

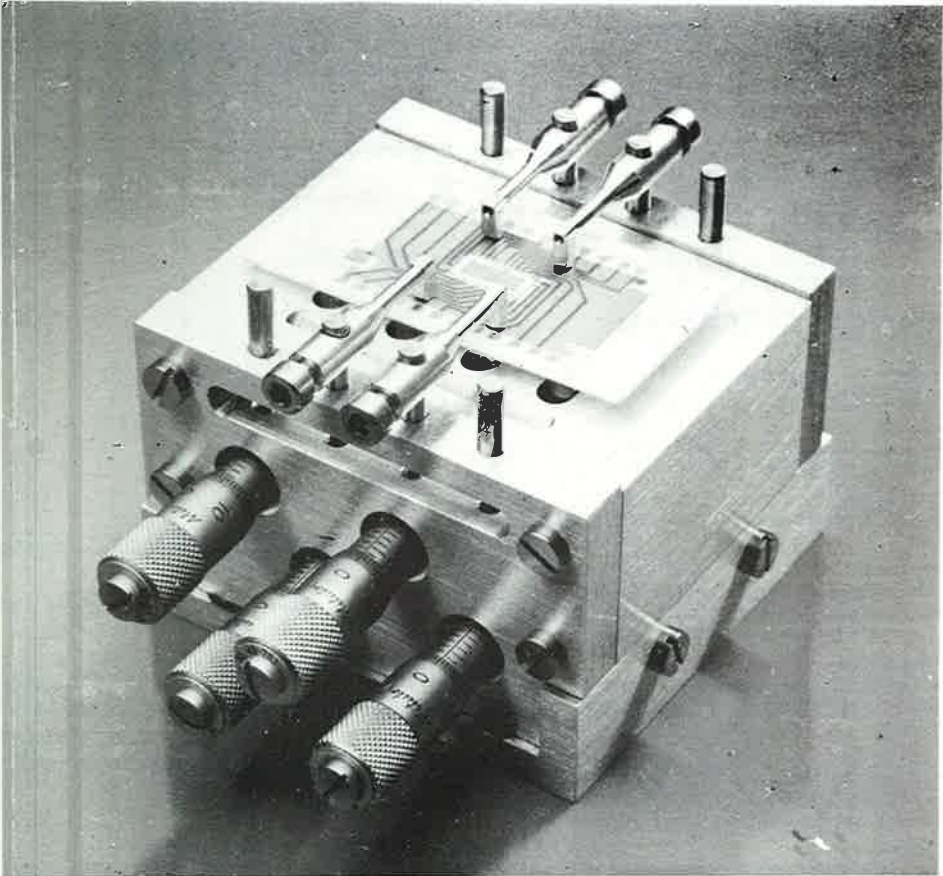
IEC B92

Nederlands Tijdschrift voor

Fotonica

8e jaargang nr. 3

juni 1982



Nederlands Tijdschrift voor Fotonica

Een 6x per jaar verschijnende uitgave van de Nederlandse Vereniging voor Fotonica (tevens sectie Fotonica van de KNCV en van de NNV)

Redactie

Ing. M. Helmig
 ir. P. Hoogeboom
 J.J.A.M. Lemmers
 drs. A.C.H. van Peski
 ir. H.J. Raterink

Redactieadres

J.J.A.M. Lemmers
 Joh. Enschedé en Zn
 Postbus 114
 2000 AC Haarlem
 tel. 023 - 319240, tst. 2315
 Kopij voor de rubrieken *agenda*, *bibliotheek* en *publicaties* zenden aan:
 drs. A.C.H. van Peski
 Postbus 9
 3830 AA Leusden
 Kopij voor de rubriek *technisch nieuws* zenden aan:
 ing. M. Helmig
 Philips Natuurkundig Laboratorium
 5600 MD Eindhoven

Bestuur

dr. ir. P. Koeze, voorzitter
 dr. A. Mackor, vice-voorzitter
 dr. G.A. Delzenne, secretaris
 ing. M. Helmig, penningmeester en ledenadministratie
 drs. C.W. Lamberts, ir. L. van Os en
 dr. ir. W. Werner, leden

Secretariaat van de Vereniging

Dr. G.A. Delzenne
 Agfa-Gevaert N.V.
 B-2510, Mortsel, België

Ledenadministratie

Ing. M. Helmig
 Philips Natuurkundig Laboratorium
 5600 MD Eindhoven

Contributie

Voor leden bedraagt de contributie f. 25,— per jaar

Abonnementen

Bedrijven, instituten, bibliotheken e.d. kunnen een abonnement op het Nederlands Tijdschrift voor Fotonica nemen à f. 25,— per jaar

Advertenties

Inlichtingen over het advertentietarief en de plaatsingsvoorwaarden zijn verkrijgbaar bij de redactie

Giro/Bank

Postrekening 760848 te Eindhoven, bankrekening nr. 51.21.19.406, ABN te Eindhoven, t.n.v. penningmeester Ned. Ver. voor Fotonica

Overname

van artikelen is alleen toegestaan met volledige bronvermelding en na overleg met de redactie.

Van de redactie	3
TNO: 50 jaar	
Drs. G.A. van de Schootbrugge	4
Optische Instrumentatie bij de TPD	
Ir. H.J. Raterink	7
EPnA-nieuws	17
Kijken- visueel onderzoek op het IZF/TNO	
J.J. Vos, A. van Meeteren	19
Onderzoek op het Fysisch Lab. TNO	
Ir. T. Bakker, Ir. A.N. de Jong	25
Continue registratietechnieken voor de vervormingsanalyse	
W.J. Beranek, A.J.A. Bruinsma	35
Ingezonden Mededeling	43
Technisch Nieuws	44
Fotonica-agenda	47

BIJ DE OMSLAG

Toestel voor het meten van de invloed van mechanische spanningen op de werking van een CCD.

Ontwikkeld door de Technische Fysische Dienst TNO, een van de Diensten, die in het kader van het 50-jarig jubileum van het TNO, in dit Tijdschrift een verslag geeft van haar activiteiten.

Een bijzonder nummer: TNO 50 jaar

Zoals velen van u weten gedenkt dit jaar de organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek, beter bekend als het TNO, haar 50-jarig bestaan.

Een bijzonder feit en zeker de moeite waard om er aandacht aan te schenken. Immers, het natuurwetenschappelijk werk, dat de vele instituten, die tot de organisatie behoren, uitvoeren, kent vele relaties met het gebied van de fotonica en het is zeer waarschijnlijk dat de meesten van u op een of andere manier met het TNO te maken hebben gehad.

Dit overwegende besloot de redactie een speciaal nummer aan het TNO te wijden, waarin vooral de fotonica aspecten aan de orde zouden komen. Echter, de aard van de onderzoeken en het aantal facetten dat het werk kent omvat zoveel, dat een selectie onvermijdelijk werd.

Wij hebben een aantal TNO-afdelingen gevraagd wat te vertellen over het werk dat zij verrichten, ons realiserend dat dit slechts een beperkt beeld van al de TNO-activiteiten zal geven.

In dit nummer komen aan het woord met een algemene inleiding de heer G.A. van de Schootbrugge van de Afd. In- en Externe Communicatie TNO, voorts het Fysisch Laboratorium TNO, de Technisch Fysische Dienst TNO, het Instituut voor Zintuigfysiologie en het Instituut voor Bouwmaterialen en Bouwconstructies.

Voor degenen, die meer over de onderzoeken en de organisatie van TNO willen weten verwijzen wij naar: Stafafdeling In- en Externe Communicatie TNO te Den Haag.

TNO: 50 jaar

drs. G.A. van de Schootbrugge
Stafafdeling In- en Externe Communicatie TNO
Den Haag

Op 10 mei 1982 vond de officiële herdenking plaats van het feit dat 50 jaar daarvoor de Nederlandse Organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek TNO was opgericht.

Voor een instelling met de naam en omvang van TNO droeg de viering een bescheiden karakter. De kosten ervan waren in termen van koopkracht van dezelfde orde als de TNO-subsidie in het eerste jaar 1932 die 12.000 gulden bedroeg.

Het besluit om alle uitbundigheid achterwege te laten, werd mede ingegeven door de sombere economische situatie in ons land, die ook voor TNO ingrijpende gevolgen heeft en nog verder zal krijgen. In zijn toespraak wees minister-president Van Agt daar met grote nadruk op. De algemene bezuinigingen zullen ook het subsidie van TNO niet ongemoeid laten en TNO zal meer als een bedrijf moeten gaan opereren, dat veel meer dan tot nu toe zijn eigen kost moet verdienen. De minister-president wees in zijn toespraak op instellingen als Batelle en Stanford Research Institute, die zich als private onderzoekbedrijven noodzakelijkerwijs en niet zonder succes hebben aangepast aan de nieuwe economische omstandigheden.

Dergelijke stellingen moeten natuurlijk wel met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Ook hun inkomsten komen voor een belangrijk deel uit overheidsopdrachten en ook zij moeten hun basiskennis voortdurend op peil houden. Als ze daarvoor zelf de middelen niet bezitten zullen ze die moeten kopen. De onkosten moeten dan worden doorberekend aan de opdrachtgevers. Het probleem is dat basisonderzoek niet direct geld oplevert. En als een overheid er belang aan hecht, zal ze er op één of andere wijze voor moeten betalen. Hetzelfde geldt voor bedrijven. In ditzelfde licht zullen we een andere opmerking van de minister-president moe-

tén zien, waarin hij wees op het succes van Japan. De collectieve uitgaven voor onderzoek zijn er relatief laag en driekwart van het onderzoek gebeurt er in industriële laboratoria. Het is echter ook bekend dat Japan tot voor kort zeer succesvol heeft weten te profiteren van de fundamentele kennis die elders werd gegenereerd, maar dat in Japan de wet van de stimulerende achterstand steeds minder geldt, zodat ook Japan zijn budget voor onderbouwend onderzoek sterk moet gaan uitbreiden. Dat zal de Japanse samenleving op een of andere wijze moeten opbrengen. Dat alles neemt uiteraard niet weg dat het geen kwaad kan, wanneer zo nu en dan gekeken wordt of al dat gemeenschapsgeld wel op de meest doelmatige wijze wordt besteed.

Doelmatig was één van de sleutelbegrippen in de wettelijke opdracht aan TNO, zoals die in de TNO-wet van 1930 werd geformuleerd: "Er is een centrale organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek, die tot taak heeft te bevorderen, dat dit onderzoek op de doelmatigste wijze dienstbaar gemaakt wordt aan het algemeen belang" (artikel 1).

Deze wet was de afsluiting van een moeilijke en langdurige aanloop en was de basis van een nogal unieke constructie.

Tegen het eind van de Eerste Wereldoorlog werd het steeds duidelijker dat wat er in Nederland aanwezig was aan kennis en ervaring op natuurwetenschappelijk gebied (en dat was zeker niet gering) noch naar aard noch naar organisatievorm in staat was de Nederlandse samenleving en met name de industrie draaiend te houden bij het wegvallen van de ongestoorde aanvoer van grondstoffen, machines en reserveonderdelen. Het neutrale Nederland was immers afgesloten van het oorlogvoerende

deel van de wereld. Lorentz wees hier in 1917 op.

Het idee van een aantal Delftse hoogleraren om een nieuwe organisatie in het leven te roepen met een onafhankelijke status, riep bij diverse departementen weerstanden op. Zij zouden immers wel geld moeten geven, ja zelfs de aan de departementen gelieerde instituten aan TNO moeten overdragen, maar hun invloed op de besteding van het geld zou sterk gereduceerd worden. De meeste instituten voelden het daarentegen als een verademing dat ze voor hun plannen in het vervolg een meer wetenschappelijk georiënteerde belangstelling zouden ontmoeten. Ook na de officiële instelling van TNO heeft deze problematiek nog zeer lang zijn stempel gedrukt op de ontwikkeling van de organisatie. De departementen bleven tegenstribbelen, zozeer zelfs dat nog in 1939 de tweede voorzitter van TNO, prof.dr. G. van Iterson Junior, zeer ontmoedigd afstand deed van zijn functie. Een aantal instituten, dat daar gezien de aard van hun werk voor in aanmerking kwam, is nooit in de TNO-organisatie opgenomen en bleef aan een departement gekoppeld.

Het vraagstuk van de invloed op het TNO-werk is nooit opgelost (en is waarschijnlijk ook niet oplosbaar). In de vette jaren na de oorlog bleef de competentiestrijd enigszins op de achtergrond. Nu de financiële middelen teruglopen laait de strijd weer op. Terugkijkend mag het opmerkelijk worden genoemd dat een organisatie met de onafhankelijkheid van TNO überhaupt kon ontstaan in de beroerde jaren dertig.

De ontwikkelingen die hebben geleid tot de oprichting van TNO hadden geenszins een puur Nederlands karakter. De eerste 'TNO-achtige' activiteiten gaan zelfs terug tot de Franse Revolutie. Het nieuwe Franse bestuur slaagde er in om het toegepaste onderzoek te bundelen en voor de revolutionaire zaak in te zetten. Men was daarmee zijn tijd ver vooruit. Een kleine eeuw later begon vooral in Duitsland de industriële research op gang te komen (Siemens, Krupp, Zeiss e.a.). In de Verenigde Staten was Edison ook op dit gebied

een pionier.

Rond de eeuwwisseling werd steeds duidelijker dat de systematische toepassing van natuurwetenschappelijke kennis grote economische beloften inhield. De Eerste Wereldoorlog zorgde voor een aanzienlijke versnelling van deze ontwikkeling. In Nederland vormde het Natuurkundig Laboratorium van Philips (opgericht in 1913) een vroege blijk van het snel stijgende vertrouwen in de uiteindelijke profijtelijkheid van, ook fundamenteel, natuurwetenschappelijk onderzoek. Met zijn vele internationale contacten was Lorentz bij uitstek in staat deze ontwikkeling naar waarde te schatten.

Nadat TNO in de periode 1940 - 1945 had laten zien dat ze in de vorige wereldoorlog waarschijnlijk ook van groot nut geweest had kunnen zijn, brak na 1945 een periode van grote en gestage groei aan. Nadat in 1934 de eerste zogenoemde Bijzondere Organisatie TNO, de Nijverheidsorganisatie, was opgericht volgde in 1940 de Voedingsorganisatie en daarna in 1943 de Landbouworganisatie (opgeheven in 1951) en de Landbouwnijverheidsorganisatie (in 1957 overgegaan in de Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek), in 1946 de Rijksverdedigingsorganisatie en in 1949 de Gezondheidsorganisatie.

Deze BO's, die speciale interessegebieden bestreken, waren in belangrijke mate onafhankelijk van elkaar en van de Centrale Organisatie TNO, die wel het totale budget beheerde. Ze bezaten een eigen rechtspersoonlijkheid.

De grote bloei van TNO dateert in feite van na 1945. In de periode tussen 1940 en 1950 kreeg TNO zo'n 25 instituten onder zijn beheer. Tien daarvan werden overgenomen van het Rijk, de rest waren nieuwe TNO-creaties. Na de bevrijding heeft TNO een belangrijke rol gespeeld in de wederopbouw en industrialisatie van Nederland. In het eerste decennium na de oorlog groeide het aantal TNO-medewerkers van ca. 500 tot 3000. Kreeg TNO in 1932 nog maar f. 12.000,- subsidie, in 1955 was dat opgelopen tot f. 23,5 miljoen. In 1980 was het verder gestegen tot ca. f. 250 miljoen bij een aantal medewerkers van ca.

5000. De omzet van TNO bedroeg in 1981 ca. 550 miljoen gulden. Het gezondheids-onderzoek en het defensie-onderzoek worden voor het grootste deel uit de rijks-subsidie gefinancierd. Het industrieel-technologisch onderzoek wordt voor ca. 30% door het rijk betaald, terwijl de overige 70% het resultaat is van onderzoek in opdracht van derden, verworven op de open markt.

Niet alleen de omvang van TNO veranderde aanmerkelijk, ook het relatiepatroon bleef niet gelijk. In de jaren van snelle economische groei ontstond er bij TNO ruimte het eigen "vrije onderzoek" uit te breiden. Ook dit onderzoek was uiteraard op toepassing gericht, maar de resultaten waren minder direct implementeerbaar in het bedrijfsleven. Een deel van TNO raakte zo de directe voeling met de industriële werkvloer kwijt. Dit proces werd nog aanzienlijk versterkt door de opkomst van de overheid als opdrachtgever van TNO. In de zestiger jaren werd door de samenleving een toenemende druk op de overheid ontwikkeld om meer aandacht aan het welzijn te besteden. Voeding, gezondheid, veiligheid, milieu en consumentenproblematiek kregen daardoor een belangrijke plaats in het werkprogramma. De aandacht van TNO voor deze thema's nam snel toe, hetgeen ten koste ging van de relaties met het bedrijfsleven. Daar kwam nog bij dat de belangen van de overheid zeker in die tijd nogal eens afweken van die van het bedrijfsleven.

Op het eind van de jaren zestig, ruim voor de eerste oliecrisis, begon de economie sporen van terugval te vertonen. Al snel kwam de oplossing op tafel, niet in de laatste plaats geïnspireerd op de fantastische ontwikkelingen in Japan: technologische vernieuwing, innovatie. Overheid en bedrijfsleven realiseerden zich plotseling weer het bestaan van TNO. Is TNO in zijn huidige vorm wel in staat om wezenlijk bij te dragen aan het noodzakelijke vernieuwingsproces, zo luidde de vraag in het begin van de jaren zeventig. En het antwoord kwam al snel: nee, TNO werkt te veel vanuit een ivoren toren en de organisatie is niet in staat om snel en slagvaardig te reageren

op de razendsnelle veranderingen die zich in deze tijd voordoen. Er moest gereorganiseerd worden. Dat het niet mee valt om snel en slagvaardig op veranderingen te reageren mag blijken uit het feit dat het nog bijna 10 jaar duurde voordat de eerste duidelijke reorganisatiestappen werden gezet. Met ingang van 1 januari 1981 hielden de Bijzondere Organisaties op te bestaan en werden alle TNO-onderdelen samengebracht in de Centrale Organisatie TNO. De diverse onderzoekvelden werden verdeeld over 8 hoofdgroepen, die de autonome status van de BO's missen. De reorganisatie van het centrale stafapparaat is intussen afgerond. De reorganisatie van de rest van TNO zal naar verwachting nog zeker enige jaren in beslag nemen. Binnenkort zal een nieuwe TNO-wet van kracht worden. Ook de financieringsstructuur van TNO zal ingrijpend veranderen. Het is de bedoeling dat een deel van de basis-subsidie wordt omgezet in zogenoemde doelsubsidies, waardoor de invloed van de departementen op de besteding van het overheidsgeld aanzienlijk zal toenemen. Voorts heeft de overheid TNO te verstaan gegeven de komende jaren de inkomsten uit opdrachten van derden aanzienlijk op te voeren. Het zal duidelijk zijn dat de viering van het 50-jarig jubileum van TNO dan wel geen opvallende gebeurtenis is geweest, maar dat deze periode om heel andere redenen niet onopgemerkt aan TNO voorbij is gegaan.

In het voorgaande is het werk van TNO er wat bekaaid afgekomen. We zullen niet proberen deze omissie met een snelle opsomming van successen nog enigszins recht te trekken. Er waren successen, er waren mislukkingen, maar het grootste deel van het werk heeft zich altijd onttrokken aan grootschalige publieke waardering. TNO als adviseur, als kennisoverdrager en als onpartijdige scheidsrechter. Ondanks het feit dat 50 jaar lang mensen bezig waren, is het de organisatie gelukt een imago te verwerven van competentie, onkreukbaarheid en neutraliteit. Eigenschappen, die ook in de toekomst het voortbestaan van TNO zullen moeten en kunnen garanderen.

Optische Instrumentatie bij de TPD

Ir. H.J. Raterink

Technische Fysische Dienst TNO-TH
Delft

In het jaarverslag over 1981 van de Technische Fysische dienst TNO-TH wordt aandacht besteed aan het veertig jaar bestaan van de TPD. Gerust gezegd mag worden dat, nu TNO al weer vijftig jaar bestaat, de TPD één van de oudste TNO-instituten is. De TPD is ook een bijzonder instituut, door de unieke relatie met de afdeling Technische Natuurkunde van de TH in Delft.

