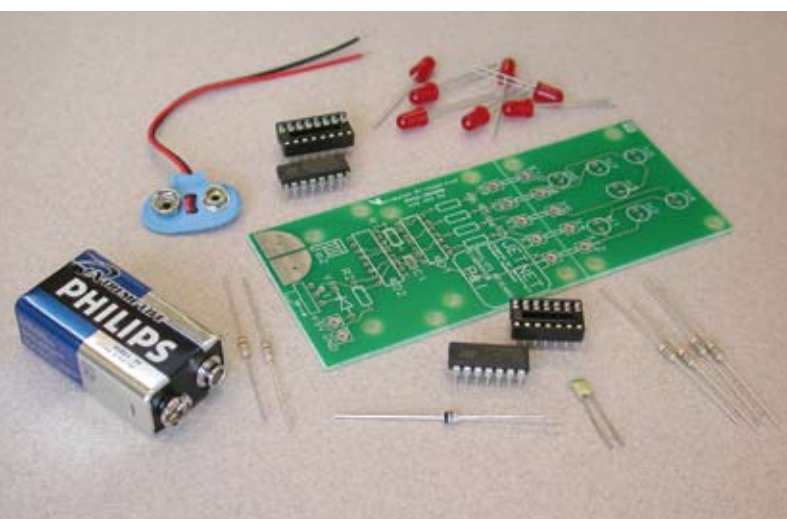
bedrijf onder de hoede van een groter Jet-Net bedrijf, betaalt het zelf geen contributie en kan het op een school van het grotere bedrijf een activiteit aanbieden. Op deze manier kan ook een in omvang kleiner bedrijf een steentje bijdragen aan de verlevendiging van bèta en technologie op de middelbare school.

### Tot slot

Jet-Net kost een bedrijf menskracht en naar gelang de grootte van het bedrijf en deelnamevorm een financiële bijdrage. Maar het werkt volgens de deelnemende Jet-Net bedrijven zeer motiverend voor de eigen medewerkers. Ook toont het bedrijf in de regio zijn maatschappelijke betrokkenheid en is het aangesloten bij een landelijk netwerk met allure, waar diverse handige contacten uit ontstaan. Gerard Jacobs tot slot: "De scholen en bedrijven die deelnemen zijn bijzonder enthousiast. Als u dat ook bent, kom ik graag bij u langs om u nader over Jet-Net te informeren."

### Noot

Dit artikel is aangeleverd door Jet-Net.



Het bouw pakket voor de Elektronische Dobbelsteen waarover Philips een les heeft ontwikkeld. (Foto: Jet-Net)

### Informatie

[g.jacobs@jet-net.nl](mailto:g.jacobs@jet-net.nl)  
[www.jet-net.nl](http://www.jet-net.nl)



# Vierde editie

## Fotonica Evenement

**K**omend voorjaar, op dinsdag 30 maart, wordt het Fotonica Evenement voor de vierde keer georganiseerd. Plaats van handeling is Nieuwegein's Business Center (NBC). Het evenement is hét kennis- en netwerkplatform voor de fotonica-industrie en staat in het teken van fotonische innovaties, kansen voor de industrie, de medische en telecomsector en andere branches. Zo wordt veel aandacht besteed aan actuele ontwikkelingen in glasvezel-, LED-, OLED- en lasertechnieken.



Op de beursvloer is er een KennisExpo en ruimte voor Hands-on Photonics en MatchMaking. Het lezingenprogramma vermeldt sprekers van onder meer Erasmus MC, SURFnet, Philips

Research, XiO Photonics, Photonics Innovation Center, AMC Laser Centrum, Avantes en de drie technische universiteiten. Na een plenaire sessie zijn er parallelsessies met verschillende thema's: Healthcare & Lifescience, Sustainability & Photonics, Information & Communication Technology, Fundamental Research Photonics, Photonics in Daily Life en Industrial Photonics. Uiteraard is er aandacht voor onderzoek zowel als onderwijs in de fotonica.

Het Fotonica Evenement 2010 wordt georganiseerd door Mikrocentrum en Photonics Cluster Netherlands met ondersteuning van IOP Photonic Devices (uitgevoerd door SenterNovem en STW).

