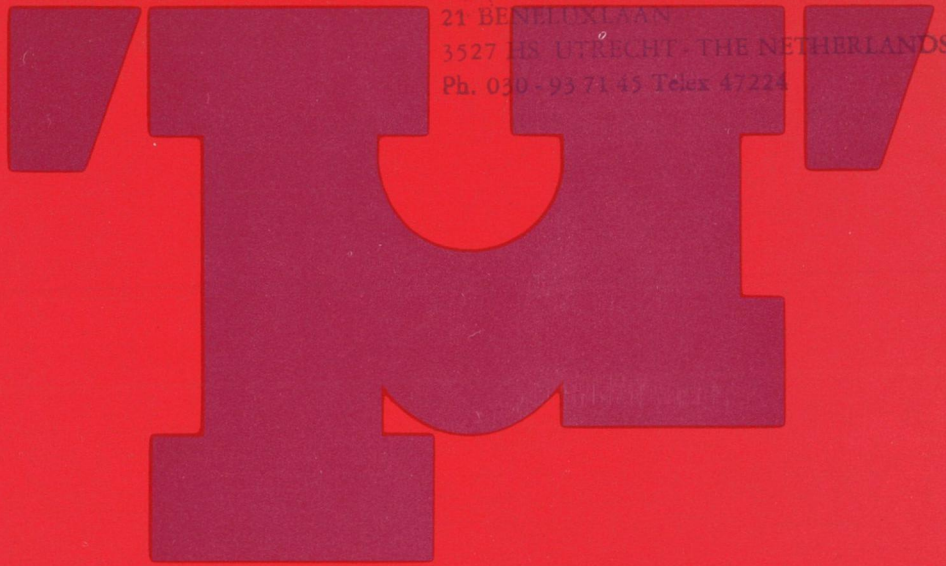
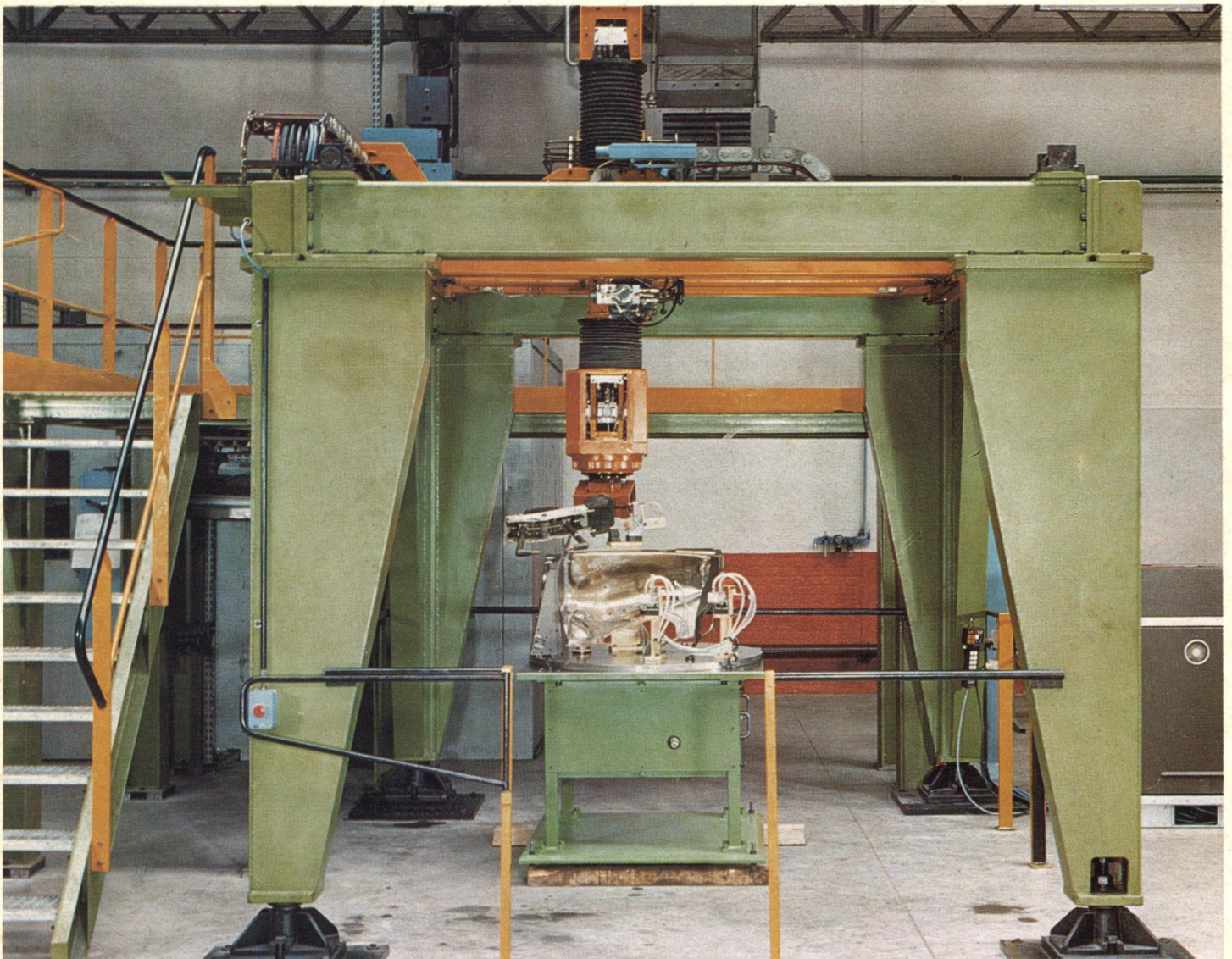


