

nauwkeurigheden in nanometers. Om dit te kunnen realiseren, moet met grote nauwkeurigheid gepositioneerd, belicht, gemeten en geëts 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 technologieën 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 hysteresis. Onderzoek is gewenst naar elektronica en software voor de aansturing en uitlezing van piezo-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: <ul style="list-style-type: none"> • Componenten/verbinden • Gemonteerd produceren • Mechatronisch
Beweging	Aandrijven, lagere, besturen	<ul style="list-style-type: none"> • Bondingproblemen • Lageringproblemen • Hoogvacuüm • Compensatie van trilling en ongewenste vervorming • "Smart structures"
Materialen	Vooraf metalen	<ul style="list-style-type: none"> • Composieten/keramiek • Piezomaterialen
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

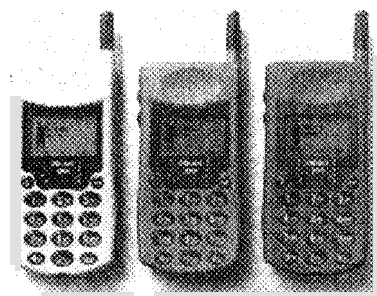


Foto Philips Electronics

zowel industriële als consumenten-apparatuur. Voor deze sector is de precisietechnologie dan ook van groot belang.

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 gulden	NEDERLAND miljarden gulden	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.

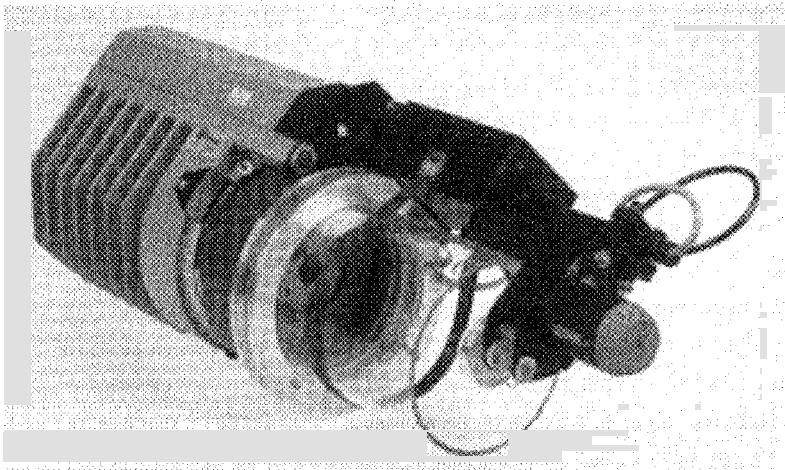
Toeleveranciers van de eerder vermelde industrieën

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 gulden.

Zelf ontwikkelde
spinkop
Foto Te Strake

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.

De machinebouwindustrie

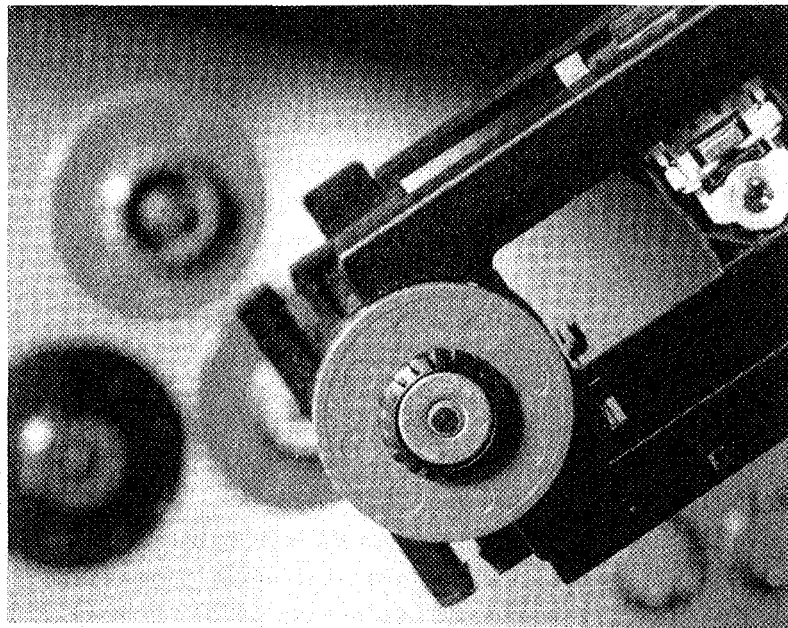
De machinebouwindustrie is een grote sector in Europa met een omzet van fl 572 miljard. De Nederlandse industrie heeft hier een klein marktaandeel van circa 3% met een omzet van circa fl 18,5 miljard. In grote delen van de machinebouw, zoals de algemene verspaning, boren, draaien, bewerkingscentra, is 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 precisiedraibanken gemaakt (Hembrug en EPT) voor normale en voor contactlenstoepassing. Procornea is een Nederlands bedrijf dat aangeeft dat met de Nederlandse contactlensdraibanken 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 beide snelgroeiende succesvolle bedrijven met een omzet van honderden miljoenen gulden die een duidelijk belang hebben bij precisietechnologie.

Bureaumachines en computerrand-apparatuur

De bureaumachines- en computerrandapparatuur-industrie 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 **Elektrotechnische producten**

CD-speler. 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

Foto Philips Electronics

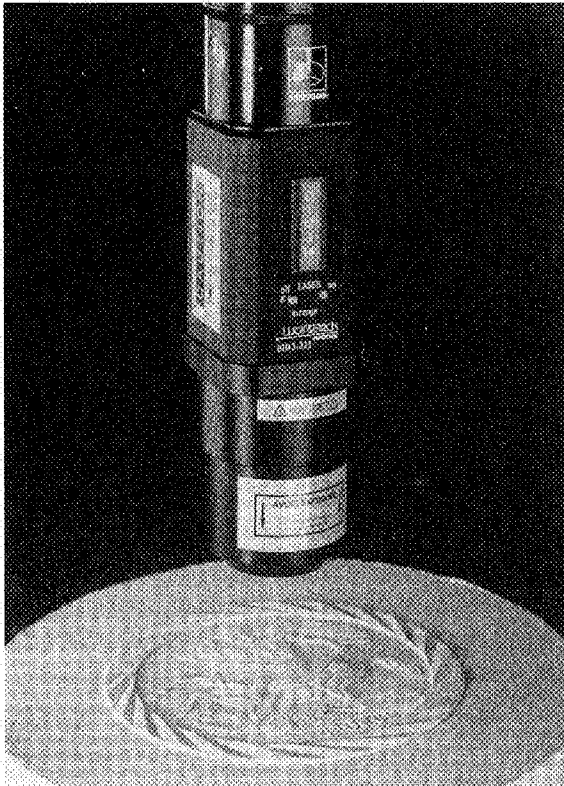
die drijfveer is voor een groot deel van de industrie in deze sector de precisietechnologie van belang. Naast Philips moet hierbij gedacht worden aan Simac, ODME en vele kleinere, gespecialiseerde bedrijven. Philips heeft van oudsher veel research gedaan naar de precisietechnologie, zowel in het CFT (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-machiefabrieken, 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 automobielenindustrie als de vliegtuigbouw en kleinere deelgebieden zoals 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 voornamelijk 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



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 Precisie-technologie.

Precisie draaien.

Foto Mechatronics