Bij de hoogleraren van de afdeling Technische Natuurkunde van de THD groeide reeds in de dertiger jaren de behoefte een relatie te leggen met het maatschappelijke leven. Het was in 1937 dat door hen werd aangevoerd dat voor vragen op technisch-fysisch gebied van de overheid en de industrie een aparte dienst moest worden opgericht. Het heeft tot 1941 geduurd alvorens deze dienst werd opgericht en in de TNO-organisatie werd ondergebracht als Technisch Fysische Dienst TNO-TH. Werd in de beginjaren de TPD bestuurd door een Raad van Bestuur, bestaande uit hoogleraren van de afdeling Technische Natuurkunde van de THD, in 1966 kwam een meer definitieve organisatievorm tot stand, waarbij door de hoogleraren de Wetenschappelijke Raad werd gevormd. De voorzitter van deze Wetenschappelijke Raad is sinds 1966 tevens lid van de Raad van Bestuur:

Het spreekt vanzelf, dat vooral in de beginperiode van de TPD de toen aanwezige afdelingen van de TPD sterk werden gesteund en geleid door de hoogleraren van de overeenkomstige afdelingen van de afdeling Technische Natuurkunde van de THD. Dit goldt zeker voor de Optische Afdeling van de TPD, die, onder de bezielende leiding van prof. A.C.S. van Heel in de jaren na 1945 van start ging. Eenzelfde beeld biedt het Elektronen-microscopisch Instituut, dat op 1 november 1943 als onderdeel van de TPD werd

opgericht onder de technische leiding van ir. J.B. Le Poole. Later werd dit Instituut als afdeling voor Elektronenmicroscopie in de TPD opgenomen, terwijl in 1957 de inmiddels gepromoveerde Le Poole het professoraat aan de TH-Delft kreeg aangeboden. Het is algemeen bekend hoe onder de leiding van prof. Le Poole deze afdeling, waarvan de naam later werd veranderd in de afdeling Elektronenoptiek, tot grote bloei is gekomen. Gezien de activiteiten van de TPD, sterk gericht ondermeer op de ontwikkeling en bouw van geavanceerde meetsystemen op een breed fysisch gebied, was het niet verwonderlijk dat de TPD in 1964 werd betrokken bij activiteiten ten behoeve van het ruimte-onderzoek en de ruimtevaart. In de achterliggende jaren heeft de TPD zeer belangrijke bijdragen mogen leveren aan zowel nationale- als internationale projecten op dit gebied.

Uit het voorgaande komt duidelijk naar voren dat optische instrumentatie al vele jaren een belangrijke activiteit bij de TPD is. Er wordt door een viertal afdelingen in een zeer breed golflengtegebied en met verschillende doelstellingen gewerkt aan projecten op het gebied van de optische instrumentatie. In dit artikel zullen wij hiervan een globaal overzicht geven, waarbij uiteraard niet naar volledigheid wordt gestreefd.

De activiteiten van de afdeling *Elektronen-optiek* zijn al vele jaren gericht op de ontwikkelingen/bouw van elektronen-optische apparatuur, zoals elektronenmicroscopen en röntgenprojectiemicroscopen, alsmede microfocusröntgenapparatuur voor het niet-destructieve onderzoek van industriële produkten. Centraal staat in deze activiteiten de kennis op het vakgebied van de elektronenoptica. Wij zullen deze activiteiten aan de hand van enkele voorbeelden toelichten.

– Als industriële apparatuur van bijzon-

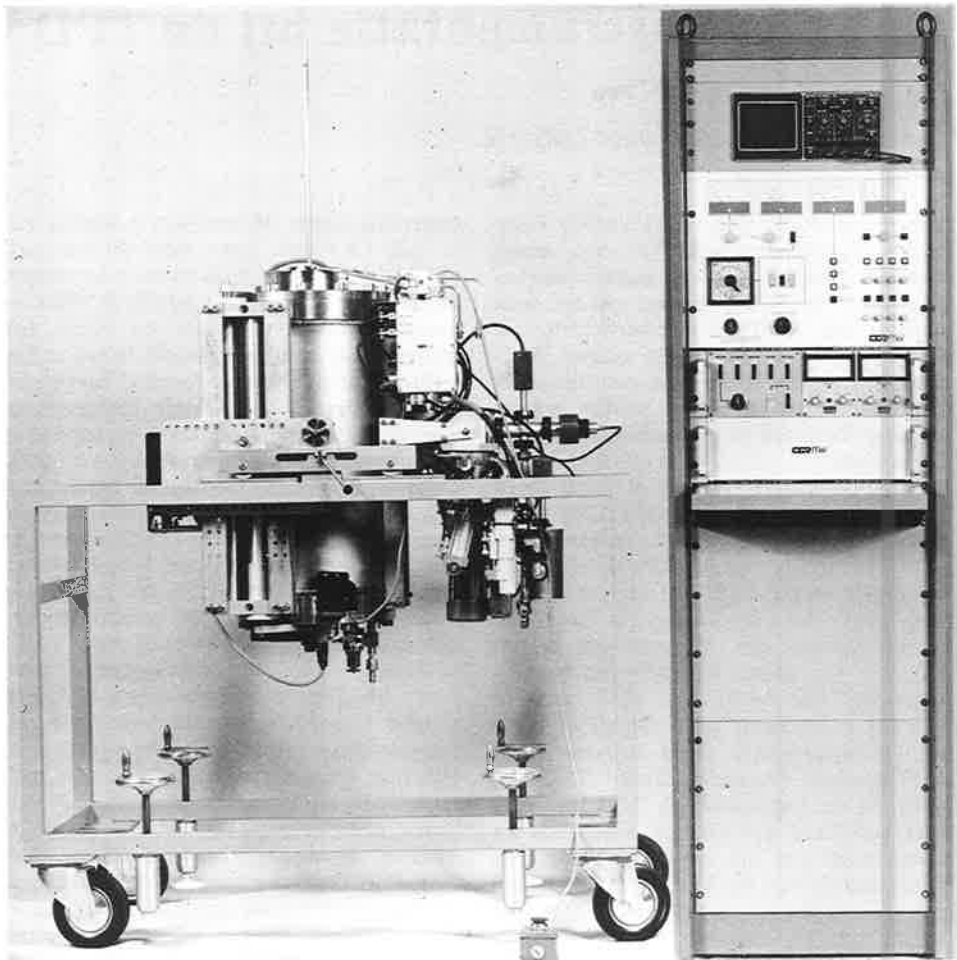


Fig. 1
150 kV microfocus röntgenapparaat.
De röntgenbron bevindt zich aan het uiteinde van de naar boven gerichte dunne buis.

dere aard mag de *150 kV microfocus röntgenapparatuur* worden genoemd. Deze apparatuur is uniek in zijn soort en gekenmerkt door het verkrijgen van een kleine en heldere röntgenbron aan het uiteinde van een lange, dunne stok. In de afgelopen jaren zijn er 14 stuks van deze apparatuur in diverse uitvoeringsvormen door de TPD gebouwd. Hiervan zijn er 4 stuks in Nederland in gebruik, 1 systeem in Engeland, 2 systemen in Frankrijk, 7 exempla-

ren in de V.S., terwijl momenteel 1 systeem voor China in aanbouw is. Het 150 kV microfocus röntgenapparaat wordt toegepast voor het inspecteren van lasverbindingen, waaraan zeer hoge kwaliteitseisen worden gesteld, zoals voor stoomgeneratoren, warmtewisselaars in kerncentrales en straalmotoren voor vliegtuigen. Met dit voorbeeld wordt tevens aange- toond, dat de TPD is ingericht om kleine

series van veelal omvangrijke apparatuur van hoog wetenschappelijk- en technisch niveau te vervaardigen.

— De elektronen diffractie-apparatuur voor gassen is een voorbeeld van de ontwikkeling van *wetenschappelijke apparatuur van bijzondere aard*. Hiermede is het mogelijk de moleculaire apparatuur van gasvormige verbindingen te bepalen uit de diffractie-opnamen. Voor een universitaire instelling in Antwerpen is een dergelijk systeem waarin vele functies werden geautomatiseerd om een snelle bediening mogelijk te maken, gerealiseerd. Dit systeem is al ruim een jaar met succes in gebruik.

— Verder mag nog vermeld worden:

- a) de ontwikkeling en bouw van het 1 MeV transmissie-elektronenmicroscop, dat sinds 1974 bij het Metaal instituut TNO in gebruik is, in het bijzonder voor metallurgisch onderzoek aan relatief dikke preparaten;
- b) de ontwikkeling van diverse elektronen lasapparaten en
- c) het magnetisch niet-destructief onderzoek aan pijpen en staalkabels.

Tenslotte moge nog worden vermeld de ondersteuning die van TPD-zijde wordt gegeven aan het Centrum voor Submicro-technologie, dat in 1981 door de afdeling Technische Natuurkunde van de THD is opgericht. Het betreft hier verdere studie inzake bijzondere toepassingen op het terrein van de elektronen-, ionen- en röntgenlithografie. Zoals verder uit dit overzicht zal blijken omvat deze ondersteuning ook inbreng van de zijde van de optische afdeling. De activiteiten van de *optische afdeling* van de TPD waren in de jaren 1945-1960 in belangrijke mate gericht op het toepassen van de aligneer-methode van Van Heel, de ontwikkeling van speciale lenzenstelsels voor-toepassing in o.a. de groothoekcamera, de horizon-camera en in periscopen, en het onderzoek aan optische fibers (draadjes optiek). Vele werkzaamheden werden uitgevoerd door de "Werkgroep Optiek" van de Rijksverdedigingsorganisatie, organisatorisch ondergebracht bij de TPD. In die periode werd grote aandacht besteed aan de ontwikkeling van optische rekenprogramma's voor het ontwerp van optische stelsels. Ook

kwam in die periode de relaisrekenmachine "de Testudo" tot stand, het geesteskind van de toenmalige student-medewerker W.L. van der Poel. Deze relaisrekenmachine, heel toepasselijk gedoopt met de Latijnse naam van "schildpad" was menig etmaal twaalf tot achttien uur — ook 's nachts — in bedrijf om optieken door te rekenen.

Lag het accent in de optische afdeling in deze periode zeer sterk op de geometrische optica, in de jaren na 1960 namen de activiteiten op het gebied van de optische instrumentatie toe. Ten dele werd dit veroorzaakt, doordat in 1959 de "Werkgroep Optiek" officieel werd opgeheven, hoewel het onderzoekprogramma voor optisch onderzoek ten behoeve van de defensie werd voortgezet. Wel bracht dit met zich mee, dat meer opdrachten voor industrie en overheid moesten worden aangevraagd. Hierbij werd enerzijds gebruik gemaakt van de aanwezige "know-how" op het gebied van het ontwerpen van lenzen, welke kennis verder werd uitgebreid, terwijl anderzijds in het bijzonder een tweetal nieuwe specialismen in de jaren na 1960 tot ontwikkeling kwamen, namelijk *lasertoepassingen* en *spectrograaf/spectrometer* ontwikkelingen o.a. voor het ruimteonderzoek.

Om tot een efficiënte aanpak van de optische activiteiten te komen, werd de optische afdeling onderverdeeld in een tweetal afdelingen namelijk geometrische optiek en optische instrumentatie, waarbij uiteraard tussen beide afdelingen een nauwe samenwerking bestaat.

Wanneer we de belangrijkste activiteiten van beide optische afdelingen op het gebied van de optische instrumentatie de revue laten passeren, dan liggen deze op het gebied van:

- 1) de *interferometrie*, welke vooral door de komst van de laser in 1960 een nieuwe impuls heeft gekregen. Door gebruik te maken van de coherente eigenschappen van de laserbundel, kunnen met interferometers verplaatsingen met grote nauwkeurigheid (< 1 micrometer) en over een grote afstand (tot ca. 100 m) worden bepaald.

Een belangrijke uitbreiding van de inter-

ferometrie geeft de *holografische interferometrie*, waarmede vervormingen en hellingen van diffuus reflecterende driedimensionale objecten zowel kwalitatief als kwantitatief kunnen worden bepaald. Holografische interferometrie is met succes toegepast voor het niet-destructief testen van voorwerpen. Het voorwerp wordt hiertoe thermisch of mechanisch belast, zodanig dat vormafwijkingen of oppervlakte-defecten zich in het interferogram, ontstaan uit de opnamen van de onbelaste en belaste toestand, kunnen manifesteren. Door de grote gevoeligheid kan de belasting klein zijn, wat een groot voordeel is. Als indicatie voor defecten kunnen plaatselijke onregelmatigheden als discontinuïteiten of knikken in het interferentiepatroon dienen. Omvangrijker fouten kunnen worden gevonden door vergelijking van het interferogram met een berekend of uit een meetserie empirisch bepaald interferogram van een foutloos exemplaar. Veel onder-

zoekingen en opdrachten na 1965 hadden betrekking op deze kwalitatieve holografische interferometrie.

Ook is veel aandacht besteed aan het *kwantitatief* uitwerken van holografische interferogrammen om o.a. trillingspatronen, deformatiecomponenten en temperatuurverdelingen te analyseren. Hierbij is het wel van belang te werken met een belasting, die overeenstemt met de feitelijke gebruikssituatie. Voorbeelden betroffen o.a. metingen aan automobielmotoren, vervorming van de cilinderkop van scheepsdieselmotoren en temperatuurverdeling in een spouw. Voor onderzoek aan doorzichtige media met "in-line" holografie en toepassing van een pulslaser mag worden genoemd: het zichtbaar maken van stromingsverschijnselen bij het cavitatieonderzoek in Wageningen en het vlamonderzoek.

Nieuwe ontwikkelingen zijn gericht op het toepassen van digitale beeldverwerkende technieken. Hierbij wordt zonder de tus-



Fig. 2
Trillingspatroon van een luidsprekerconus, opgenomen met een dubbelpuls robijnlaser.

senstap van het maken van een fotografische opname van het interferogram het negatief met een microdensitometer of een TV-scanner uitgelezen en toegevoerd aan een beeldverwerkend computersysteem. Allereerst wordt het interferentiebeeld "opgeknapt" en daarna geanalyseerd.

Tenslotte mag nog worden vermeld de ontwikkelingen van de zgn. "witlicht"-hologrammen en de holografisch optische componenten (HOE's) voor toepassing in optische systemen.

b) *de laser-Doppler snelheidsmeter (LDS)*. Deze activiteit betreft het ontwikkelen en bouwen van complete LDS-systemen, alsmede het uitvoeren van snelheidsmetingen in stromingen (vloeistof en gas) en het meten van de snelheid van bewegende voorwerpen. Gestart omstreeks 1965 heeft deze belangrijke activiteit geresulteerd in de ontwikkeling van "eigen" LDS-apparatuur, waarin een roterend radiaal faseraster, wel of niet gecombineerd met een concentrisch faseraster, het hart van ons systeem vormt. Veel onderzoeksgroepen in binnen- en buitenland passen onze

LDS-apparatuur toe in een groot gebied van stromingsonderzoek. Wij prijzen ons gelukkig dat deze LDS-activiteit heeft geleid tot de oprichting van een LDS-gebruikersgroep in ons land, bestaande uit geïnteresseerden uit universitaire- en industriële laboratoria. Bijzondere toepassingsgebieden zijn o.a. stromingsmetingen bij het onderzoek aan verbrandingsmotoren, bij de fysische oceanografie het bestuderen van microschalige mengprocessen op zee en het meten van de volgstroom achter een scheepsmodel in een sleeptank en tussen de schroef en het schip op zee (1 : 1 metingen).

c) *optische inspectiemethoden*. De vervanging van visuele inspectiemethoden door automatische systemen is reeds vele jaren een in belang groeiend interessegebied van ons Instituut. Redenen voor een dergelijke automatisering zijn ondermeer: de behoefte aan objectieve- en kwantitatieve informatie van producten, de toenemende stroom van te inspecteren objecten en de behoefte aan snelle gegevensverwerking om productieprocessen snel te kunnen bijstellen.

De bij de TPD in behandeling zijnde inspectieproblemen omvatten: de kwaliteitscontrole, het classificeren op de aanwezigheid van specifieke kenmerken en het bepalen van afmetingen, vorm en oriëntatie. Belangrijke aandacht wordt sinds 1968 besteed aan de ontwikkeling van inspectiesystemen van waardepapieren. Een recent voorbeeld is de ontwikkeling van een geavanceerd schoon-vuil detectiesysteem voor bankbiljetten ten behoeve van De Nederlandsche Bank. Hierbij wordt gekeurd op effecten, veroorzaakt door de circulatie, als: vervuiling, kreukels, gaten en scheuren, cellotape, ezelsoren en locale afwijkingen zoals schrift. De schoonvuil keuring is gebaseerd op meting van de optische reflectie van het biljetoppervlak, dat wordt verlicht en afgebeeld op een solid-state fotodiode array, tijdens het passeren van het biljet op de transportmachine. Verder mogen worden genoemd:

- de ontwikkeling van een nieuw model herkenningsstelsel voor bankbiljetten voor toepassing in zelfbedieningsautomaten (samen met Instrumentum TNO)

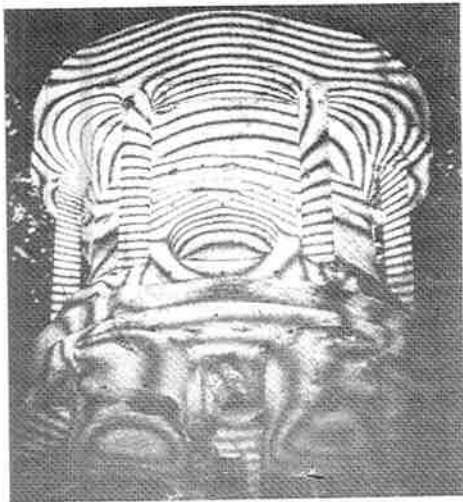


Fig. 3
Interferogram van een vervorming van een cilinderkop van een dieselmotor, opgespannen met behulp van hydraulisch spangereedschap. Vervorming kan kwantitatief in een groot aantal punten worden bepaald door de plaatsen van maxima en minima te bepalen.