### Informatie

[www.fotonica-evenement.nl](http://www.fotonica-evenement.nl)

### Automatisering in de metaal

Op dinsdag 26 januari 2010 organiseert Mikrocentrum, samen met de Federatie Metaalplaat, in Veldhoven een nieuw congres voor de verspanende en plaatverwerkende industrie in Nederland en België. Hans Dijkhuis (director SC SPRC Process Methodology ASML) zal er spreken over de invloed van automatisering op de relatie tussen toeleveranciers en OEM'ers. Daarnaast komen procesinnovatie en de toekomst van robotisering binnen de verspanende en plaatverwerkende industrie aan de orde. Tijdens een speciale sessie zullen vijf bedrijven hun businessmodellen toelichten en laten zien hoe zij de automatisering hebben aangepakt.

[www.automatiseringindemetaal.nl](http://www.automatiseringindemetaal.nl)



Impressies van het Fotonica Evenement 2009.





## Wohlers Report 2009

**RP&M-goeroe Terry Wohlers beschrijft in zijn veertiende jaarlijkse rapport de Additive Manufacturing branche wereldwijd. AM is de bijgestelde benaming voor Rapid Prototyping & Manufacturing: de verzamelnaam voor innovatieve technieken die middels STL-files uit kunststof-, metaal-, keramiek- en composietpoeder, vloeistof of plaat (functionele) modellen, prototypes, vormgevend gereedschap en gebruiksklare producten laagsgewijs opgroeien direct vanuit 3D CAD, scanfiles of zelfs van videogamedata.**

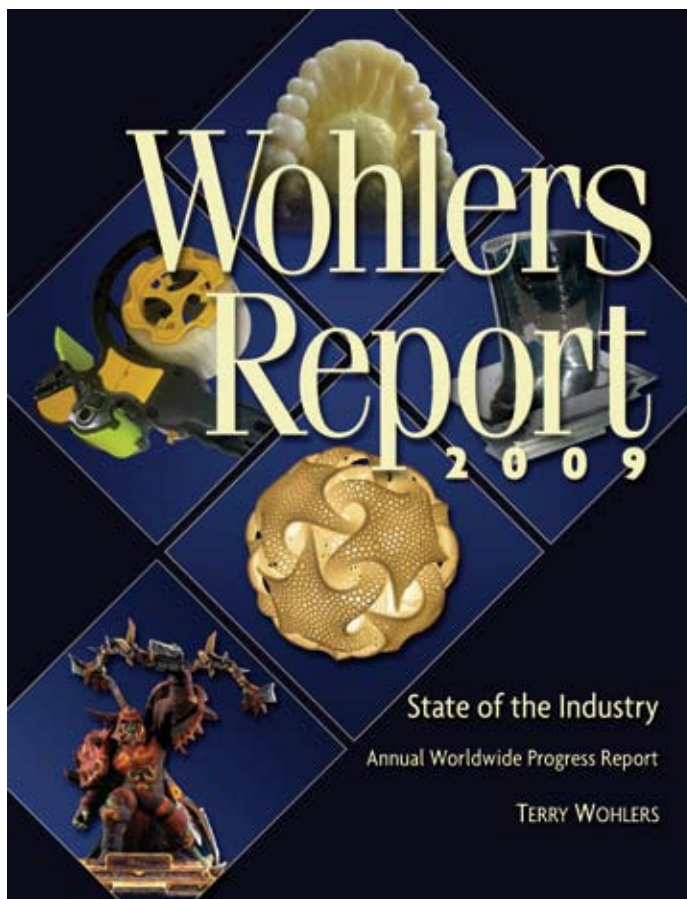
Als insider analyseert Wohlers de hoofdsectoren – machinebouwers, materiaalontwikkelaars, toeleverende servicebureaus – en apart de situatie in Europa en Azië (met China als opkomende AM-grootheid). Algemeen zijn twee groeisectoren te signaleren. Allereerst rechtstreekse fabricage in metaal van producten en vormgevend gereedschap (matrijzen) voor massaproductie. Wohlers signaleert terecht een inherent gevaar van RP&M. Op additieve processen ontworpen matrijzen zijn namelijk traditioneel nauwelijks te vervaardigen. Sterk komt de tweede AM-tak opzetten: gebruiksklaar produceren van onderdelen in ‘limited edition’ uitvoering, als unica, replica en – sterk groeiend – als gepersonaliseerde ‘maat’-artikelen.