SPACE RESEARCH LABORATORY
21 BENELUXLAAN
3527 HS UTRECHT - THE NETHERLANDS
Ph. 030 - 93 71 45 Telex 47224



jrg. 26, nr. 5, sept./okt. 1986

MIKRONIEK

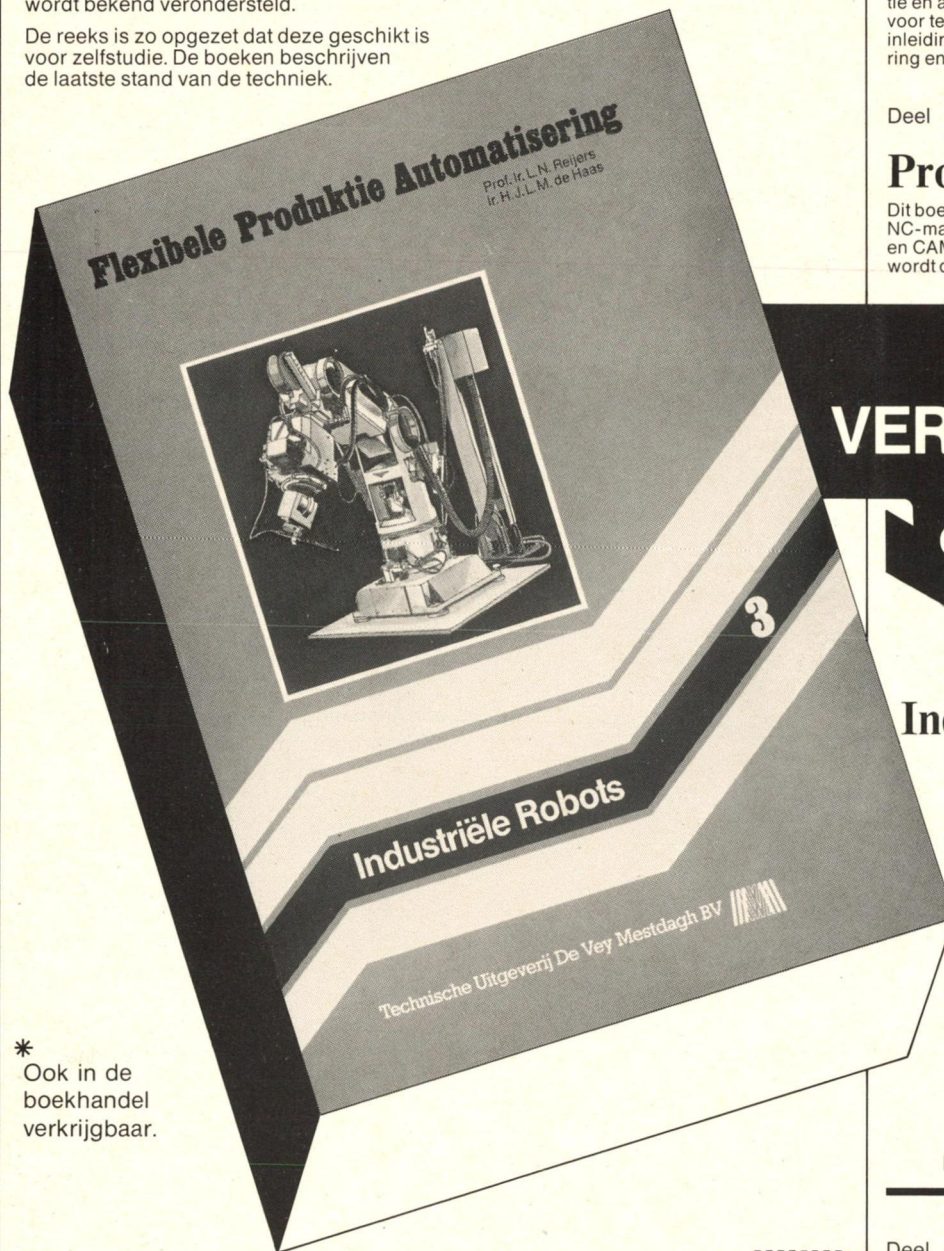


VAKBLAD VOOR FIJNMECHANICA EN GLASTECHNIEK

Flexibele Productie Automatisering

De reeks Flexibele Productieautomatisering bestaat uit 4 boeken die handelen over flexibele automatisering van produktiemiddelen. Deze "fabrieksvloerautomatisering" vormt een onderdeel van de flexibele automatisering, die in toenemend tempo doordringt in alle gebieden van de industriële bedrijvigheid. Flexibele automatiserings-hulpmiddelen, gebaseerd op moderne computertechnologie, dringen nu in snel tempo door in de drie hoofdgebieden van een productiebedrijf: het produktontwerp (CAD), de produktiebesturing (MRP) en de automatisering in de produktie (CAM). Het is de automatisering in het derde gebied, de produktie, waarop deze boekenreeks zich concentreert. Automatisering in de andere twee hoofdgebieden komt ter sprake waar raakpunten liggen met de "fabrieksvloerautomatisering". Het doel van deze vier boeken is een brede introductie te verschaffen voor zowel gebruikers als ontwerpers van flexibel geautomatiseerde productiesystemen. Een algemene kennis van produktietechnieken wordt bekend verondersteld.