- ontwikkeling van een inspectie-apparaat voor toepassing bij de productie van bankpapier
- de detectie van oppervlaktefouten in kabels
- de detectie van scheurtjes in metaaloppervlakken en
- bepaling van het volume van colli, terwijl deze op een transportband worden vervoerd; met de gemeten afmetingen wordt het tarief van verzending automatisch berekend.

d) *het op afstand meten van luchtverontreinigingen*

In het kader van de "Second Environmental Research Programme" van de Commissie van de Europese Gemeenschappen in Brussel werd in de periode 1975-1979 in

samenwerking met het Astronomisch Instituut van de Rijksuniversiteit in Utrecht gewerkt aan de toepassing van heterodyne detectietechnieken voor dit doel. Als lokale oscillator werd een afstembare en zeer stabiele CO₂-laser toegepast. Met succes zijn laboratoriummetingen uitgevoerd, waarmede absorptieprofielen van verschillende gassen bij verschillende drukken en al of niet gemengd met stikstof tot atmosferische druk zijn gemeten. Aansluitend is, in samenwerking met de hoofdafdeling Maatschappelijke Technologie TNO een onderzoek uitgevoerd met het doel de directe absorptiemeting van luchtverontreinigingen met toepassing van afstembare diodelasers. Het is gelukt absorptiemetingen uit te voeren in de atmosfeer,

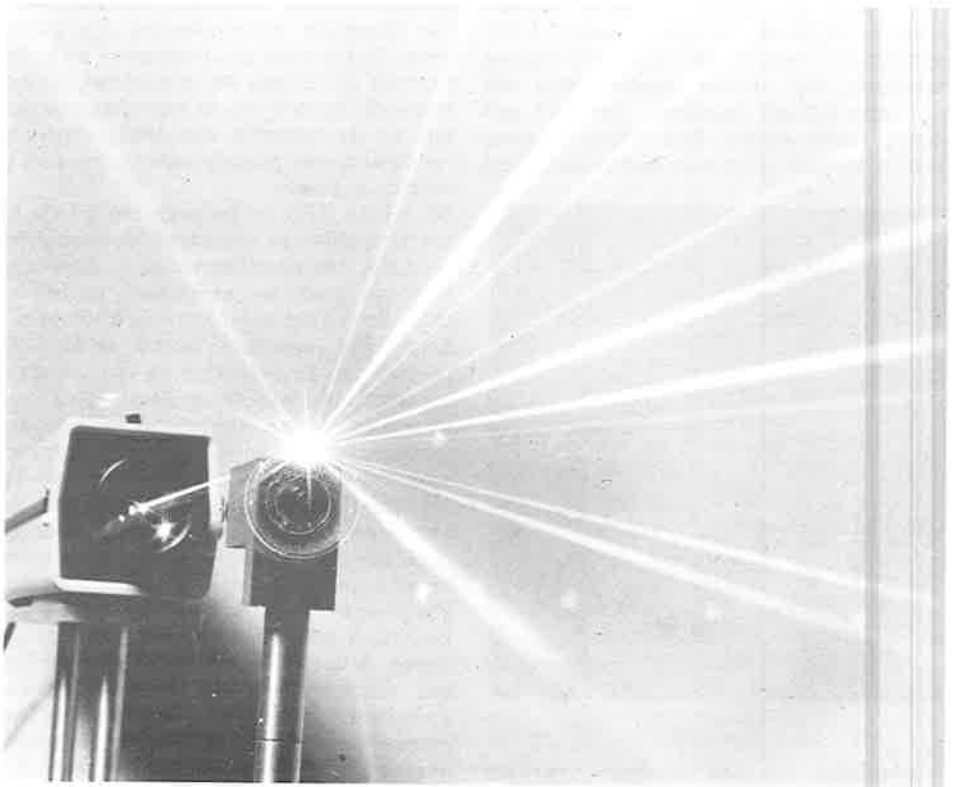


Fig. 4

Buiging van He-Ne laserbundel aan roterend radiaal-concentrisch faseraster voor toepassing in TPD laser Doppler-snelheidsmeter.

waarbij de retroreflector was geplaatst op een afstand van 1 km.

e) *laser afstandmeters*, waarmee voor geodetische toepassingen de afstand tot aardsatellieten, welke tot 10.000 km kan bijdragen, wordt gemeten met een nauwkeurigheid, beter dan 10 cm. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een pulslaser, met een zeer korte duur van de laserpuls. Door op verschillende plaatsen op aarde op vastgestelde tijdstippen de afstand tot de satelliet, waarvan de baan zeer nauwkeurig bekend is, te meten kunnen de onderlinge posities van de continenten worden bepaald en o.a. aardverschuivingen "tijdig" worden gesignaleerd. Ook fluctuaties in het zwaartekrachtveld van de aarde kunnen op deze wijze worden bepaald.

Het eerste exemplaar van een dergelijke afstandsmeter staat vast opgesteld in het Observatorium te Kootwijk. Momenteel zijn er twee verplaatsbare instrumenten in ontwikkeling, één eveneens voor Kootwijk en één voor een Duits geodetisch instituut. De technische ontwikkeling van deze geavanceerde apparatuur geschiedt in nauwe samenwerking met de groep in Kootwijk, die verbonden is aan de TH-Delft.

f) de ontwikkeling van *glasvezelsensoren*, voor het meten van allerlei fysische grootheden als bijv. druk, waarbij de lichtgeleider (fiber) zorgt voor het transport van de laserbundel en tevens als gevoelig element (sensor) optreedt. Deze nieuwe ontwikkelingen staan nog in het begin en zijn veelbelovend. Opgemerkt mag worden dat het ca. 30 jaar geleden is, dat de TPD als één van de eersten in de wereld aan de ontwikkeling en toepassing van de lichtgeleider (draadjesoptiek) werkte, een uitvinding van prof. Van Heel waarvoor helaas van de zijde van de overheid en de Nederlandse industrie toen geen belangstelling bestond. Na 30 jaar wordt gestart met een tweede belangrijke toepassing van deze glasvezels; verwacht wordt met meer succes.

g) *bewerkingstechnieken* met lasers, waarvoor bij het Ministerie voor het Wetenschapsbeleid een uitgebreid voorstel met het Metaalinstituut TNO en de TH Twente is ingediend voor een opzet van een TNO-

laserfaciliteit. Het incidenteel, met zeer beperkte CO₂-laserapparatuur, werken aan industriële problemen op dit gebied, is ten enenmale onvoldoende gebleken om deze nieuwe technieken te kunnen introduceren in onze industrie.

Tot de onderwerpen, die eveneens sterk instrumenteel gericht zijn en voor de TPD een belangrijk onderwerp vormen behoren de *lichtdetectietechnieken*, van groot belang voor instrumenten voor gebruik in ruimtevoertuigen. Deze instrumenten zijn te verdelen in:

- a) astronomische waarnemingsinstrumenten;
- b) aardobservatie instrumenten en
- c) instrumenten voor het bepalen van de stand t.o.v. hemellichamen, de zogenaamde standsensoren.

De activiteiten van de TPD ten behoeve van het ruimte-onderzoek en de ruimtevaart in het algemeen, dateren van 1964. In een brief van 18 februari 1964 kreeg de TPD het verzoek van prof. dr. C. de Jager van het Laboratorium voor Ruimteonderzoek te Utrecht om mede te werken aan een *ultraviolet-sterspectrograaf*, S-59 genaamd, voor het uitvoeren van waarnemingen vanuit de Europese TDI-satelliet. Dit bleek een moeilijke opgave te zijn, waaraan uiteindelijk 8 jaar is gewerkt. Na lancering in het voorjaar van 1972 heeft dit instrument 2 jaar lang voortreffelijk in de ruimte gewerkt. Deze opdracht heeft niet alleen belangrijke uitbreiding van het golfengtegebied, waarin tot ca. 1964 door de optici werd gewerkt, ingeleid, maar ook geleid tot een verder onderzoek naar de eigenschappen van *diffraactietralies*. Dit onderzoek heeft tot zeer belangrijke resultaten geleid, welke als basis hebben gefungeerd voor een groot aantal nationale- en internationale opdrachten op het gebied van astronomische waarnemingsinstrumenten en aardobservatie instrumenten. Voorbeelden hiervan zijn o.a. twee *raketexperimenten R7* voor spectraal onderzoek van de zon in het verre ultraviolet en het zachte röntgengebied, de *Leinax* voor de studie van cosmische R6-bronnen, een balonexperiment *BUSS* waarbij een zeer hoge resolutie ultraviolet sterspectrometer

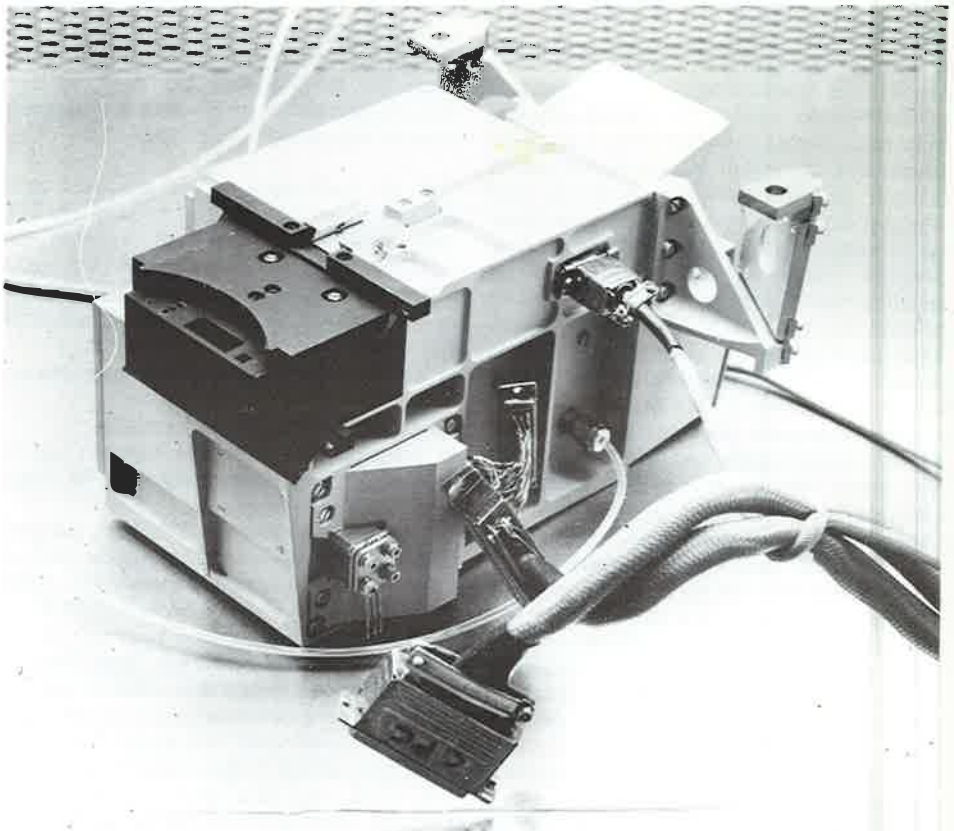


Fig. 5
 Instrumentenpakket voor de IRAS, bestaande uit 1 spectrometer (intree opening groot rechthoekig gat) en 2 fotometers (3 ronde openingen linksboven en daarnaast gelegen kleine ronde opening). Dit geheel is door de TPD ontwikkeld en vervaardigd.

werd toegepast en de ontwikkeling van een *röntgenmonochromator* voor toepassing in het laboratorium. In enkele van deze instrumenten worden diffractietralies toegepast, waarbij de scherend invallende bundel nagenoeg evenwijdig invalt aan de groeven van het tralie. Met een dergelijke opzet wordt niet alleen een gunstige geometrie van de bundels verkregen, maar tevens een hoge diffractie-efficiency die ca. 10 x zo hoog is dan bij conventionele tralie-opstellingen met scherende inval. Bovendien is een zeer groot golflengtebereik mogelijk.

Recente ontwikkelingen, die hier op berusten betreffen a) de ontwikkeling van een *monochromator* voor *synchrotron stralingsbronnen*, waarbij met één tralie een golflengtegebied van 0,6 nm tot 100 nm kan worden bestreken en b) het ontwerp voor een *spectroheliograaf* voor het gebied van 7 tot 170 nm voor onderzoek aan de zon.

Als voorbeelden van instrumenten voor *grotere* golflengten kunnen de 3 instrumenten worden genoemd, die de TPD voor de nieuwe (laatste?) nederlandse satelliet **IRAS** heeft ontwikkeld in op-

dracht van het Laboratorium voor Ruimteonderzoek te Groningen. Deze instrumenten bestaan uit een *spectrometer* voor het gebied van 5-25 micrometer en een tweetal *fotometers*, waarbij de bovengrens van het golflengtegebied 120 micrometer is. Deze instrumenten moeten werken bij vloeibaar-heliumtemperatuur. Voor het FOM in Jutphaas is een spectrometer ontwikkeld voor golflengten van 0,5 tot 3,5 mm, waarmede in Moskou reeds succesvolle metingen aan plasma's zijn uitgevoerd.

Een ander gebied, waarbij behoefte is aan spectrale informatie, vaak in samenhang met ruimtelijke informatie, is *remote sensing*. Een eerste ontwikkeling in opdracht van de NIWARS, betrof ca. 10 jaar geleden een spectrometer voor gewasonderzoek. Met dit instrument, dat de naam "boerenkoolkijker" kreeg, wordt het gereflecteerde zonlicht spectraal geanalyseerd in het golflengtegebied van 0,4 - 2,5 micrometer. Dit instrument is met succes toegepast voor landbouwkundig onderzoek en voor onderzoek aan verontreinigd oppervlaktewater. Naast deze passieve methode, was er ook behoefte aan een actieve meetmethode d.w.z. meting van gereflecteerde straling afkomstig van een bij de opstelling behorende bron. Theoretisch is aangetoond, dat bij een instraalrichting van 52 graden met de normaal op het grondoppervlak en meting van de gereflecteerde straling in ongeveer dezelfde richting, de invloed van de variatie in de bladstand van het gewas minimaal is. Op grond van deze "retroreflectie" heeft een recent gebouwde instrument de naam "*heiligschijnmeter*" gekregen. Dit instrument is dit jaar gereedgekomen en ingezet voor het uitvoeren van metingen aan speciaal hiervoor aangelegde proefvelden in Wageningen (CABO) en de Noord-oostpolder.

In samenhang met het NLR is dit jaar begonnen aan de ontwikkeling van een instrument voor *aardobservatie*, met toepassing van een vliegtuigscanner, waarmee in een tiental golflengtegebieden beelden van het aardoppervlak worden gemaakt. Het scannen gebeurt elektronisch door gebruikmaking van een CCD-detector in elk van de golflengtebanden in het zichtbare

gebied en het nabije infrarood.

Uit het bovenstaande komt duidelijk naar voren, dat het TPD-aandeel van projecten op het gebied van de ontwikkeling van complete fotodetectiesystemen veelal het optische systeem betreft. Een voorbeeld uit het UV/zichtbare gebied, waarbij wij wel bij het detectiesysteem betrokken zijn is de beeldversterker, bestemd voor de *Faint Object Camera* in de "Space Telescope". De tendens naar tot nu toe ongekende nauwkeurigheden wordt geïllustreerd door de HIPPARCOS astrometrie satelliet van de Europese Ruimteorganisatie, die de positie van 100.000 sterren moet meten met een nauwkeurigheid van 0,001 boogseconde. TPD bestudeert hiervoor de fabricage en kalibratie van het modulatie tralie, dat de eigenlijke lineaal van het instrument vormt.

Standensoren is een ander belangrijk TPD-specialisme. Standensoren moeten klein, uiterst betrouwbaar en betaalbaar zijn; ze worden gemonteerd aan de buitenkant van het ruimtevoertuig en worden blootgesteld aan extreme milieu-omstandigheden tijdens de vlucht.

De tendens in de ontwikkeling van standensoren is duidelijk van ad hoc voor een bepaalde missie ontworpen instrumenten naar een beperkt aantal min of meer gestandaardiseerde typen.

Een echt serieproduct is inmiddels de "*Sun Acquisition Sensor*", welke gemonteerd aan weerszijden van de satelliet de zonsrichting in een willekeurige stand bepaalt. Een geavanceerd product is de "*Starmapper*", waarmede de spinas van een satelliet t.o.v. de vaste sterren kan worden bepaald met een nauwkeurigheid van maximaal enkele boogseconden. Hiervan werd een eerste operationeel exemplaar gebouwd voor de GIOTTO satelliet, die in 1986 een ontmoeting moet hebben met de komeet Halley.

Een recente ontwikkeling betreft verder een "*High Accuracy Sun Sensor*", waarmede de positie van de zon met een korte tijd stabiliteit (10 min.) en met een nauwkeurigheid van ca. 0,01 boogseconde kan worden bepaald. Daarnaast worden eenvoudiger zonsensoren gemaakt, die in de meeste Europese communicatiesatellieten

worden gebruikt. Voor IRAS zijn een grove zonsensor en een horizonsensor ontwikkeld.

Het ontwerp van een standsensor wordt verregaand bepaald door de lichtdetector. De TPD heeft zich vooral toegelegd op het gebruik van Si detectoren. Si photodiodes kunnen in velerlei geometrie met grote nauwkeurigheden en gevoeligheden worden gefabriceerd. Nieuwe ontwikkelingen zijn vooral gericht op de Charge Coupled Devices (CCD). Hiermede kunnen zeer vele gevoelige elementen op een Si chip worden geïntegreerd tot één detector. De uitlezing geschiedt door capacitieve manipulatie van de door de belichting in de beeldelementen gegenereerde ladingpakketjes.

CCD's zijn potentieel ideale detectoren voor sensoren met complexe functies als bijv. sterbeeldherkenning. De bovengenoemde "High Accuracy Sun Sensor" maakt gebruik van een CCD; de functie

is nog zeer eenvoudig, het array wordt in feite gebruikt als balans photodiode.

Optische instrumenten in de ruimte moeten meestal kunnen werken in het licht van de zon, dat 10^{12} tot 10^{15} maal zo helder kan zijn als het te bestuderen object. Aan het optreden van *strooilicht* moet dan ook grote aandacht worden besteed. Met computers is tegenwoordig de propagatie van strooilicht kwantitatief uit te rekenen. Bij een recent door de TPD vervaardigd strooilichtscherm bleek de lichtverzwakking binnen $\pm 20\%$ te reproduceren en binnen een factor 2 met de berekening overeen te komen.

De in dit artikel beschreven activiteiten op het gebied van optische instrumentatie hebben duidelijk raakvlakken met die op het nieuwe terrein van de submicrontechnologie. Eén opmerking hierover betreft de gangbare mening, dat het niet mogelijk is om met optische systemen afbeeldingen

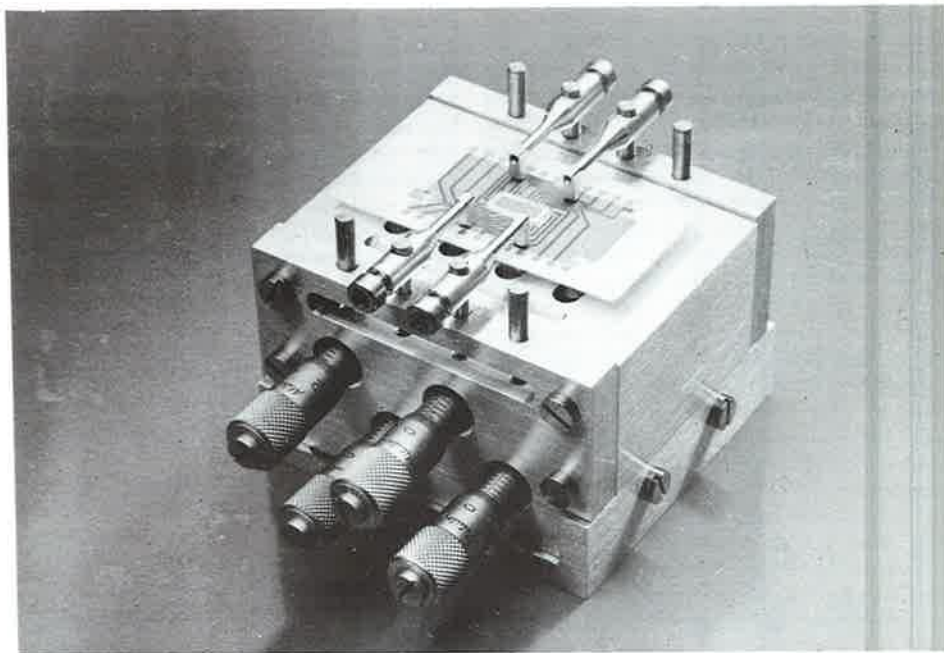


Fig. 6

Toestel voor het meten van de invloed van mechanische spanningen op de werking van een CCD.

te vormen met submicrokwaliteit. Deze opvatting geldt voor lens-systemen, waar de transmissie van toegepaste optische glazen beneden ca. 400 nm sterk afneemt. Bij haalbare relatieve openingen van deze lenssystemen wordt de beeldkwaliteit door de buiging tot ca. 1 micrometer beperkt. Echter zonder toepassing van lenzen kunnen afbeeldingen worden gevormd bij kortere golflengten, waardoor de buigingsgrens tot in het submicrongebied omlaag kan worden gebracht. Getracht zal worden om de ideeën die op dit gebied in ons Instituut leven, tot ontwikkeling te brengen.

Bij de TPD wordt gewerkt aan het tot stand komen van een hoofdafdeling "Optische Instrumentatie" waarin alle in dit artikel beschreven activiteiten worden ondergebracht, tezamen met de activiteiten van de afdeling "Mechanische Constructie".

Veel collega's hebben medegewerkt aan het tot stand komen van dit overzicht; in het bijzonder mogen worden genoemd ir. J. Burgmeijer, dr.ir. L.A. Fontijn, ir. A. Hammerschlag, ir. J.W. Klumper, en prof. dr.ir. W. Werner.

E. Pn. A. - NIEUWS

Hubert Schardin - Medal

In order to commemorate the late Prof. H. Schardin (1902-1965) and to foster international cooperation, the German Physical Society has set up an Award which consists in a Golden Medal and a certificate.