Met de opkomst van rechtstreekse AM-productie vormt maatsnauwkeurigheid zowel als oppervlaktegesteldheid sterker een uitdaging. De achterblijvende precisie – algemeen minpunt van additieve technieken – is niet onbegrijpelijk. Immers bij de meeste principes handelt het om thermische processen. Verhit of gesmolten materiaal vormt niet direct een vanzelfsprekend uitgangspunt voor opperste nauwkeurigheid. Bovendien stammen AM-apparaten – van tafelmodel tot high-end – eerder af van scanners of printers; apparaten waar – anders dan bij hoognaukeurige, robuuste subtractieve gereedschapswerktuigen – precisie veelal niet zit ingebouwd.

Alhoewel Wohlers Report 2009 zich niet primair focuseert op nauwkeurigheid, kan een serieuze lezer de vooruitgang bespeuren die is gemaakt. Directe winst brengen de constructieve verbeteringen die in nieuwste, snellere en minder prijzige machineconcepten zijn ingebracht. Enkele kleinere systemen werken al met micronresoluties in de horizontale X-/Y-hoofdassen. Vooral zijn echter de producttoleranties in Z-richting

verkleind (gelijk of beter dan 5 µm). Dit komt overeen met de alsmaar geringere enkelvoudige laagdikte die bereikbaar is met steeds fijnere (sub-)micronpoeders en dunnere polymeerlagen. Hoe beter de geleverde kwaliteit, hoe langer de bouwtijd, des te hoger de kostprijs, dat wel.

Dat AM tevens indirect verhoogde kwaliteit brengt bewijst ‘conformal’ (contourvolgende) koeling die pas



reproducerend optimaal realiseerbaar werd dankzij introductie van additieve technieken. RP&M helpt zodoende wel degelijk – binnen verkorte fabricage-tijd – om productkwaliteit en hogere detaillering van moderne producten te verbeteren.

(recensie door Jan Wijers, freelance tekstschrijver te Eindhoven)

Wohlers Report 2009, State of the Industry, Annual Worldwide Progress Report

Wohlers Associates Inc, Fort Collins, Colorado, USA  
ISBN 0-9754429-5-3, 250 pagina's, 31 overzichten, 45 tabellen, 154 illustraties, \$ 495

## Tien miljoen voor Mapper



Een eerdere versie van Mapper's tool voor maskerloze elektronenlithografie. Mapper gaat nu de bèta-versie ontwikkelen met geld uit de regeling High Tech Topprojecten.

In het kader van de regeling High Tech Topprojecten van het ministerie van Economische Zaken is tien miljoen euro toegekend aan Mapper Lithography in Delft. Mapper gaat het geld gebruiken voor de ontwikkeling van de bèta-versie van zijn tool voor maskerloze elektronenlithografie. Daarbij werkt het nauw samen met zijn partners Catena, Technolution, Multin Hittech, Demcon en de TU

Delft. Zij brengen hun expertise in op het gebied van onder meer MEMS, high speed data processing, optische data-transmissie, optica, mechatronica en motion control.

[www.mapperlithography.com](http://www.mapperlithography.com)

## Kenniswerkersregeling voor betere software

Subsidie in het kader van de Kenniswerkersregeling wordt gebruikt voor een project dat tot doel heeft de ontwikkeling van software voor halfgeleiderproductie te verbeteren. Het project wordt uitgevoerd door een samenwerkingsverband van semiconductiebouwer ASM International, TASS Software Professionals, het Embedded Systems Institute en Verum. Laatstgenoemde software-ontwikkelaar brengt zijn formele-verificatietechnologie van Analytical Software Design (ASD) in: met ASD kan het ontwerp van een softwaresysteem mathematisch worden geverifieerd als compleet en correct, nog voordat er één regel code is geschreven. Het project, met de codenaam 'prO-VEN' richt zich op twee hoofdvragen: (1) hoe nemen we de ASD-methode op in het ontwikkelproces en (2) hoe integreren we software die is gegeneerd met de ASD-tools in systemen voor de besturing van halfgeleider-