The Medal is to be awarded at the Meetings of the International High-Speed Congress to a younger scientist (this means an age limit of about 35 years with a clear handicap for older applicants) for outstanding scientific performances. The awardee should also show an distinct engagement in international cooperation and particularly in the International High-Speed Congress.

L.J. Poldervaart
Nat. Delegate
Adres: T.H. Eindhoven
Gebouw voor W en S.
Postbus 513, 5612 AZ Eindhoven

Names of candidates should be forwarded with the necessary justifications in due time before the Congress through the respective National Delegate to the German Delegate. The applications are to be examined by a Committee which is chaired by the German Delegate. Further members are the National Delegates of the host country and of those 3 other countries which have the greatest number of papers in the meeting programme.

The Medal is to be presented to the awardee on behalf of the Congress by the Congress President.

Objectief gezien, hebben wij heel wat kennis in huis

Projecto is meer dan 35 jaar specialist op het gebied van wetenschappelijke optische meetinstrumenten zoals, lasers, licht- en spectrum meetapparatuur en foto- en filmapparatuur. Naast levering van die hoogwaardige instrumenten is kennis van zaken zeer belangrijk. Projecto heeft die kennis in huis. Kennis kunnen wij U niet tonen. Apparatuur wel. Vraag daarom uitvoerige documentatie omtrent deze hoogwaardige instrumentatie.

Gamma-Scientific

Komplete fotometeropstellingen voor spatiale en spektrale scanning. Losse modules voor het samenstellen van: telefotometers, telespectrometers, microfotometers, microdensitometers, spectroradiometers, microreflectiemeters, diverse kalibratiestandaards.

Impulsphysik

Flitsapparatuur tot 100.000 fl/s, nanolites (puntlichtbronnen), crantz-schardin kamera's, sluiters; exploding wire en kerncellen, hoogvermogen lasers, hoogfrequent röntgen flitsapparatuur, flitslampen met zeer hoog vermogen.

Photo-Sonics

16 mm filmkamera's tot 1000 b/s, 16 mm roterend prisma kamera's tot 4000 b/s. Headup display kamera's, 35 mm filmkamera's tot 360 b/s, 35 mm roterend prisma kamera's tot 3000 b/s, optische volgsystemen, photo-logging systemen.

NAC

Hoogfrequentiefilmkamera's tot 20.000 b/s. Streakkamera's tot 4 mm/microseconde. 16 mm filmmotion analyse projektor, 16 en 35 mm filmmotion analyse systemen, met analoge of digitale uitlezing.

Valfive

CO2 lasers voor chirurgie, HeNe scannende lasers voor huidbehandeling.

Questar

Teleobjectief 700mm/f8 met instelbereik vanaf 3m-oneindig, met adapters voor alle gangbare kleinbeeldcamera's, diverse telescopen met een aperturen van 3,5 en 7 inch, ook als telelenzen voor fotografie te gebruiken. De optische kwaliteit wordt in fotografische vakbladen over de hele wereld als uitmuntend beoordeeld. Nu ook met 12 inch apertuur. Voorts vele speciale lenzen en statieven voor foto- en filmcamera's.

The logo for Projecto, featuring the word "projecto" in a bold, lowercase, sans-serif font. Above the letter 'o' is a stylized graphic element consisting of a horizontal line that curves upwards and then downwards, resembling a lens or a light beam.

Prinsengracht 530
1017 KJ AMSTERDAM
Telefoon: 020-234342.

Kijken—de laatste schakel in de optische keten visueel onderzoek op het IZF/TNO

*J.J. Vos en A. van Meeteren
Instituut voor Zintuigfysiologie TNO,
Kampweg 5, 3769 De Soesterberg*

Inleiding

Het tot zinken brengen vanaf grote afstand van de Sheffield in de strijd om de Falklandeilanden onderstreepte op dramatische wijze de vitale betekenis van vroegtijdig waarnemen — en snel daarna handelen! — in het krijgsgesbeuren. Het hoeft daarom, in terugblik, niet te verbazen dat de defensietak van TNO kort na de tweede wereldoorlog tot het besluit kwam een aparte onderzoeksgroep voor waarnemingsonderzoek: eerst als Werkgroep Waarneming (1949), enige jaren daarna omgedoopt tot Instituut voor Zintuigfysiologie TNO (1956).

In eerste instantie richtte de volle aandacht zich op de zintuiglijke functies en het waren voornamelijk fysici die, voortbouwend op een bestaande nederlandse onderzoekstraditie, het oog en oor als een soort intelligente sensor, tot onderwerp van studie maakten. Maar al spoedig werd duidelijk dat deze denktrant te simplistisch was. Op de waarneming volgt een heel verwerkingsproces, culminerend, als het goed gaat, in een beslissing. Om terug te keren naar het voorbeeld van de Sheffield: wanneer de naderende raket zou zijn gedetekteerd, had een snelle beslissing genomen moeten worden tussen uitwijken, misleiding of afweer. Fysici zijn niet het meest geschikt in dit mentale domein, en zo deed de psychologie zijn intree als tweede academische peiler.

Een beslissing nemen is nog maar het halve werk: er moet ook uitvoering worden gegeven aan de beslissing, en dan komt het er op aan dat de apparatuur bedienbaar is. Wanneer de knoppen van het gasfornuis op raadselachtige manier korresponderen

met de gaspitten is dat onhandig en vervelend; wanneer we willen remmen en, door een ongelukkige plaatsing, het gaspedaal indrukken kan dat ronduit desastreus gevolgen hebben. Het was dan ook een logische opbouw toen de ergonomie als derde basisdiscipline werd opgenomen in het IZF. De naam "Zintuigfysiologie" weerspiegelt dus al lang niet meer het veel ruimer werkterrein van "Mens en Techniek" zoals we thans het IZF-domein zouden willen kenschetsen (Fig. 1).

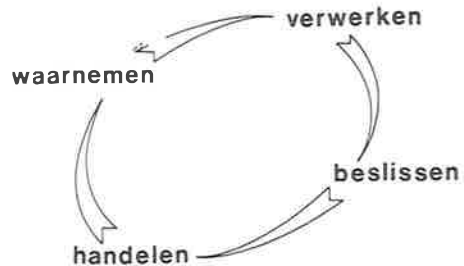


Fig. 1
De Kringloop van de interactie van mens en omgeving.

Het laatstgegeven voorbeeld, van het remmen of gas geven, is geen specifiek militair voorbeeld. Dit voorbeeld werd expres gekozen om duidelijk te maken dat weliswaar de militairen het voortouw hebben genomen met het tonen en waarmaken van hun interesse, maar dat de in de

cyclus van waarnemen/verwerken/handelen besloten problematiek een veel ruimer toepassingsgebied heeft en in feite alle menselijke handelen betreft in een complexe technische wereld.

In concreto betekent het dat het IZF zijn cliëntele tegenwoordig niet alleen binnen de krijgsmacht zoekt en vindt, maar ook in de procesindustrie, in de wereld van wegverkeer en scheepvaart, kortom ook op een vrij onbegrensde civiele markt.

Daarmee is een duidelijk toegepast werkteerrein geschetst, typisch passend binnen de TNO-sfeer door zijn brugfunctie tussen mens en techniek. Wie ziet hoe vaak de mooiste, meest ingenieuze apparatuur faalt of ondergebruikt wordt doordat de ontwerper alleen maar in termen van techniek heeft gedacht en zich veel te weinig heeft gerealiseerd dat er nog mensen met zijn apparatuur zouden moeten werken (denk aan Harrisburg!), beseft dat het werk dat op het IZF wordt gedaan inderdaad een integraal onderdeel hoort te zijn op een verder zo sterk technisch georiënteerde research organisatie als TNO.

In het volgende zullen een aantal onderzoekthema's op visueel gebied de revue passeren. Daarbij zal de nadruk worden gelegd op onderzoek met een praktische betekenis voor instrumentele optici.

Instrumenteel zien

Konsentreren we verder de aandacht op het onderzoek van de gezichtszin, dan valt in het bijzonder het kijken met helderheidsversterkers en warmtebeeldapparatuur direkt op het gebied van de fotonica.

Reeds in het allereerste begin van het nachtzienonderzoek door Bouman in 1949 viel de nadruk op de principiële grens die de Poissonfluctuaties van de dan de pupil in het oog binnenkomende fotonenstroom aan de visuele detektie opleggen. Bij het kijken met helderheidsversterkers ziet men deze fotonen-ruis terugkomen en wel in letterlijke zin: men ziet dikwijls de ruis op het beeldscherm. Het is dan van groot belang te beseffen dat verdere versterking geen winst meer oplevert, omdat signaal en ruis beide worden versterkt en de signaalruisverhouding niet meer verandert. Stilzwijgend nemen we daarbij aan

dat visuele detektie inderdaad een kwestie van signaal-ruisverhouding is.

Een sterke aanwijzing in die richting is de voorspelkracht van de zogenaamde fluktuatie-theorie, die ook wel De Vries-Rose theorie wordt genoemd naar de Nederlander De Vries en de Amerikaan Rose, die als onafhankelijke geestelijke vaders beschouwd kunnen worden. Eén van de voorspellingen is dat de contrastgevoeligheid (gedefinieerd als de reciproke van het nog net waarneembare contrast) toeneemt met de wortel uit de luminantie, omdat de fotonenstroom fluktuueert met een standaarddeviatie aan de wortel uit het gemiddelde. Fig. 2 toont een stel contrast-

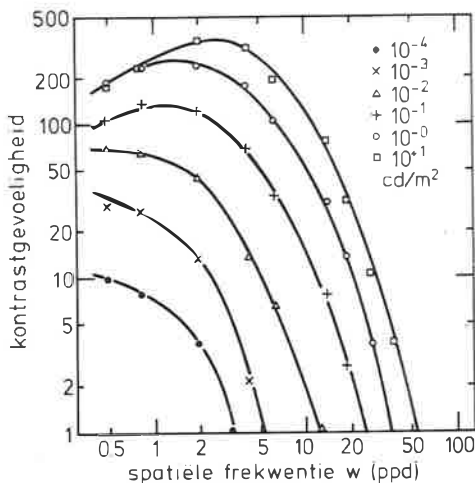


Fig. 2
Kontrastgevoeligheid van het menselijk oog als functie van de spatiële frekwentie bij verschillende lichtniveaus. De contrastgevoeligheid neemt ruwweg toe met de wortel uit de luminantie.

gevoeligheidsfuncties, gemeten met spatiële sinuspatronen bij verschillende luminantieniveaus en de kurven schuiven inderdaad op naar hogere contrastgevoeligheid in overeenstemming met de wortel-wet. Men kan contrastgevoeligheid in zekere zin opvatten als de MTF van het oog, met dien verstande dat er behalve de overdrachtsfactor ook een gevoeligheidsfactor in is vertegenwoordigd.

Natuurlijk gaat het voor de signaal-ruis-verhouding niet primair om het aantal fotonen dat door de pupil binnenkomt, maar om het aantal fotonen dat door het netvlies wordt benut. Daarbij moet gelet worden op de spektrale verdeling van het licht en de spektrale gevoeligheid van het oog, zowel in relatieve als absolute zin. In absolute zin blijkt de kwantenefficiëntie bij de top van de spektrale gevoeligheids-karakteristiek van het oog circa 1% te bedragen.

Voor de fotokathodes van beeldversterkers-buizen mag men op een ca. 8x hogere kwantenefficiëntie rekenen. Dat is de eerste winstfactor als men helderheidsversterker en blote oog met elkaar vergelijkt. Een tweede winstfactor is dat bredere spektrale venster. Tenslotte is er de veel grotere intreepupil. Deze laatste factor hebben helderheidsversterkers gemeen met nachtkijkers met dit verschil dat bij optische kijkers de vergroting van de intreepupil direct gekoppeld is aan de hoekvergroting, terwijl deze koppeling bij kijkers met een beeldversterkerbuis tussen objektief en okulair geheel ontbreekt. In Fig. 3 wordt het effect van deze winstfactoren op de contrastgevoeligheidsfunctie van het gewapende oog geanalyseerd voor een helderheidsversterker met een totale winst aan fotonenvangst (p) van 3200 en een hoekvergroting van 5x. Ter vergelijking is hetzelfde gedaan voor een nachtkijker met een vergroting van 7x. Bij de nachtkijker wordt de 49x grotere lichtinvang benut voor een verschuiving langs de spatiële frekwentie-as gelijk aan de hoekvergroting. Bij de helderheidsversterker kan men de winst deels benutten voor een verschuiving langs de verticale gevoeligheidsas, deels voor een verschuiving langs een spatiële frekwentie-as, al naar gelang de keuze van de hoekvergroting. Deze ontwerp-vrijheid is in het bijzonder bruikbaar gebleken bij de zogenaamde rij-kijkers (om in het donker een voertuig te besturen) met hoekvergroting 1x.

Tot hier toe is over de toegepaste helderheidsversterking om zichzelf nog helemaal niet gesproken. De potentiële winst hangt daar in feite ook niet van af, mits de helderheidsversterking maar voldoende groot

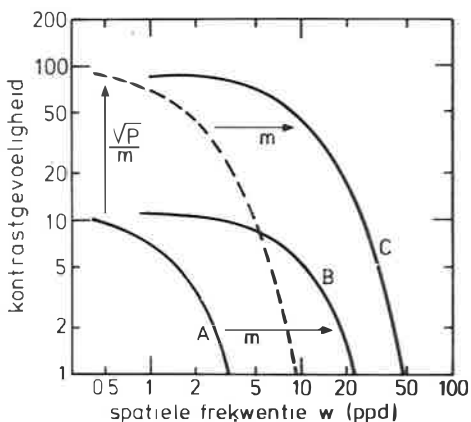


Fig. 3

Kontrastgevoeligheidsfuncties bij lage luminantie in de voorwerpsruimte (10^{-4} cd/m²) voor het blote oog (A), een 7x vergrotende nachtkijker (B), en een 5x vergrotende helderheidsversterker (C). B wordt verkregen door A langs de spatiële frekwentie-as te verschuiven en dat is bij optische kijkers de enige manier om de winst aan fotoneninvang te benutten. C wordt verkregen door A zowel langs de gevoeligheids-as, als langs de frekwentie-as te verschuiven. Het product van de verschuivingsfactoren is gelijk aan \sqrt{P} , waarin P de verhouding is van de fotoneninvang bij het gewapende en het ongewapende oog.

is om alle verliezen die er kunnen optreden tussen de eerste detektie van een foton door de kathode van de beeldversterkerbuis en de uiteindelijke detektie in het netvlies van de waarnemer te compenseren.

In de laatste jaren is de belangstelling voor helderheidsversterkers verminderd en die voor warmtebeeldapparatuur toegenomen. Het onderzoek bij het IZF heeft die verschuiving gevolgd en thans zijn de vragen gekonsentreerd op de te verwachten reikwijdte met warmtebeeldapparatuur. Het gaat hier om lijn-scanners en de meest relevante vraag is met hoeveel lijnen een bepaald doel moet worden afgetast om herkend te kunnen worden. Daaruit volgt dan onmiddellijk de afstand tussen kijker en doel waarbij dat nog net kan gebeuren. Fig. 4 geeft gemiddelde herkenningsscores (vermenigvuldigd met 100 krijgt men de herkenningsskans) als functie van de scan-lijndichtheid, gemeten met een 80-tal

scores (vermenigvuldigd met 100 krijgt men de herkenningsskans) als functie van de scan-lijndichtheid, gemeten met een 80-tal

warmtebeelden van voertuigen. Bij deze experimenten werd overigens opnieuw bevestigd dat de herkenbaarheid van een objekt mede bepaald wordt door de groep alternatieve objecten die in het experiment (of de feitelijke taak) meedoen. Kurves als die in Fig. 4 hebben dus betrekking op een bepaalde alternatievenverzameling. Wil men internationaal over vergelijkbare metingen spreken, dan zal er een standaardisatie van een gezamenlijk te gebruiken alternatieven-set moeten komen. Fig. 5 laat tenslotte zien hoe de herkenbaarheid af kan hangen

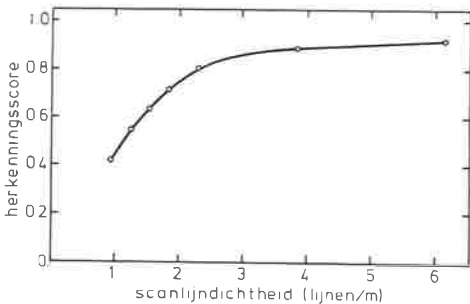


Fig. 4
Herkenningscore als functie van de scanlijndichtheid gemiddeld over 80 warmteplaatjes. Met behulp van deze resultaten kan de reikwijdte van warmtebeeldapparatuur worden voorspeld.

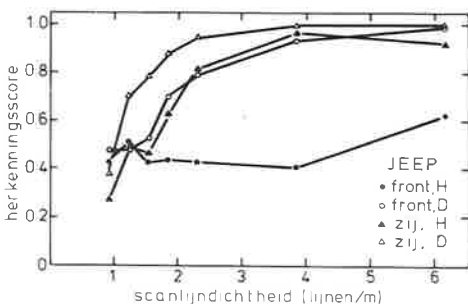


Fig. 5
Als Fig. 4, maar nu afzonderlijk voor één voertuigtype in 4 verschillende verschijningsvormen, namelijk voor- en zij-aanzichten in twee warmtegraden. H staat voor warmgedraaid en D voor afgekoeld. Opvallend is dat de warmgedraaide vooraanzichten slecht herkenbaar zijn.

van de gedaante waarin het objekt verschijnt. Zeer verrassend was het aanvankelijk om te merken dat juist hete voertuigen met een hoog contrast moeilijk te herkennen waren. Dat zet de visuele modelvorming nogal op zijn kop, omdat altijd wordt aangenomen: hoe meer contrast hoe beter. Bij nader inzien was dit toch weer niet zo verwonderlijk, omdat binnen de alternatieven-set alle warme motorvlakken er van voren gezien hetzelfde uitzien. Daarmee wordt nog eens onderstreept dat zien behalve een sensorisch proces ook nog een cognitief proces is.

Instrumenteel zien houdt echter meer in dan vergroten en versterken. We kunnen, nu het beeld toch voor elektronische manipulatie beschikbaar is, het ten behoeve van de waarnemer verder bewerken. We kunnen zwakke contrasten sterker aanzetten door gamma-manipulatie, door het gebruik van pseudo-kleuren; we kunnen beelden opslaan in het geheugen om ze, op een beter tijdstip, te vergelijken met het nieuwe mogelijk veranderde beeld, enz. Kortom, instrumenteel zien in zijn moderne verschijningsvorm konfronteert ons met de vraag welke beeldbewerking beter in handen van de computer moet worden gesteld en voor welke bewerking de menselijke waarnemer beter geschikt is. Heel globaal is dit antwoord wel duidelijk: de computer is beter van memorie (zie het voorbeeld van de vergelijking met vroegere situaties), de mens beter in patroonherkenning. In concreto moet echter dit soort vragen met hardere preciesere antwoorden en oplossingen worden beantwoord, zoals bijv. bij de beeldschermprestatie voor Walradar.

Kleuren zien

In het voorgaande is ruime aandacht besteed aan dat onderzoekthema dat het nauwste aansluit bij de fotonica. Maar om de indruk te vermijden dat daarmee het volledige terrein van visueel onderzoek op het IZF wordt bestreken, volgen hier een paar kortere paragrafen over ander visueel onderzoek.

De hierboven aangevoerde mogelijkheid van pseudo-kleuren brengt ons vanzelf op een tweede belangrijk onderzoekthema:

het kleurenzien. Pseudo-kleur — het gebruik van kleur om helderheidsgradaties weer te geven — is maar één van de zeer vele manieren waarop kleur wordt gebruikt als codering. Men denke maar even aan de kleurcode op weerstandjes of aan het gebruik van verkeerslichten of scheepslichten. Die mogelijkheid tot coderen, wil ze effectief en betrouwbaar zijn, is aan duidelijke beperkingen onderworpen. Te denken dat het feit dat er duizenden onderscheidbare kleuren zijn, schier onbegrensde mogelijkheden zou openen, berust op een — niet ongebruikelijke — misvatting. De kleuren moeten namelijk niet alleen bij vergelijking *onderscheidbaar* zijn, maar ook, bij aparte prestatie, *onderscheidbaar benoembaar*. Stelt men die eis, dan komt men niet veel verder dan de vingers aan één hand. En ook met die rigoreuze inperking blijft een terughoudend gebruik geboden. Als voorbeeld van toegepast kleuronderzoek moge de bijstelling worden genoemd van de voorgeschreven kleuren (fig. 6) voor verkeerslichten, zoals deze in de jaren '60, mede op

grond van onderzoek op het IZF, werd ingevoerd om niet alleen normaal kleurenzienden geen fouten te laten maken, maar ook grote groepen van kleurenblinden. Dat dit tot profijt van alle verkeersdeelnemers geschiedde, behoeft geen betoog.

Ogen testen

Met het begrip kleurenblindheid zijn we, op natuurlijke wijze, het gebied van het ogen testen binnen gestapt. Om oogafwijkingen op te sporen — en kleurenblindheid is een, veelal erfelijke, oogafwijking — bestaan er ogentests. Gedurende vele jaren is het IZF nauw betrokken geweest bij de kwaliteitszorg voor bestaande en het ontwerpen van nieuwe tests. Een paar voorbeelden: de veel gebruikte TNO-gezichtscherpte kaart werd op het IZF ontwikkeld; de HRR kleurentest (één van de beste kleurtestboekjes) werd van een verbeterde scoring voorzien; en de TNO Stereotest bleek één van de meest betrouwbare hulpmiddelen om nog bijtijds bij kleuters luie ogen op te sporen.

Over deze laatste test een enkel woord meer, omdat deze test op een aardige manier de samenhang van onderzoekthema's illustreert. De test bestaat, in principe, uit een met spikkeltjes opgebouwd object (b.v. een vlinder) tegen een eveneens uit spikkeltjes opgebouwde achtergrond. Het enige waarin vlinder en achtergrond verschillen is de afstand: de vlinder staat dichterbij. En werkelijk de enige manier om de vlinder te zien is om beide ogen te gebruiken en zo de vlinder stereoskopisch "eruit te lichten".

Dit principe — overigens niet door ons bedacht, maar gangbare kost uit de literatuur — heeft tot konsekwentie dat, juist in het militaire bedrijf waar camouflage zo belangrijk is, van het kijken met een binokulaire kijker nog een heel aparte winst kan worden verwacht, nl. doelopsporing door stereowerking (Fig. 7).

Oogvermoeidheid en visuele ergonomie

Onze ogen zijn informatisch zwaar belast en bij inspannende visuele taken zoals autorijden of werken aan beeldschermen of fijn montagewerk speelt het begrip visuele vermoeidheid een duidelijke rol.

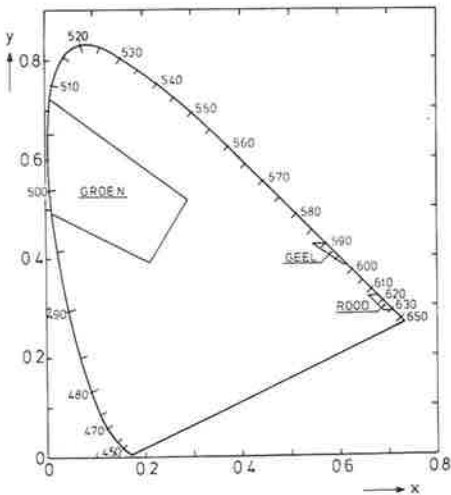


Fig. 6
De CIE kleurendriehoek met nauwkeurig afgebakende kleurgebieden waarbinnen de kleurpunten van verkeerslichten bij ministerieel besluit moeten liggen.

Het vervelende is dat iedereen begrijpt wat je bedoelt met "moeie ogen", maar dat het verschrikkelijk moeilijk is daar wetenschappelijk goed vat op te krijgen. Maar één ding is wel zeker: door goede zorg voor verlichting, glans, contrasten enz., kortom door goede *visuele ergonomie*, nemen de klachten af. Vandaar dat op het IZF op ruime schaal bijstand wordt verleend aan bedrijven met automatiseringsproblemen en de daaraan verbonden toename in het gebruik van beeldschermen. Als heel ander voorbeeld van visuele ergonomie kan men de problematiek noemen van de visuele verkeersgeleiding, door middel van verlichting, wegbelijning en andere visuele vormgeving.

Oogbeschadiging

Als volgende onderwerp van aandacht noemen we de gevaren van oogbeschadiging door teveel licht, hetzij in het zichtbare of infrarode gebied (lasers), hetzij in het ultraviolette gebied (zonnebanken, niet-destructief materiaal-onderzoek, enz.). Met name door de opkomst van de lasers is men zich gaan realiseren dat straling wel eens te veel van het goede kan zijn. Bij lasers is het gevaar vooral dat het oog zal worden beschadigd door "netvliesverbranding", t.p.v. plaatselijke oververhitting. Dit gevaar is inderdaad verre van

denkbeeldig en in Nederland zijn daarom richtlijnen opgesteld door de Gezondheidsraad om dit soort beschadigingen te voorkomen. Dit advies aan de regering werd, op verzoek van de Gezondheidsraad, door het IZF voorbereid en geschreven.

Elektrofysiologie van het netvlies

Wij besluiten met een stukje puur fundamenteel onderzoek (dat om die reden dan ook door ZWO wordt ondersteund): de bestudering van de signaalbehandeling in het netvlies met behulp van mikro-elektroden. Daarbij dringt men met een glazen pipet, met een punt van ca. $1 \mu\text{m}$, via de zijkant van de oogbol door tot in het netvlies om daar de elektrische signalen op te vangen. Dit onderzoek, waarbij een oogwondje wordt gemaakt dat in een paar dagen weer geheel geneest, wordt verricht aan rhesusapen die over een geheel met de mens vergelijkbaar kleurenzien beschikken. Onze interesse is vooral om iets meer te begrijpen van de enorme flexibiliteit van het netvlies om een meetbereik van ca. 12 dekaden te omspannen. Hoe ziet ons visueel systeem kans om, door een aaneenrijging van adaptatieve systemen, zo'n scala van helderheden te overbruggen?

Reden om hier dit onderzoek te noemen is vooral ook de instrumentatiekant. Wie in de korte tijd dat zo'n netvlies stabiel te bemeten is, een groot meetprogramma wil afwerken moet wel sterk automatiseren, zowel in het aanbieden van stimuli als in het on-line verwerken van de meetgegevens. Door deze noodzaak gaat van de kleine elektrofysiologische werkgroep een sterke innovatiedruk uit, zulks ten profijte van het hele visuele onderzoek.

Afronding

Binnen een beperkt bestek kan men slechts vluchtig een greep doen uit het totale onderzoekpakket. Veel moest uiteraard onbesproken blijven. Daarom aan het eind de uitnodiging aan de geïnteresseerde lezer om nadere informatie, rapporten, enz. op te vragen.

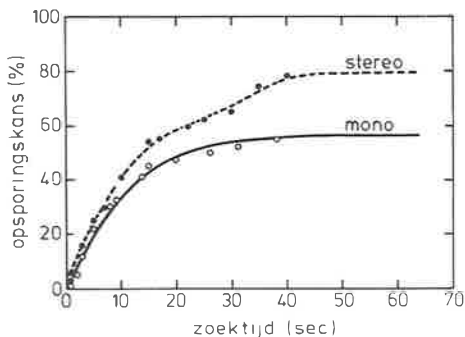


Fig. 7
Kans op opsporing van gecamoufleerde doelen met monokulaire en binokulaire waarneming.

Onderzoek op het gebied van de Fotonica op het Fysisch Laboratorium TNO

Ir. T. Bakker, Ir. A.N. de Jong
Fysisch Laboratorium TNO, 's Gravenhage

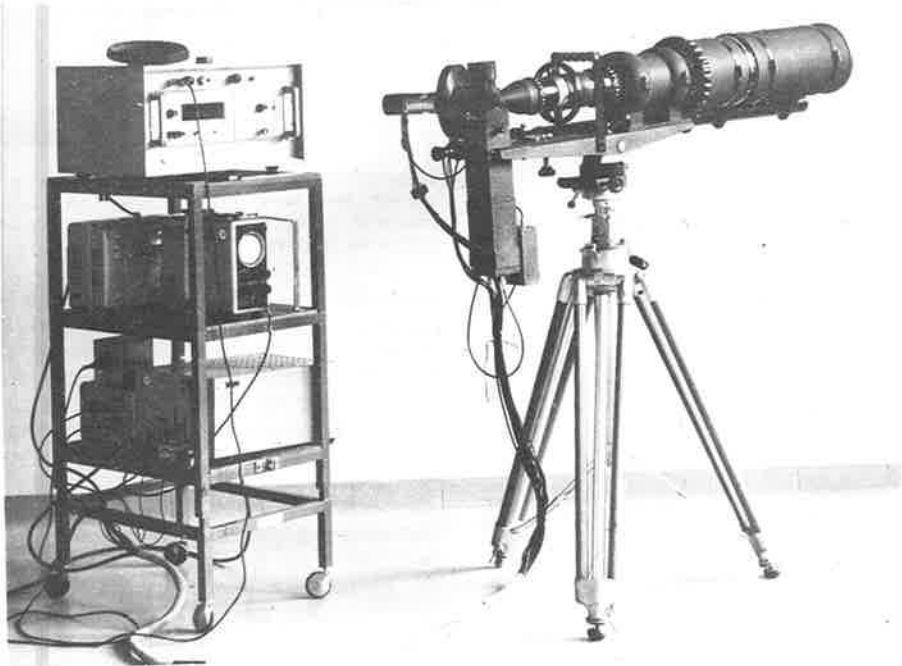
Algemeen

Sinds vele jaren worden er op het Fysisch Laboratorium TNO onderzoekingen verricht op de volgende gebieden van de Fotonica:

- Evaluatie van nachtzienapparatuur, in het bijzonder van helderheidsversterkers
- Eigenschappen en toepassingen van lasers
- Ver Infrarood (detectie van warmtestraling)
- Atmosferisch en Omgevingsonderzoek in verband met beperkingen t.a.v. de toepassing van elektro-optische sensoren
- Remote sensing

Evaluatie van helderheidsversterkers

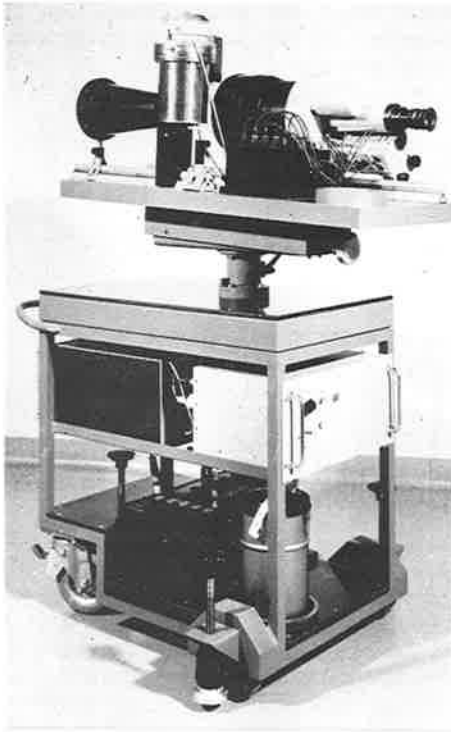
Omstreeks 1960 werd begonnen met een onderzoek naar de principiële grenzen van de waarneming met helderheidsversterkers. In deze periode ontstond een goede samenwerking met het Instituut voor Zintuigfysiologie TNO voor wat betreft de problemen op perceptiegebied. Vanaf 1965 werden binnen het raam van een internationale samenwerking gedurende een jaar 's nachts uitgebreide metingen verricht voor het bepalen van de statistiek van het contrastverlies in de atmosfeer. Naast het contrastverlies werd ook de transmissie van de atmosfeer en het natuurlijk verlichtingsniveau gemeten.



De T.R.M. (Tele Radiantie Meter)

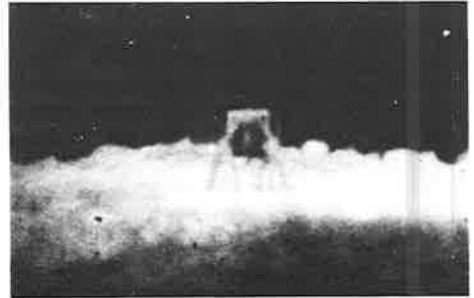
Uit deze meetresultaten kon een zinvolle maat voor het te verwachten bereik van een helderheidsversterker gedefinieerd worden. In samenwerking met medewerkers van de K.M.A. zijn de uitkomsten later door metingen in Nederland geverifieerd.

De resultaten van deze metingen werden op internationale conferenties gepresenteerd en zijn als basis voor de evaluatie van helderheidsversterkers geaccepteerd. Naast de Tele Radiantie Meter (T.R.M.) voor het meten van het contrastverlies in de atmosfeer werd een meetopstelling opgebouwd, waarmee het eveneens belangrijke contrastverlies binnen de helderheidsversterkerbuis zelf, als functie van de grootte van het object (in hoekmaat), gemeten kan worden: de M.T.F. (Modulatie Transfer Functie) meter. Hiermee is sinds 1970 ten behoeve van de Koninklijke Landmacht de M.T.F. van vele industriële prototypes van helderheidsversterkerapparatuur gemeten.



Gated Viewing apparaat

In 1970 is het onderzoek op het gebied van nachtzien voortgezet met het ontwikkelen en beproeven van een Gated Viewing systeem. Bij een dergelijk waarnemings-systeem wordt een gepulste helderheids-



Waarneming m.b.v. het gated viewing systeem van de herdenkingsklok in de Waalsdorpervlakte. Afstand ~ 900 m. Goede zichtcondities

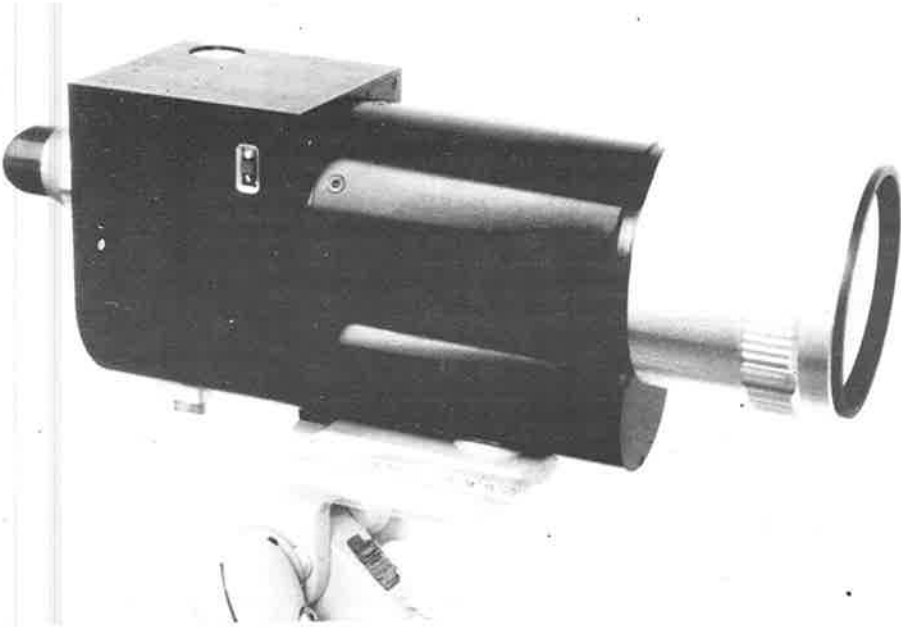


Idem als boven. De helderheidsversterker is nu op een wat later tijdstip "open" geschakeld, waardoor het verlichte gedeelte naar achteren geschoven is. (silhouet-waarneming)

versterker als ontvanger en een array gepulste laser diodes als lichtbron gebruikt. Door de helderheidsversterker pas open te schakelen als de uitgezonden lichtpuls een eind verwijderd is van de zender/ontvanger reduceert men het contrastverlies t.g.v. terugverstrooiing in de atmosfeer aanzienlijk.

Ver infrarood (detectie van warmtestraling)

Gesteund door interesse van de zijde van de Koninklijke Marine werd in 1948 aangestuurd op een apparaat voor warmte-detectie. De detector was aanvankelijk een halfgeleiderbolometer. In verband met ruis-overwegingen werden pneumatische detec-



Combinatie van een Helderheidsversterker en een Infrarood Kijker (CHIK)

toren (Golay cellen) gemaakt en toegepast, die wel gevoelig, doch ook zeer kwetsbaar bleken te zijn. Een gelijkspanningsversterker werd gebouwd en een optisch filter, dat de warmtestraling doorlaat en de zichtbare straling absorbeert, werd vervaardigd. Een goed spiegel ontbrak; een speciale slijpbank voor het maken van tweedegraads-oppervlakken van metaal



Een van de eerste warmtebeeldopnamen van een man (1960)

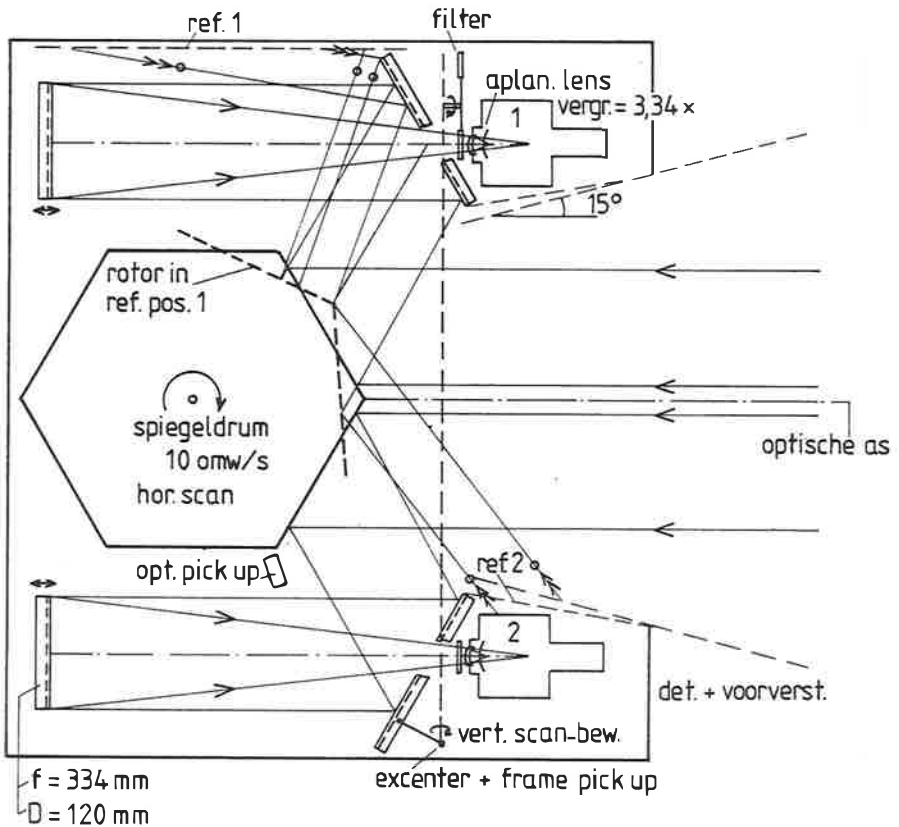
werd ontworpen. In 1957 lukte het om met al deze primitieve hulpmiddelen schepen aan de horizon te detecteren.

De grote vooruitgang in de warmte-detectie werd geboekt, toen de indiumantimonide detectoren vervaardigd konden worden, eerst de Photo Electro-Magnetische (P.E.M.) cel (1958), daarna de fofovolta-cellen.

Toen de in het Laboratorium ontwikkelde detectoren voldoende kwaliteit bezaten, konden in 1960 met geheel zelfgebouwde optiek en elektronica de eerste warmtebeelden worden gemaakt. De hier getoonde warmtefoto is daar een voorbeeld van.