apparatuur. Het project moet onder meer leiden tot een methodologie die beschrijft hoe ASD en de code die met Verum's ASD:Suite wordt gegeneerd geleidelijk kunnen worden opgenomen in een bestaand systeem. Jan Monsuur, manager Software Development van ASM Europe, licht toe: "Tot voor kort hadden we in deze branche geen formele methoden die correcte code kunnen garanderen, omdat de specialistische mathematica hiervoor niet beschikbaar was. Verum heeft deze mathematica opgenomen in hun ASD:Suite." Het project is gericht op apparatuur om halfgeleiders te produceren, maar de resultaten zullen naar verwachting kunnen worden toegepast in tal van branches die afhankelijk zijn van embedded systemen, aldus Verum in een persbericht.

[www.verum.com](http://www.verum.com)



Complexe software voor machines als de A412 halfgeleideroven van ASM International kan met ASD:Suite van Verum sneller worden getest. (Foto: ASMI)

# New Coupling Range

Alongside high performance Reli-a-Flex® couplings, Reliance now offer a range of Spiral Beam, Flexible Disc & Curved Jaw couplings at very competitive prices.

Selected couplings available for next day delivery.



**Reliance**<sup>®</sup>  
Precision Mechatronics LLP  
Unique Solutions from Proven Concepts

NL+31 (0) 76 5040790  
UK +44 (0) 1484 601060  
[www.rpmechatronics.co.uk](http://www.rpmechatronics.co.uk)

## ADVERTISERS INDEX

	pagina
■ Aerotech <a href="http://www.aerotech.com">www.aerotech.com</a>	17
■ Applied Laser Technology (ALT) <a href="http://www.alt.nl">www.alt.nl</a>	2
■ Heidenhain Nederland BV <a href="http://www.heidenhain.nl">www.heidenhain.nl</a>	32
■ Mikroniek guide	31
■ Reliance Precision Mechatronics LLP <a href="http://www.rpmechatronics.co.uk">www.rpmechatronics.co.uk</a>	30



## Mikroniek

Mikroniek is the professional journal on precision engineering and the official organ of the DSPE (in Dutch NVPT), The Dutch Society for Precision Engineering.

Mikroniek provides current information about technical developments in the fields of mechanics, optics and electronics and appears six times a year.

Subscribers are designers, engineers, scientists, researchers, entrepreneurs and managers in the area of precision engineering, precision mechanics, mechatronics and high tech industry. Mikroniek is the only professional journal in Europe that specifically focuses on technicians of all levels who are working in the field of precision technology.

### Publication dates 2010:

nr.:	deadline reservation	publication date:
1	22-01-2010	26-02-2010
2	19-03-2010	23-04-2010
3	21-05-2010	25-06-2010
4	20-08-2010	24-09-2010
5	08-10-2010	19-11-2010
6	12-11-2010	17-12-2010

**For questions about advertising please contact:**

**Sales & Services** ■ Gerrit Kulsdom  
Tel. 00 31(0)229-211 211 ■ E-mail: [sns@wxs.nl](mailto:sns@wxs.nl)





# Mikroniekguide

## Development



TNO Industrie en Techniek  
Postbus 155  
2600 AD Delft  
**T** +31 (0)15 2696969  
**E** wegwijzer@tno.nl  
**W** www.tno.nl

member

## Education



Mikrocentrum  
Kruisstraat 74  
5612 CJ Eindhoven  
Postbus 359  
5600 AJ Eindhoven  
**T** +31 (0)40 296 99 11  
**F** +31 (0)40 296 99 10  
**E** info@mikrocentrum.nl  
**W** www.mikrocentrum.nl

member

## Lasersystems



Applied Laser Technology  
De Dintel 2  
5684 PS Best  
**T** +31 (0)499 375375  
**F** +31 (0)499 375373  
**E** techsupport@alt.nl  
**W** www.alt.nl

member

## TRUMPF

TRUMPF Nederland B.V.  
Oude Boekeloseweg 31  
7553 DS HENGELO  
Postbus 837  
7550 AV HENGELO  
**T** +31 (0)74 2498498  
**F** +31 (0)74 2432006  
**E** info@nl.trumpf.com  
**W** www.nl.trumpf.com

member

## Metal Precision Parts



Etchform BV  
Arendstraat 51  
1223 RE Hilversum  
**T** +31 (0)35 685 51 94  
**E** info@etchform.com  
**W** www.etchform.com