Als gevolg van het verbeteren van de detectoren konden de afmetingen van de optiek worden verkleind. Zo is daar als uiterste prestatie de z.g. CHIK (Combinatie Helderheidsversterker Infrarood Kijker) in 1969 ontwikkeld. Met één detector (gevoe-

PRINCIPE SCHETS VAN DUDA-(Dutch - Danish)-SCANNER



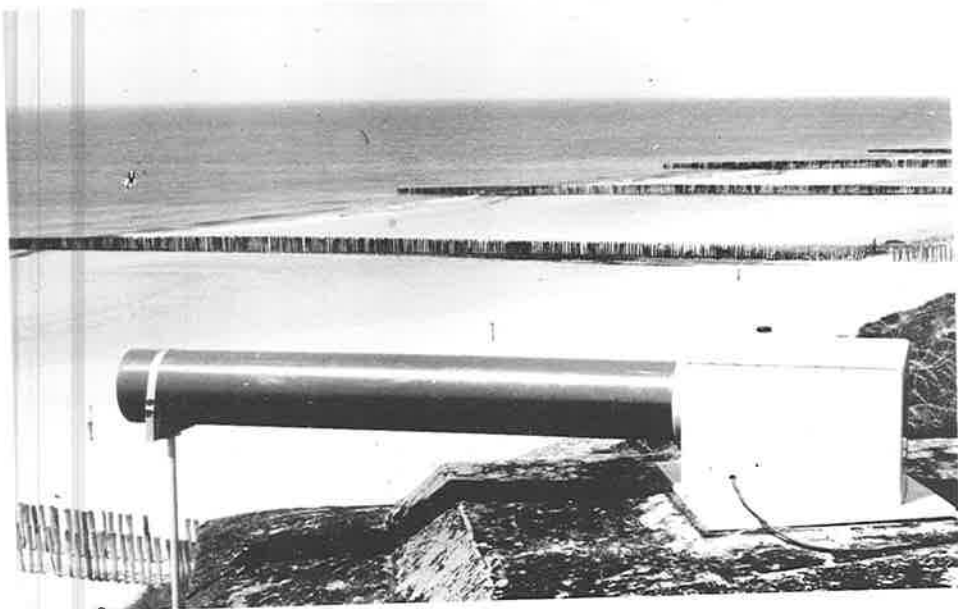
lig bij een golflengte van 10 micron; 0,5 mrad scheidend vermogen) werd 16x per seconde een beeldveld van $1,3 \times 4^\circ$ afgestast, waarbij dit beeld ingespiegeld werd in het oculair van een helderheidsversterker.

Hiermee konden personen tot op 500 m herkend en tot op 1000 m gedetecteerd worden. Rijdende tanks werden gezien tot op een afstand van 3000 m. Deze activiteiten lagen niet alleen meer op het gebied van „bewijzen dat het kan”, maar ook op het gebied van het aangeven wanneer

detectie mogelijk is, de interpretatie, de tegenmaatregelen, het volgen van doelen etc.

Voor de tegenmaatregelen voor de Koninklijke Marine, namelijk het beschermen van schepen tegen infrarood doelzoevende raketten, is van 1962 af steeds onderwerp van hoge prioriteit geweest.

Voor dit onderzoek werd in 1965 een scanner gebouwd, die een 2 kleuren beeld produceerde van opeenvolgende, in 2 frekwentiegebieden (zichtbaar licht en infrarood) gemaakte scans. Deze scanner



Infrarood transmissie meting te Vlissingen over een weglengte van 6 km over de Westerschelde

werd met succes gebruikt vanuit een vliegtuig.

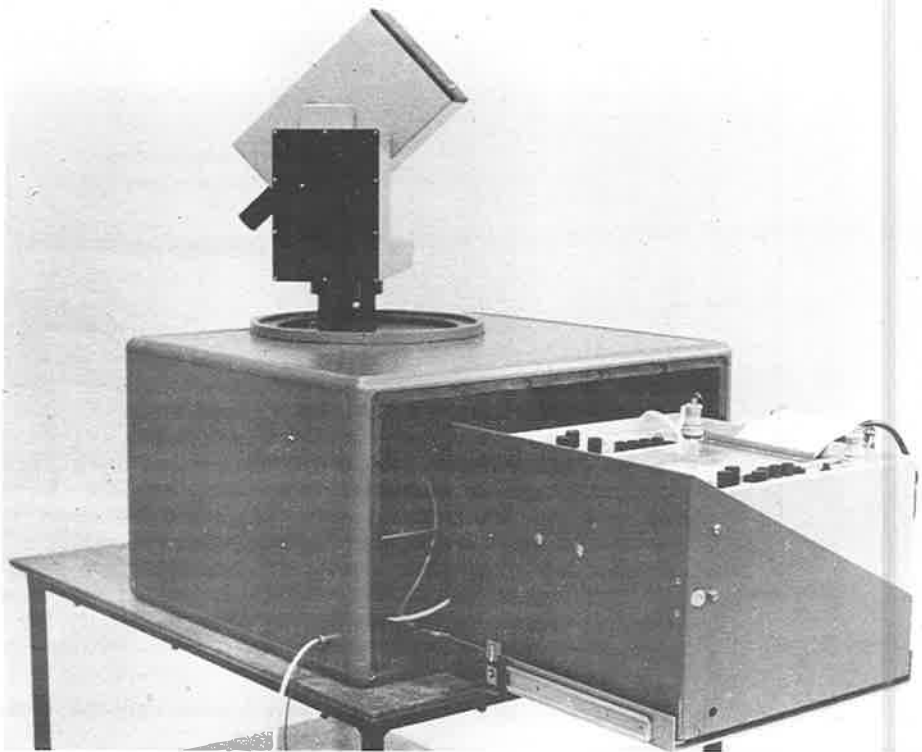
Vele andere infrarood lijnscanners werden gebouwd; de daarbij opgedane ervaring kwam ten nutte bij de ontwikkeling van de Orpheus IR lijnscanner van de Optische Industrie "De Oude Delft" voor de Koninklijke Luchtmacht en bij een latere camera, de multidetectorwarmtebeeldcamera met 10 detectoren, eveneens voor de Koninklijke Luchtmacht.

In 1980 is het BETA IR-daglicht camera systeem gereedgekomen waarvan het IR gedeelte met een gezichtsveld van $11^\circ \times 45^\circ$, een resolutie van 2 mrad en een frametijd van 0,2 sec, werkt met zeer eenvoudige thermoelectrische koelers. Het systeem is o.a. te gebruiken in de Breguet Atlantic.

En infrarood opvangsysteem voor het Seacat missile is in het begin der 70-er jaren ontwikkeld; dit heeft geleid tot een betrouwbaar systeem dat inmiddels aan boord van de Van Speijk fregatten succesvol is beproefd.

De laatste jaren is in samenwerking met een Deens defensie onderzoek laboratorium een speciale meetscanner gebouwd met een totaal gezichtsveld van 15° vertikaal bij 30° horizontaal en een momentaan gezichtsveld (beelddelement) van 1×1 mrad. Deze scanner werkt in een aantal banden, zowel in het 3 - $5,5 \mu\text{m}$ als in het 8 - $14 \mu\text{m}$ gebied met een temp. resolutie van resp. 0,1 K en 0,03 K. De temp. wordt absoluut bepaald en de beeldverwerking geschiedt in een minicomputer met weergave op een TV scherm. De afmetingen van het apparaat zijn $50 \times 52 \times 26$ cm. Een schets hieronder maakt het principe duidelijk.

In 1971 kwamen studies op gang voor het passief detecteren en volgen van laag inkomende doelen. De metingen aan deze doelen zijn moeilijk en ook de voorspellingen voor atmosferische transmissie over lange afstand waren onduidelijk. Vandaar dat metingen gestart zijn over de Westerschelde (6 km) van de transmissie in het 3-4 en 8-14 μm gebied.



De ELSCA, Elevation SCanning Radiometer

Intussen werd de voortgang van projecten bij de Nederlandse industrie nauwlettend gevolgd. Stralingsmetingen aan doelen en achtergronden zijn van het begin af aan de orde geweest. Al in 1966 werden regelmatig voertuigen van de Koninklijke Landmacht gemeten, al of niet gecamoufleerd. Temperaturen werden geregistreerd in rijdende en niet rijdende toestand, evenals tijdens het schieten.

In internationaal verband zijn op een militaire basis vele temperatuursmetingen uitgevoerd en zijn de infrarood verkenningsoptnamen geïnterpreteerd. Een rekenmodel is ontwikkeld om het temperatuursgedrag van allerlei objecten te voorspellen.

Om deze voorspellingen op hun juistheid te toetsen is in 1981 een meetprogramma gestart op vliegbasis "De Peel". De resultaten waren van dusdanige aard dat in april 1982 een promotieonderzoek met succes kon worden afgesloten.

Eenvoudiger is de zeeomgeving, hoewel de golven heel wat roet in het eten gooien en de aanwezigheid van wolkenfragmenten veel fluctuaties kunnen geven. Om één en ander nader te onderzoeken is in 1975 op het lichteiland Goeree enige tijd een scannende radiometer geplaatst.

Deze tastte op regelmatige wijze zee en hemel af en de resultaten konden vergeleken worden met een daartoe ontwikkeld computermodel.

In 1982 vindt in Nato-verband een experiment plaats om deze zee achtergronden op wat uitgebreidere schaal te bekijken. Verder is door introductie van minicomputers de data verwerking vereenvoudigd en verbeterd hetgeen vooral bij de grote data stromen tijdswinst oplevert.

Ook wolkenachtergronden hebben de nodige aandacht gekregen in verband met de detectie van inkomende vliegtuigen en raketten. Deze "wolkenclutter" vormt

den en behoren tot de categorie "Multi Spectrale Sensoren". Discriminatietechnieken gebaseerd op tijdsafhankelijk gedrag en ruimtelijke uitgebreidheid zijn onderzocht. Het gebruik van lasers voor de detectie van missilekoppen met electro-optische sensoren is eveneens onderzocht.

Enige malen is het ver infrarood onderzoek ook voor civiele doeleinden ingeschakeld. Zo zijn de allereerste opnamen voor het detecteren van onderhuidse ontstekingen bij patiënten indertijd op het Fysisch Laboratorium TNO gemaakt op verzoek van het Instituut voor Preventieve Geneeskunde te Leiden. Ten behoeve van Draka Plastics is de temperatuur egaliteit van plastic films tijdens de fabricage met een infrarood scanner (FLORIS) gemeten.

Eigenschappen en toepassingen van lasers

Het laseronderzoek is begonnen in 1962 aansluitend aan het onderzoek aan parametrische versterkers en masers. Reeds in 1965 werd een laboratoriumopstelling van een laserafstandmeter ontwikkeld, waarin een neodmiumlaser (golflengte 1,06 μm) werd toegepast. Nadien zijn er door het Fysisch Laboratorium TNO ten behoeve van de Koninklijke Landmacht enkele laboratorium prototypes van afstandmeters vervaardigd. In 1969 is de opgedane ervaring op het gebied van de constructie van laserafstandmeters overgedragen aan de industrie.

Het onderzoek is voortgezet met de ontwikkeling van een laserscanner. Met een dergelijk waarnemingssysteem is het mogelijk om met een zeer eenvoudige optiek een grote resolutie te bereiken. In de praktijk zijn resoluties beter dan 0,1 mrad bereikt, zodat hiermee doelen op grote afstand geïdentificeerd kunnen worden. Bovendien is het mogelijk om langs elektronische weg te "zoomen", stereoscopische beelden te vervaardigen, gated viewing technieken toe te passen en afstandmetingen tot ieder gewenst punt van het tafereel uit te voeren.

Behalve transmissiemetingen in een "breed" optisch gebied zijn er in samenwerking met het Dr. Neherlaboratorium van de PTT transmissiemetingen met CO_2 en HeNe lasers uitgevoerd over een afstand van



Experimentele, Thermisch Infrarood Scanner ETIS

de primaire begrenzing t.a.v. de introductie van de eerder genoemde passieve rondzichtsensoren. Internationale samenwerking over dit onderwerp is een eerste vereiste daar ieders capaciteit beperkt is en de wolken overal verschillend zijn.

Een interessante ontwikkeling werd mogelijk na de aanschaf van een 50 elements Cadmium Mercury Telluride (CMT) array, waarmee een prototype FLIR (Forward Looking Infra Red) scanner gemaakt kon worden. Deze experimentele scanner (ETIS) levert een $9^\circ \times 22^\circ$ gezichtsveld gepresenteerd op een gewone T.V. ontvanger met 1 mrad resolutie.

De laatste jaren is veel aandacht geschonken aan de problematiek rond de "missile lanceer en approach detectie" (MLAD). De sensoren die hiervoor in aanmerking komen werken in diverse golflengtegebieden

5 km door de atmosfeer. Daarnaast werden metingen verricht naar de verstrooiing van laserstraling in de atmosfeer onder kleine hoeken met de voorwaartsrichting. Een bijzondere plaats in het Atmosferisch onderzoek wordt ingenomen door het Lidar-onderzoek.

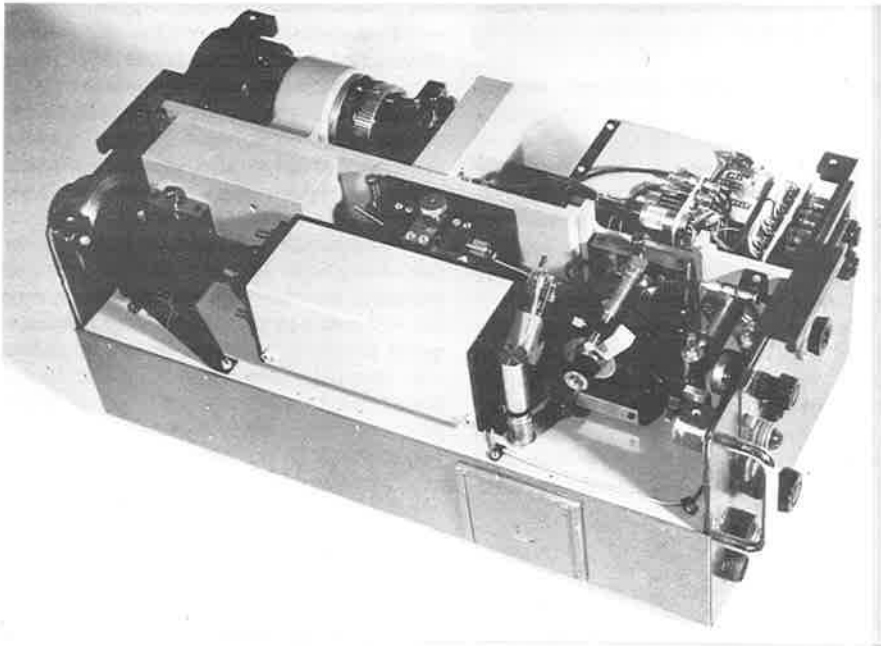
Met behulp van gepulste Neodymium en robijn lasers zijn systemen ontwikkeld, waarmee op korte afstand verontreinigingen in de atmosfeer gemeten en geanalyseerd kunnen worden (Raman-Lidar) en op grote afstand de effectieve concentratie van aanwezige deeltjes in de atmosfeer bepaald kunnen worden (Mie-Lidar).

Momenteel is een opstelling met een CO₂ TEA- (Transverse Excited at Atmospheric Pressures) laser in ontwikkeling, waarbij het z.g. DIAL (Differential Absorption Lidar) principe wordt uitgevoerd. Door snel achter elkaar twee metingen bij verschillende, juist gekozen golflengten uit te voeren is het hiermee mogelijk de dichtheid van bepaalde gassen in de atmosfeer op afstand te meten.

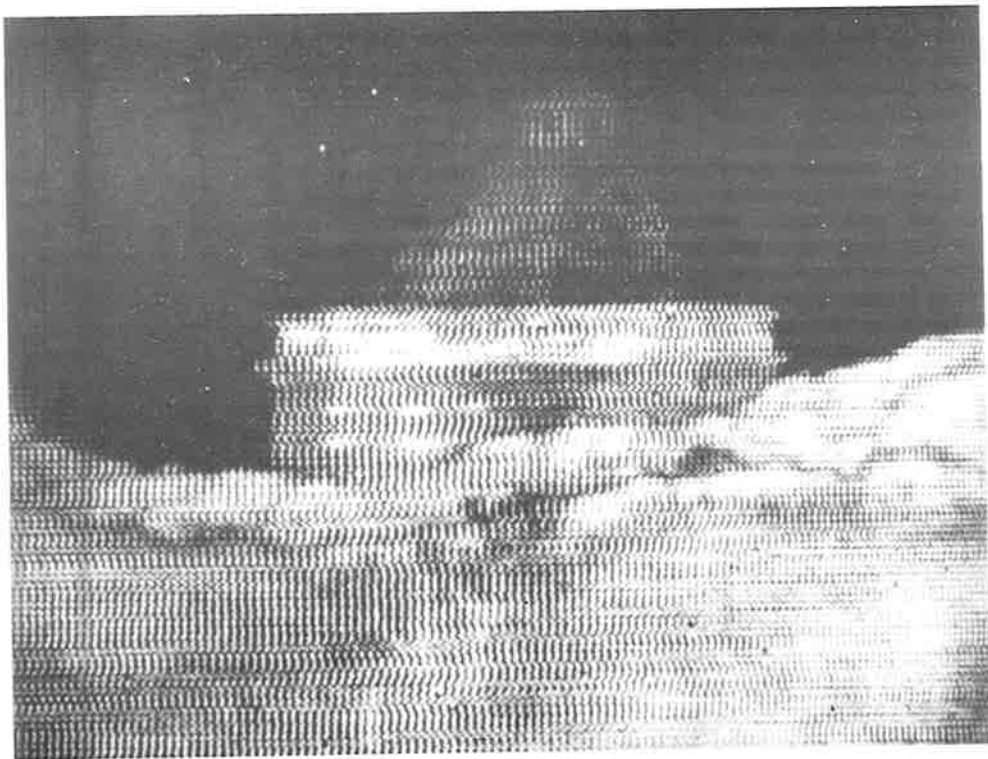
De toepassing van continue gas-lasers voor het bewerken van beelden (o.a. optische Fourier transformatie) en het verwerken van geregistreerde signalen (correlatoren) is onderzocht.

Een proefopstelling voor de optische correlatie van sonarsignalen werd ontworpen, waarin een groot aantal Doppler-kanalen gerealiseerd konden worden.

Met behulp van op het Fysisch Laboratorium zelf vervaardigde akoesto-optische modulatoren werd een opstelling gerealiseerd, waarmee real-time spectrum analyse van elektrische signalen in het frequentie gebied tussen 20 en 40 MHz mogelijk is. Sinds 1977 wordt veel onderzoek verricht naar de toepassing van CO₂ lasers. Een gevoelige detectie methode (de z.g. heterodyne detectie) wordt toegepast in een afstandmeter opstelling, waarin een amplitude gemoduleerde continue CO₂ laser wordt gebruikt. Behalve afstanden kan men met deze opstelling ook de radiele snelheidscomponent van het doel bepalen.



Laboratorium prototype van een laserafstandmeter



Opname van de watertoren van Scheveningen (afstand 1,5 km) gemaakt met de laserscanner

Atmosferisch en omgevingsonderzoek

Vanaf 1950 is veel aandacht geschonken aan het meten van de eigenschappen van de atmosfeer. Reeds genoemd werden de metingen betreffende het contrastverlies in de atmosfeer (1967/68) en de metingen in het ver infrarood over de Westerschelde (1974/75). Om een verantwoorde statistiek van de atmosferische beperkingen te verkrijgen moesten deze metingen over een lange periode uitgevoerd worden. Om een inzicht te krijgen in de geografische afhankelijkheid van de atmosfeer is gestreefd naar internationale samenwerking bij de uitvoering van meetprogramma's. Dit heeft geleid tot het opstellen en uitvoeren van het meetprogramma OPAQUE, waarbij een groot aantal parameters op overeenkomstige tijden wordt gemeten

op zeven meetplaatsen, in verschillende landen in West-Europa.

Door het Fysisch Laboratorium is een meetplaats ingericht op de Vliegbasis Ypenburg, waar gedurende 4 jaar op elk uur dag en nacht meetgegevens verzameld werden, die van belang zijn voor de toepassing van elektro-optische sensoren (helderheidsversterkers, TV systemen, infrarood-apparatuur en lasers). In het kader van dit onderzoek is ook het computerprogramma ILLUM ontwikkeld, waarmee op ieder moment de coördinaten van zon en maan en de daaruit volgende maximale verlichtingssterkte berekend kunnen worden. Samengewerkt wordt met medewerkers van de K.M.A. en van het Chemisch Laboratorium TNO.

Remote sensing

Sinds 1948 is er op het Fysisch Laboratorium TNO veel ervaring opgedaan met allerlei apparatuur voor het waarnemen op afstand, zoals:

Radarapparatuur

Ver infrarood apparatuur

Helderheidsversterkers, etc.

Deze ervaring is verkregen dankzij de bestudering van deze onderwerpen t.b.v. militaire toepassingen. Het is gebleken, dat er ook voor civiele doeleinden een scala van mogelijkheden is, waarbij deze waarnemingssystemen waardevolle informatie kunnen geven over uitgestrekte gebieden. Onderzoeken zijn verricht t.b.v. de Rijkswaterstaat voor specifieke problemen, zoals het waarnemen bij nacht van olie-lozingen op zee, het waarnemen van het optreden van kwel van rivierwater onder dijken, het bepalen van golfpatronen op zee, et.

Het huidige onderzoek wordt uitgevoerd t.b.v. een Interdepartementale Begeleidings Commissie voor Remote Sensing B.C.R.S. Onderzocht zijn o.a. de reflectie-eigenschappen voor radargolven van vegetaties, bosopstanden en wateroppervlakken. Speciale aandacht is besteed aan het onderzoek van de specifieke reflecties in het radar golf lengtegebied. Hiervoor worden speciale patroonherkennings technieken ontwikkeld.

Diverse onderzoeken

Een onderzoek vindt plaats naar de toepassing van optische glasvezels voor communicatiedoeleinden. De mogelijke veranderingen in de transmissie eigenschappen op lange termijn van een 500 m glasvezel grondkabel worden gemeten met een zelf ontwikkelde Optical Time Domain Reflectometer. Daarnaast wordt de invloed van nucleaire straling op de eigenschappen van de glasvezel gemeten.

Continue registratietechnieken voor de vervormingsanalyse

W.J. Beranek, A.J.A. Bruinsma

Instituut voor Bouwmaterialen en Bouwconstructies TNO

De berekening van draagconstructies en onderdelen daarvan berust erop dat er een eenduidig verband bestaat tussen spanningen en vervormingen. Zodra dit niet meer het geval is kunnen ook computertechnieken voor de berekening niet meer worden toegepast. Dergelijke gevallen kunnen zich voordoen bij nieuwe materialen van ongebruikelijke samenstelling of als plaatselijk afwijkingen optreden door materiaalfouten. Experimenteel onderzoek is dan noodzakelijk om het verband tussen spanningen en vervormingen of het vervormingsgedrag als zodanig te bepalen. Vooral de meettechnieken die het gehele oppervlak bestrijken zijn hierbij erg nuttig. Men denke hierbij aan het detecteren van spanningsconcentraties of het opsporen van materiaalfouten of scheurvorming.

Het volgende drietal meettechnieken blijkt hierbij van praktisch belang te zijn: de direct-moiré methode, de spikkel-correlatie methode en de holografische interferometrie. Elke methode heeft min of meer zijn eigen toepassingsgebied, enige overlapping kan soms optreden.

De direct-moiré methode

Op het proefstuk wordt een lijnenraster geplakt met een dichtheid van 5 tot 40 lijnen per mm afhankelijk van de gewenste gevoeligheid. Als het proefstuk vervormt, dan zal het oppervlakte raster méérvormen. Op het proefstuk wordt nu een los vergelijkingsraster gelegd dat via een dun olielaagje als het ware op het opgeplakte raster drijft. Beide rasters komen tot interferentie en vormen een moiré patroon. Dit patroon fungeert als een soort telraam dat registreert hoeveel het raster op het proefstuk is verplaatst ten opzichte van het vergelijkingsraster. Hierbij worden alleen de verplaatsingen loodrecht op de richting van

de rasterlijnen geregistreerd. Elke opvolgende moirélijn geeft aan dat de verplaatsing is toegenomen met de afstand van de rasterlijnen (dus van $1/5$ tot $1/40$ mm, afhankelijk van het gekozen raster).

Aangezien de rek gelijk is aan de toename van een lengte gedeeld door de oorspronkelijke lengte is de rek omgekeerd evenredig met de afstand van de moirélijnen (gemeten in de richting loodrecht op de rasterlijnen). Met andere woorden de rek is recht evenredig met de dichtheid van het moirépatroon in de genoemde richting. Om het vervormingsgedrag van een proefstuk volledig te kunnen beschrijven worden twee lijnenrasters loodrecht op elkaar aangebracht, zodat een kruisraster ontstaat. Met behulp van optische middelen is het mogelijk de diverse gewenste vervormingscomponenten (rekken en hoekverdraaiingen) afzonderlijk zichtbaar te maken.

Het grote voordeel van de methode is dat de resultaten tijdens de proef direct zichtbaar zijn en dat uitsluitend relatieve verplaatsingen worden geregistreerd, die in verreweg de meeste gevallen van het meeste belang zijn. De methode is het beste geschikt voor het meten van betrekkelijk grote verplaatsingen waarbij rekken optreden van enkele procenten en waarbij er weinig of geen abrupte sprongen in het verplaatsingsverloop voorkomen (scheuren). Voor het aanbrengen van het raster moet het oppervlak van het voorwerp ontwikkelbaar zijn.

De methode wordt veel toegepast om vloeiverschijnselen in staal te registreren, bijv. bij lassen, rond openingen of bij scheurproeven, zie figuur 1.

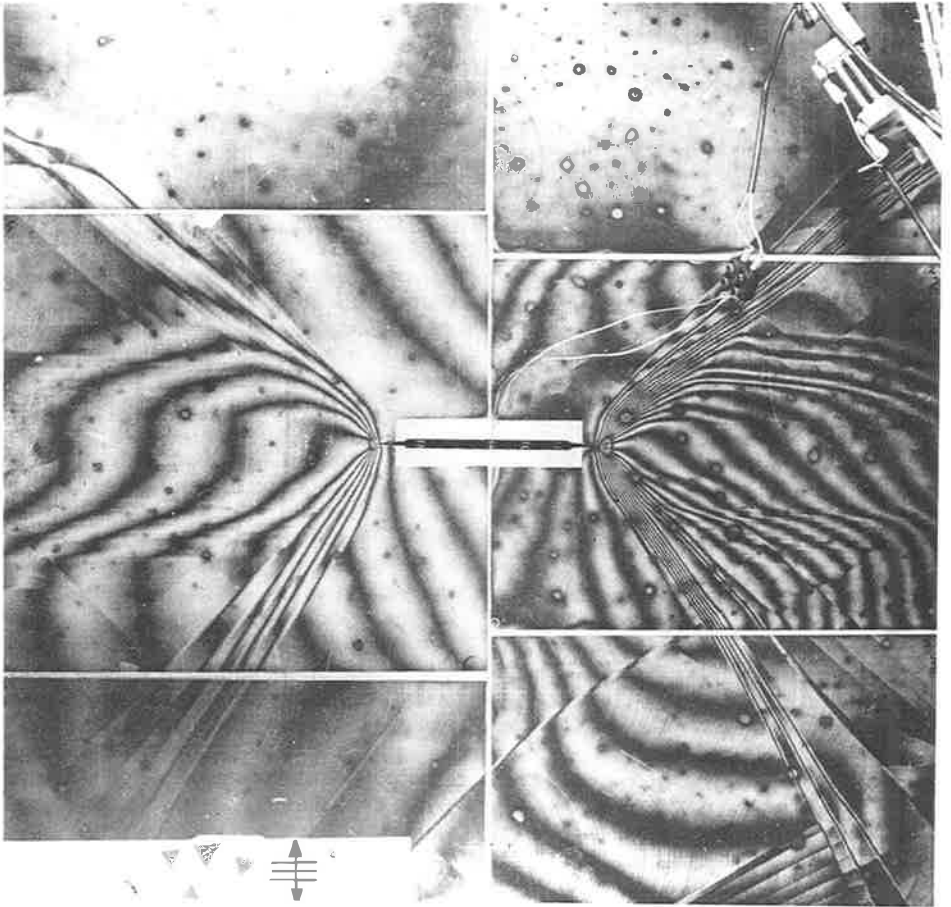


Fig. 1
Scheurproef op een stalen proefstuk. Meting van de verticale verplaatsingen met direct moiré. Linkerzijde van het proefstuk raster met 8 lijnen per mm, rechterzijde 20 lijnen per mm. Let op het markante beeld van de Lüderse lijnen.

Ook bij het bepalen van de materiaaleigenschappen van textielweefsels die tegenwoordig in de waterbouw worden toegepast is de methode zeer geschikt. Het weefsel wordt dan eerst geïmpregneerd met een dun laagje kunstrubber met een zeer lage elasticiteitsmodulus dat geheel met het weefsel meebeweegt en waarop het raster kan worden geplakt, zie figuur 2.

Spikkel-correlatie methode

Bij de direct-moiré methode moet een raster op het voorwerp worden aangebracht om een interferentie verschijnsel op te kunnen wekken: het moiré effect. Bij de spikkel correlatiemethode wordt van de onregelmatigheid van het oppervlak van het voorwerp gebruik gemaakt om een interferentie verschijnsel te kunnen verkrijgen.

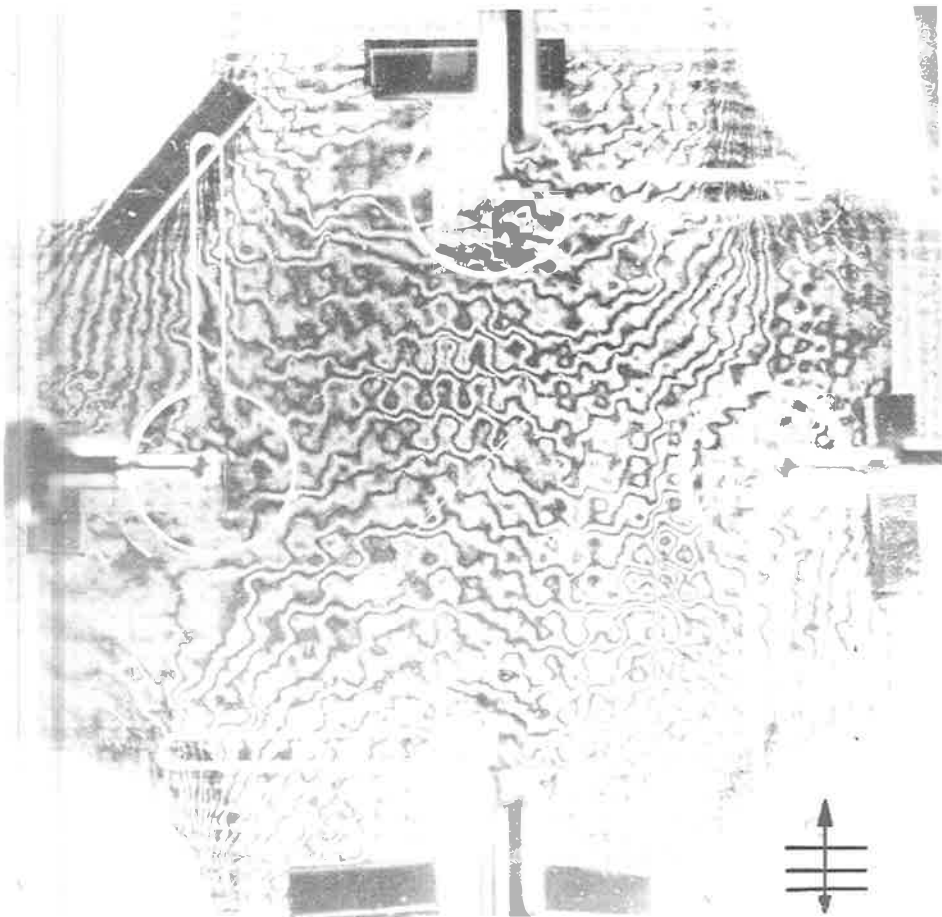


Fig. 2
Bepaling van de eigenschappen van vezeldoek onder bi-axiale trek met behulp van direct moiré (raster met 8 lijnen per mm).

Om deze onregelmatigheid van het voorwerp te accentueren wordt het voorwerp bestraald met laserlicht waardoor het een spikkelig uiterlijk verkrijgt. Er wordt nu een gewone foto van het voorwerp gemaakt waarop dit spikkelige uiterlijk van het voorwerp ook aanwezig is. Men maakt nu twee opnamen van het voorwerp na elkaar, één in onvervormde en één invormde toestand. Als men deze negatieven als een 'sandwich' tegen elkaar plaatst en er een

smalle laserbundel doorstuurt dan komen twee overeenkomstige delen van het voorwerp — die dus iets ten opzichte van elkaar zijn verplaatst — tot interferentie. Er ontstaat een ringenpatroon en de afstand van het centrum van dit ringenpatroon tot de rechtdoorgaande laserbundel is een maat voor de grootte en richting van de verplaatsing. Deze verplaatsing is dus in het vlak van het voorwerp, zie figuur 3. Het voorwerp moet bij voorkeur vlak zijn,



Fig. 3

Semi-automatisch uitleesapparaat om de verplaatsingen in het vlak van een proefstuk te kunnen bepalen met behulp van de spikkel-correlatie-methode.

voorbewerking is hoegenaamd niet nodig. De gevoeligheid is veel groter dan bij direct moiré; de meetfout bedraagt circa $3 \cdot 10^{-6}$ m. De foto's kunnen overal worden gemaakt, ook buiten. Om dan met gewoon daglicht te kunnen werken maakt men gebruik van een kunstmatig spikkelpatroon dat er bijv. met een verfspuit op wordt aangebracht. Het verplaatsingsveld kan het beste achteraf puntsgewijs worden uitgelezen. Om dit te versnellen is een halfautomatisch uitleesapparaat ontwikkeld waarbij de laserstraal tot samenvallen wordt gebracht met het centrum van het cirkelvormige patroon. Na een druk op een knop worden dan de coördinaten van het beschouwde punt met de verplaatsingen in x- en y-richting uitgeprint, zie figuur 3.

In figuur 4 is de opstelling gegeven voor het registreren van de vervormingen en de scheurvorming van een gewapend betonbalk.

Holografische interferometrie

Bij holografie wordt het ruimtelijk beeld vastgelegd dat een voorwerp vertoont als het wordt bestraald met laserlicht. Indien men dit doet in twee lichtelijk vervormde toestanden van het voorwerp dan komen overeenkomstige punten weer tot interferentie. Dit patroon is niet rechtstreeks een maat voor de door ons gewenste verplaatsingscomponenten. Door een handige keuze van de opstelling en door gebruik te maken van eigenschappen van de moiré methode is het mogelijk gebleken contour-

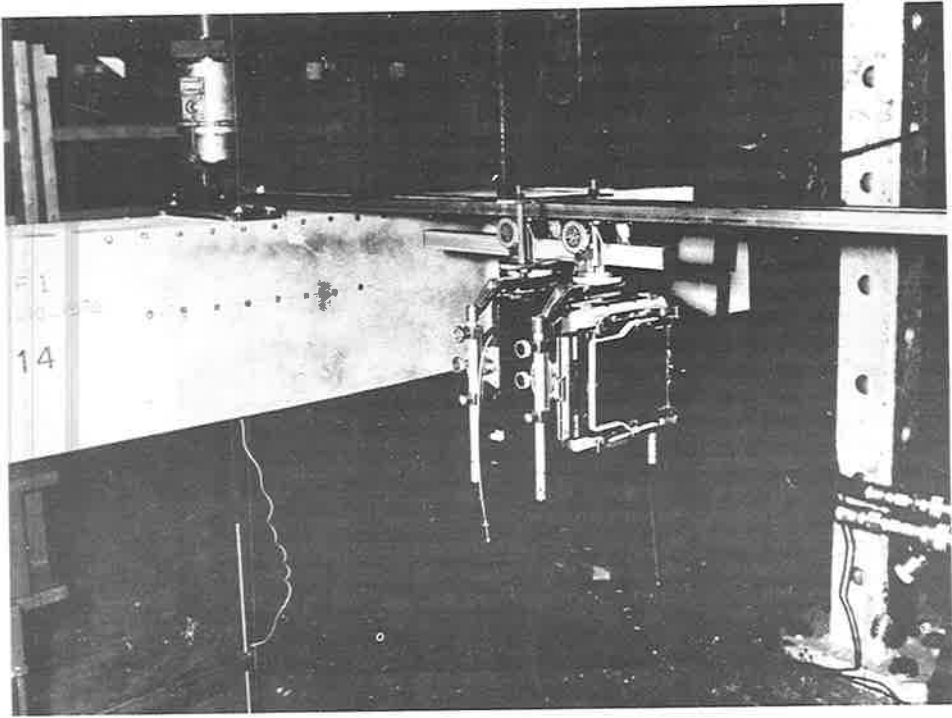


Fig. 4
Opstelling voor de registratie van de vervormingen van een gewapend betonbalk met behulp van de spikkel-correlatie methode.

lijnenkaarten te verkrijgen voor de verplaatsingen in x-, y- en z-richting. Ook voor volkomen willekeurige voorwerpen kunnen hieruit de rekken langs het oppervlak worden afgeleid.

De meetnauwkeurigheid is hoog, men meet met de golflengte van het laserlicht (ongeveer $0,5 \cdot 10^{-6} \text{m}$). De proeven moeten echter bij voorkeur in het optische laboratorium worden gewerkt. De methode registreert absolute verplaatsingen en dat be-

tekent dat bij starre verplaatsingen en rotaties de dichtheid van het interferentiepatroon te groot wordt om het patroon nog te kunnen onderscheiden. Vooral de laatste tijd is veel werk verricht om de invloed van deze starre verplaatsingen te elimineren.

Holografie is uiterst geschikt om zeer kleine verplaatsingen te registreren, zie figuur 5.



Fig. 5
Verplaatsingen uit het vlak bepaald met behulp van holografische interferometrie. Proef voor het bepalen van de aanhechting van betonstaal.

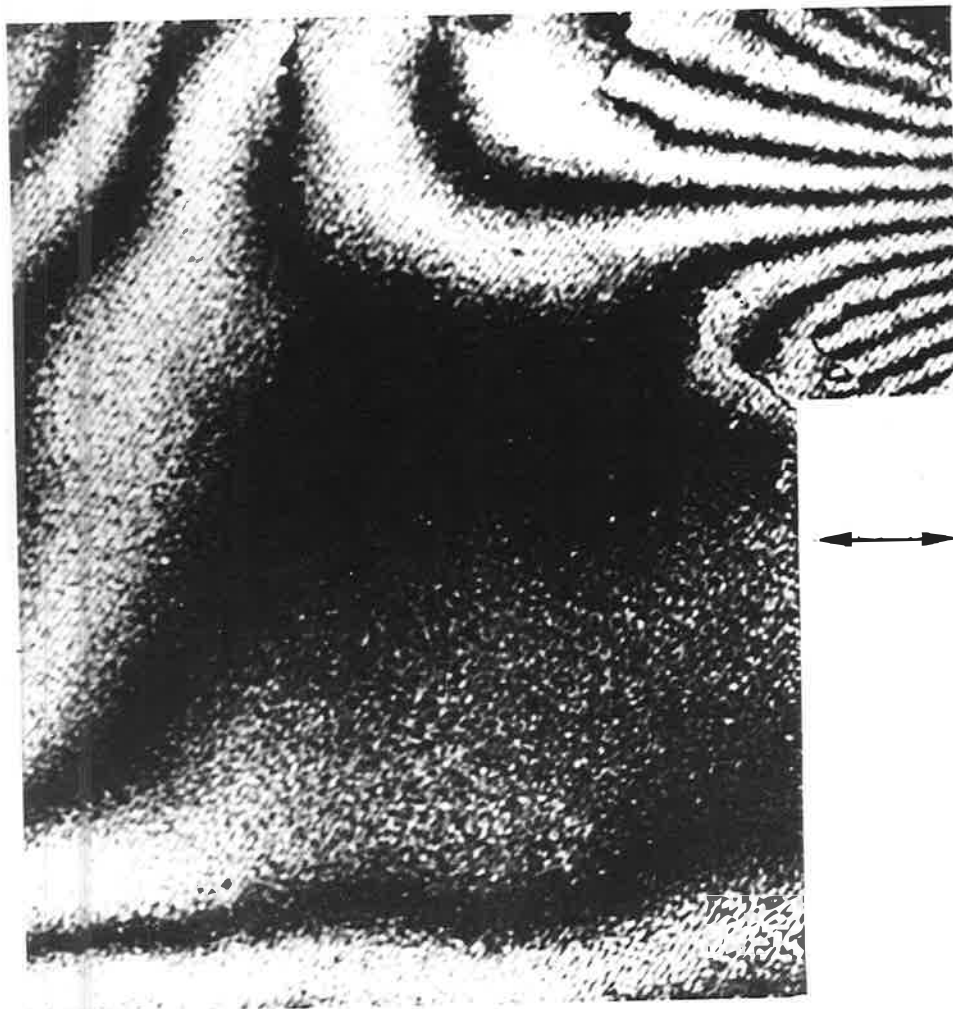


Fig. 6
Verplaatsingen in het vlak bij de aansluiting van een betonnen vloer aan een balk. Elke interferentie-
lijn geeft een toename in horizontale verplaatsing aan van $0,36 \cdot 10^{-6}$ m.