Etchform is a production and service company for etched and electroformed metal precision parts.

member

## Micro Drive Systems



Minimotor Benelux

België  
Dikberd 14/6c  
B-2200 Herentals  
**T** +32 (0)14-21 13 20  
**F** +32 (0)14-21 64 95  
**E** info@minimotor.be

Nederland  
Postbus 49  
NL-1540 Koog a/d Zaan  
**T** +31 (0)75-614 86 35  
**F** +31 (0)75-614 86 36  
**E** info@minimotor.nl  
**W** www.faulhaber.com

Faulhaber is a leading manufacturer of miniature drive systems based on ironless micromotors with the highest power-to-volume ratio.

member

## Motion Control Systems



Aerotech LTD  
Jupiter House, Calleva Park  
Aldermaston  
Berkshire  
RG7 8NN England  
**T** +44 (0)118 9409400  
**F** +44 (0)118 9409401  
**E** sales@aerotech.co.uk  
**W** www.aerotech.co.uk



Newport Spectra-Physics B.V.  
Vechtensteinlaan 12 - 16  
3555 XS UTRECHT  
**T** +31-(0)30 6592111  
**E** netherlands@newport.com  
**W** www.newport.com

Newport Spectra-Physics BV, a subsidiary of Newport Corp., is a worldwide leader in nano and micro-positioning technologies.

member

## Optical Components

### molenaar optics

Molenaar Optics  
Gerolaan 63A  
3707 SH Zeist  
Postbus 2  
3700 AA Zeist  
**T** +31 (0)30 6951038  
**F** +31 (0)30 6961348  
**E** info@molenaar-optics.nl  
**W** www.molenaar-optics.eu

member

## Piezo Systems

### HEINMADE

supplier piezo ceramic solutions

Heinmade B.V.  
High Tech Campus 9  
5656 AE Eindhoven  
**T** +31 (0)40 8512180  
**F** +31 (0)40 7440033  
**E** info@heinmade.com  
**W** www.heinmade.com

Distributor of Nanomotion, Noliac and Piezomechanik

## Your company profile in this guide?

Please contact:  
Sales & Services  
Gerrit Kulsdom  
+31 (0)229 211 211  
sns@wxs.nl



**HEIDENHAIN**

## Hoe kan men zich bewijzen in de op en neer gaande chipindustrie?

Er zijn slechts weinig branches die zo gevoelig zijn voor conjunctuurschommelingen als de halfgeleiderindustrie. Dat weten de fabrikanten van machines en systemen voor de chipproductie maar al te goed. Als toonaangevende producent van lengte- en hoekmeetsystemen in het sub-micronbereik, ondersteunt HEIDENHAIN de halfgeleiderindustrie. Zowel met toekomstgeoriënteerde meetsystemen, als met standaard producten voor een groot scala aan toepassingen en met een hoge graad van productieautomatisering. Daarbij komt een grote ervaring in een brede klantenkring in vele sleutelindustrieën. Het resultaat voor u: de hoogste nauwkeurigheid en een wereldwijde logistieke ondersteuning, die zich aanpast aan het op en neer gaan van de chipindustrie. Daarmee hoeft u zich geen zorgen meer te maken over de meettechniek en kunt u uw tijd besteden aan het op andere plaatsen verhogen van de efficiency. HEIDENHAIN NEDERLAND B.V., Postbus 92, 6710 BB Ede, Telefoon: (03 18) 58 1800, Fax: (03 18) 58 1870, [www.heidenhain.nl](http://www.heidenhain.nl), E-Mail: [verkoop@heidenhain.nl](mailto:verkoop@heidenhain.nl)