Een staaf betonstaal is in een betonblok ingestort en wordt op trek belast. Men ziet duidelijk het opstulpen van het beton en de ontstane scheurvorming. In figuur 6 is het verplaatsingsverloop in horizontale

richting weergegeven van de aansluiting van een vloer aan een balk. Trillingsverschijnselen zijn eveneens goed en snel zichtbaar te maken, zie figuur 7.

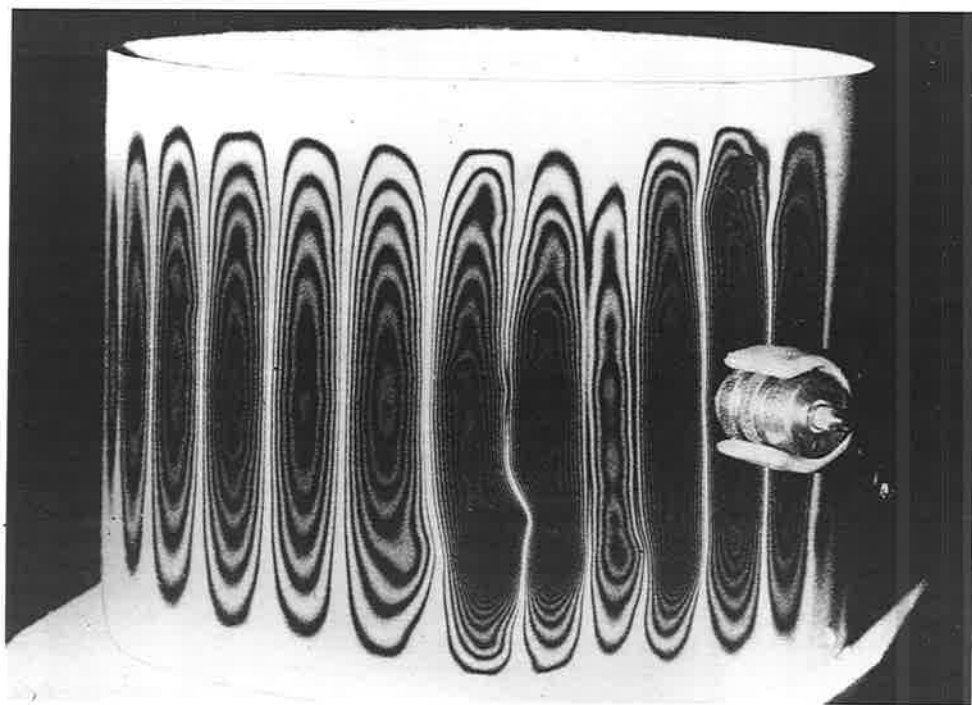


Fig. 7
Trillingsvorm van een opslagtank die op een punt wordt aangestoten.

Ook voor foutendetectie is de methode zeer geschikt. Men brengt een kleine belasting op het voorwerp aan, hetzij door uitwendige krachten of door opwarmen. Onregelmatigheden en fouten worden dan direct zichtbaar door onregelmatigheden in het interferentiepatroon. Men kan de methode daarbij zuiver kwalitatief gebruiken; de ontwikkelingen van de laatste tijd hebben echter ook geresulteerd in betrouwbare kwantitatieve resultaten.

Literatuur

1. W.J. Beranek and A.J.A. Bruinsma: Sandwich spekle interferometry. Proc. 6th International Conference on Experimental Stress Analysis, München, Sept. 1978, VDI-Berichte Nr. 313, 417-425.
2. W.J. Beranek en A.J.A. Bruinsma: Spikkelcorrelatietechnieken voor de vervormingsanalyse. Polytechnisch Tijdschrift Werktuigbouw 35 (1980) nr. 1, 41-46.
3. W.J. Beranek and A.J.A. Bruinsma: A geometrical approach to holographic interferometry. SESA Spring meeting, San Francisco, May 1979. Experimental Mechanics, Vol. 20, No. 9, September 1980.
4. W.J. Beranek and A.J.A. Bruinsma: Producing contourline maps for the displacement components and their derivatives in holographic interferometry. Proc. of the I.U.T.A.M. Symp. on Optical Methods in Mechanics of Solids, September 1979 Poitier. Sijthoff & Noordhoff 1981.
5. W.J. Beranek and A.J.A. Bruinsma: Recording the displacement and strain fields for objects of arbitrary shape, using dual-beam holographic-moiré interferometry. 4th SESA Int. Congress on Exp. Mech. Boston, May 1980.

Polaroid toont direkt-klaar 35 mm dia's.

Polaroid Corporation heeft tijdens de jaarlijkse aandeelhoudersvergadering in de Verenigde Staten, 4 mei jl., verscheidene prototypen direkt-klaar diafilm getoond. De films, zowel in kleur als zwart/wit, kunnen in elke 35 mm kleinbeeld camera of apparatuur die met diafilm werkt, gebruikt worden.

William J. McCune Jr., Polaroid's 'President and Executive Officer' zei de aandeelhouders dat het nieuwe systeem, waarvoor de voorbereiding voor fabricage getroffen wordt, bestaat uit een lichtgewicht, weinig kostbaar ontwikkelapparaatje, een hulpmiddel om dia's in te ramen en natuurlijk de direkt-klaar diafilm.

De diafilm wordt in z'n geheel in één keer ontwikkeld op nagenoeg dezelfde wijze als de ontwikkeling van een Polaroid foto. Bij de ontwikkeling van de diafilm is geen donkere kamer nodig, er behoeft niet gespoeld te worden en een exacte temperatuur controle is niet noodzakelijk. De ontwikkelde film is schoon en droog en kan direkt gebruikt en geprojecteerd worden.

Mr. McCune zei: "Polaroid's 35 Auto-proces Systeem zal een nieuwe dimensie aan 35 mm fotografie toevoegen. De eigenschappen ervan en de onmiddellijke beschikbaarheid maken het systeem bijzonder waardevol in vele gebieden waaronder industriële en professionele fotografie en de fotografie zoals die toegepast wordt in het bedrijfsleven".

Tijdens de aandeelhoudersvergadering werden diapresentaties met zowel 35 mm kleurendia's als 35 mm zwart/wit lijnfilm dia's getoond. Polaroid verwacht deze diafilms, alsmede een 35 mm halftoon zwart/wit diafilm, voor de eerstvolgende jaarlijkse aandeelhoudersvergadering op de markt te brengen.

Fotografische Olieputmetingen verklaard in nieuw Kodak-handboek

ROCHESTER - Het registreren van diagrammen van metingen van een put bij olieboringen gebeurt niet meer met inkt-schrijvers, maar met behulp van computers en laserstralen. Kodak is hierbij betrokken als leverancier van filmmateriaal en papier voor alle typen van lichtbronnen.

"Kodak Photographic Handbook for Well Logging" is een nieuw naslagwerk, bestemd voor specialisten op het terrein van putmetingen. Het vlot bruikbare boekwerk bevat beschrijvingen van filmsoorten, fotografisch papier en chemicaliën — de samenstelling ervan, hoe ze werken, hoe ze te ont-

wikkelen en hoe uit een uitgebreide reeks van fotografische produkten een keus te maken ten behoeve van teams die putmetingen over de hele wereld verrichten.

Behalve technische informatie bevat het handboek hoofdstukken die meer vertellen over fotografische principes en hoe contact op te nemen met mensen van Kodak die direct betrokken zijn bij de dienstverlening aan de industrie, die zich bezig houdt met het meten van aardolie- en aardgasputten.

"Kodak Photographic Handbook for Well Logging" (bestelnummer G-141) heeft in de VS een vastgestelde verkoopprijs van \$ 9,50 en in Canada van \$ 12,25.

Het handboek is verkrijgbaar bij elke Kodak leverancier van technische produkten.

Oriël Zonlicht-simulatoren

In haar programma van zonlicht simulatoren introduceert Oriël een bundel-concentrator, die met de 1000W, 2 x 2" solar simulator een intensiteit geeft van 40 tot 70 zonlichteenheden. De 'hi-flux beam concentrator' focuseert de 1KW, 51 x 51 mm bundel op een 15 mm schijf, waardoor de vermogensdichtheid 7x vergroot wordt met $\pm 5\%$ uniformiteit.

De concentrator bestaat uit een multi-element kwarts lens gemonteerd in een houder, die direct op de solar simulator geschroefd kan worden.

Dit accessoire is ideaal voor hoge flux experimenten, zoals het testen van cellen of materialen. Gekoppeld aan een simulator met verhoogde UV output geeft hij een zeer hoge helderheid in het UV met sterk verlaagd VIS en IR nivo.

Inl.: Fairlight, tel. 010-333418

Opto-Electronics Diode Lasers

Opto-Electronics levert zeer snelle gepulste diode lasers. De puls breedte is minder dan 75 ps met een stijgtijd van minder dan 55 ps bij een herhalingsfrequentie tot 20 kHz. Leverbaar zijn diodes met een piek-golflengte bij 810-870 nm, 900 nm of 1100-1600 nm. Het piekvermogen ligt bij 100-400 mW.

Een bijbehorend regelkastje geeft instelmogelijkheden voor de herhalingsfrequentie, sperstroom en sperspanning.

Tevens is voorzien in een triggeruitgang voor de triggering van oscilloscopen of streak camera's.

Inl.: Fairlight

Honeywell Kleuren Hardcopy Camera Model 3000

Het Model 3000 heeft de mogelijkheid, op een eenvoudige manier kleuren kopieën van een beeldscherm te maken.

De ingebouwde microprocessor regelt niet alleen een groot aantal functies, zoals een zelftest bij start, automatische helderheidscompensatie van de monitor voor iedere belichting, maar heeft tevens geheugenplaatsen voor de belichtingsverhouding, helderheid en contrast waarden, voor R, G, B voor acht (8) verschillende filmtypen. Hierdoor hoeft de gebruiker via het frontpaneel alleen aan te geven welk filmtypen hij gebruikt en het instrument verzorgt via de microprocessor automatisch de juiste R, G en B settings.

Steeds opnieuw kalibreren en proefafdrukken maken wordt hierdoor overbodig. Het basisinstrument is niet alleen geschikt voor R, G, B videosignalen maar kan na kalibratie voor vele videosignalen (lees diverse typen kleurenbeeldschermen) gebruikt worden.

Door middel van diverse accessoires kunnen vele soorten afdrukken op allerlei formaat worden gemaakt:

- Optie 3035, 35 mm camera, waarin zwart/wit, kleuren foto's en dia's kunnen worden toegepast.
- Optie 3070, t.b.v. Polaroid SX-70 direct klaar kleurenafdrukken.
- Optie 3045, t.b.v. 4 x 5 inch afdrukken op direct klaar Polaroid materiaal en elk ander 4 x 5 inch filmmateriaal.
- Optie 3810, t.b.v. 8 x 10 inch afdrukken op direct klaar Polaroid materiaal en transparant en elk ander 8 x 10 filmmateriaal.
- Optie 3116, t.b.v. een 16 mm animatiefilmcamera.

Voornoemde opties kunnen op ieder moment aan het basisinstrument worden toegevoegd en zijn eenvoudig uitwisselbaar.

Inl.: Honeywell B.V. Test Instruments Division, tel. 020-5103363

Submicrometer-verplaatsingen

De firma Optilas uit Alphen a/d Rijn komt met iets nieuws op het gebied van zeer kleine verplaatsingen, de zgn. INCHWORM. Deze unieke elektronisch stuurbare "Micrometer" met maar liefst 20 nanometer resolutie-mogelijkheid zou het enige commercieel verkrijgbare instrument zijn dat zulke nauwkeurige verplaatsingen maakt. Het systeem werkt met piëzo-elektrische kristallen en kan b.v. gebruikt worden voor het positioneren van I.C.-maskers, optiek, elektrodes bij celpunctie, spicemen bij microscopie, het scannen van interferometers.

Enige technische gegevens van de inchworm zijn:

- 20 nanometer resolutie-mogelijkheid
- 25 mm totale verplaatsing (grotere op aanvraag)
- regelbare snelheid van de drijfjas: 0,01 $\mu\text{m/s}$ - 0,5 mm/s
- kan tot 1,5 kg trekken en drukken
- digitale uitlezing v.d. verplaatsing (2 μm nauwkeurig)
- elektronische afstandsbediening verkrijgbaar
- computer sturing mogelijk
- werkteemperatuur: - 20°C tot + 70°C
- kan ook in vacuüm werken (optie)
- werkt spellingsvrij, (geen spindels of tandwielen)
- compact, lichtgewicht, eenvoudig te monteren

Inl.: tël. 01720-31234

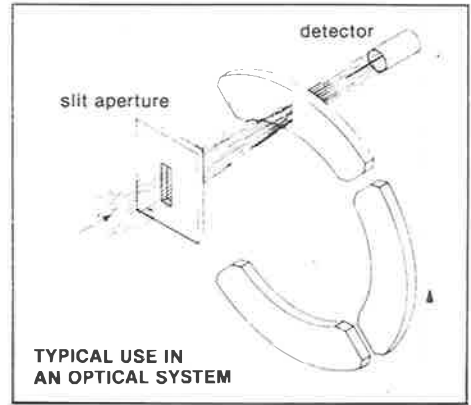


Optische variabele filters

In die applicaties waar het nodig is een spectrum nauwkeurig te scannen is het circulair variabele filter van OCLI een uitkomst. Voor het vervaardigen van deze filters is gebruik gemaakt van de dunne-filmtechniek. Dit type interferentiefilter wordt gekenmerkt door zijn zeer hoge efficiëncy.

Transmissie van de doorgelaten straling ligt in de meeste gevallen boven de 70%. Er zijn twee typen leverbaar voor twee verschillende bandbreedtegebieden: het type VC180-017 kan toegepast worden in het gebied van 400-700nm, terwijl het type CV680/1200 toepasbaar is in het gebied 680-1200nm. De halfwaardebandbreedte is voor het type VC180-017 kleiner dan 17nm, terwijl voor het infrarood gebied de waarde kleiner is dan 32nm.

De filters kunnen zowel in 360° als in 180° segmenten worden geleverd.



Voor deze filters zijn verder diverse hulpstukken leverbaar zoals onder andere een filterhouderhuis.

22-27 augustus 1982

SPIE, 15... International Congress on High Speed Photography and Photonics

te San Diego, California, USA

Inl.: SPIE, The International Society for Optical Engineering

P.O.Box 10, Bellingham,

Washington 98227-0010, USA

29 augustus - 1 september 1982

Stability and Preservation of Photographic Images

te Ottawa, Canada

Inl.: SPSE, 7003 Kilworth Lane,

Springfield VA 22151, USA

6-10 september 1982

International Congress of Photographic Science 1982

te Cambridge, England

Inl.: Dr. G.C. Farnell, Res. Div. Kodak Ltd.

Headstone Drive, Harrow, HA 1 4 TY, England

7-10 september 1982

European Conference on Optical Systems and Applications ECOSA 82 and Optics 82

te Edinburgh U.K.

Inl.: Ir. H.J. Raterink, Technisch Physische Dienst TNO,

Postbus 155, 2600 AD Delft, Nederland

5-10 oktober 1982

Photokina

te Keulen, Duitsland

Inl.: Photoindustrie-Verband, Karlstrasse

19-21 D-6000

Frankfurt am Main 1

15-18 november 1982

Unconventional Imaging, Science and Technology

te Arlington, USA

Inl.: SPSE, 7003 Kilworth Lane,

Springfield, VA 22151, USA

9 december 1982

Symposium Toegepaste Fotografie

Inl.: Ir. L. van Os

School voor Fotografie en Fotonica

Tarwekamp 3, 2592 XG 's Gravenhage

3-8 juli 1983

7th International Congress of Radiation Research

te Amsterdam, Nederland

Inl.: J.J. Broese, c/o Radiobiologisch

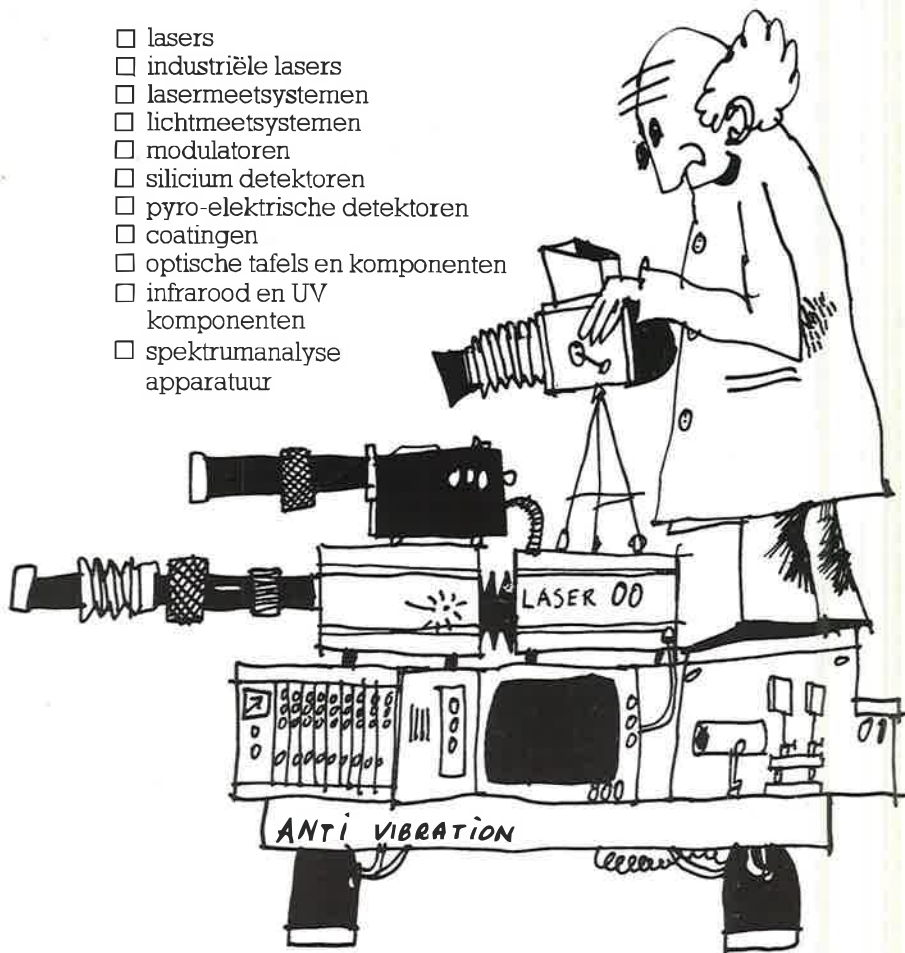
Instituut TNO,

Postbus 5815 2280 HV Rijswijk,

Nederland

Lasers en lasertoebehoren

- lasers
- industriële lasers
- lasermeetsystemen
- lichtmeetsystemen
- modulatoren
- silicium detektoren
- pyro-elektrische detektoren
- coatingen
- optische tafels en componenten
- infrarood en UV componenten
- spektrumanalyse apparatuur



KONING EN HARTMAN

koperwerf 30, postbus 43220, 2504 AE den haag, telefoon 070-210101