De reeks is zo opgezet dat deze geschikt is voor zelfstudie. De boeken beschrijven de laatste stand van de techniek.



* Ook in de boekhandel verkrijgbaar.

Technische Uitgeverij De Vey Mestdagh BV

Markt 51 • 4331 LK Middelburg



Wij verzoeken u te leveren: _____ ex. "Industriële Robots"

NAAM _____

ADRES _____

POSTCODE _____
PLAATS _____

Zenden aan Technische Uitgeverij De Vey Mestdagh BV - Markt 51 - 4331 LK Middelburg Nederland

De boekenreeks is als volgt samengesteld:

Deel 1

Numerieke besturing

Een inleiding op numeriek bestuurd productiemachines, zoals gereedschapswerktuigen, industriële robots en meetmachines en hun applicaties. Dit deel geeft de lezer voldoende kennis van zaken van de werking en de eigenschappen van numerieke besturing om een gefundeerde selectie en aanschaf van afzonderlijke NC-machines voor te bereiden. Dit boek vormt een algemene inleiding in de Flexibele Productieautomatisering en kan afzonderlijk worden bestudeerd.

Deel 2

Productiesystemen

Dit boek gaat in op de integratie van afzonderlijke NC-machines tot productiesystemen. DNC, FFS en CAM zijn hier de sleutelwoorden. In dit boek wordt de inhoud van deel 1 bekend verondersteld.

PAS
VERSCHENEN
deel 3

Industriële Robots

Auteurs:
Prof. Ir. L. N. Reijers
Ir. H. J. L. M. de Haas

Dit deel geeft een algemene inleiding tot industriële manipulators en hun toepassingen. Gezien het toenemend belang van industriële robots en gezien de breedte van het applicatiegebied is dit onderwerp in een apart deel ondergebracht. Het boek is zo opgezet dat het afzonderlijk kan worden bestudeerd.

Omvang: ± 536 pagina's.

Prijs **f1.77.75**

Deel 4

FPA-technieken

In de delen 1 tot en met 3 zijn de diverse systeemonderdelen beschouwd vanuit de gebruiker: als gesloten black boxes met specifieke eigenschappen.

Deel 4 kijkt in de black boxes en gaat in op de werking ervan en de onderliggende principes. Dit deel veronderstelt de stof van de drie voorgaande delen als bekend. De onderwerpen van deel 4 zijn speciaal van belang voor systeemontwerpers.

*Delen 1, 2, 4 zijn nog in voorbereiding.



Uitgave:
Technische Uitgeverij
De Vey Mestdagh BV

Redactie:
Ing. H.J. van Agthoven
Ir. S. van der Graaf (hoofredactie)
H.M.C. Heubers
H.G.J. Rutten
Ir. J.J. Veerman
G.J. Verschragen

Redactiesecretariaat:
J. Snickers
Klaprooslaan 17
5691 WL Son
Telefoon (04990) 71831
b.g.g. (01180) 36320

Abonnementen:
Technische Uitgeverij
De Vey Mestdagh BV,
Markt 51, 4331 LK Middelburg
Telefoon (01180) 36320
Postgirorekening 26 06 279
Postrekening België 000-0135503-91
Nederland f 85,-
Buitenland f 110,-
Alle prijzen excl. BTW

Advertentie-Acquisitie:
Technische Uitgeverij
De Vey Mestdagh BV,
Markt 51, 4331 LK Middelburg
Telefoon (01180) 36320

**Vormgeving, tekst- en
beeldvervaardiging:**
De Vey Mestdagh BV

Druk- en bindwerk:
Den Boer Middelburg/Drukkers

Orgaan van

MIKRON

Nederlandse Vereniging
van technici

Mechatronica, een basisdiscipline voor werkplaatsautomatisering

Prof.dr.ir. H. van Brussel

Katholieke Universiteit Leuven, Afd. Mechanische Konstruktie en Productie



Steeds frequenter wordt vastgesteld, door bedrijfsleiders, ingenieurs, techniekers, machinebedieners en onderhoudspersoneel, dat de klassieke basisopleiding in de fabricagetechnieken niet meer voldoet aan de noden van de moderne werkplaatsomgeving.

Bedieners van computerbestuurde machines dienen noties te hebben over programmering, maar ook over besturings-technieken. Opsporen van fouten en defecten aan moderne werkplaats-infrastructuur vergt multidisciplinair geschoold onderhoudspersoneel. Dat dergelijke breedgeschoolde

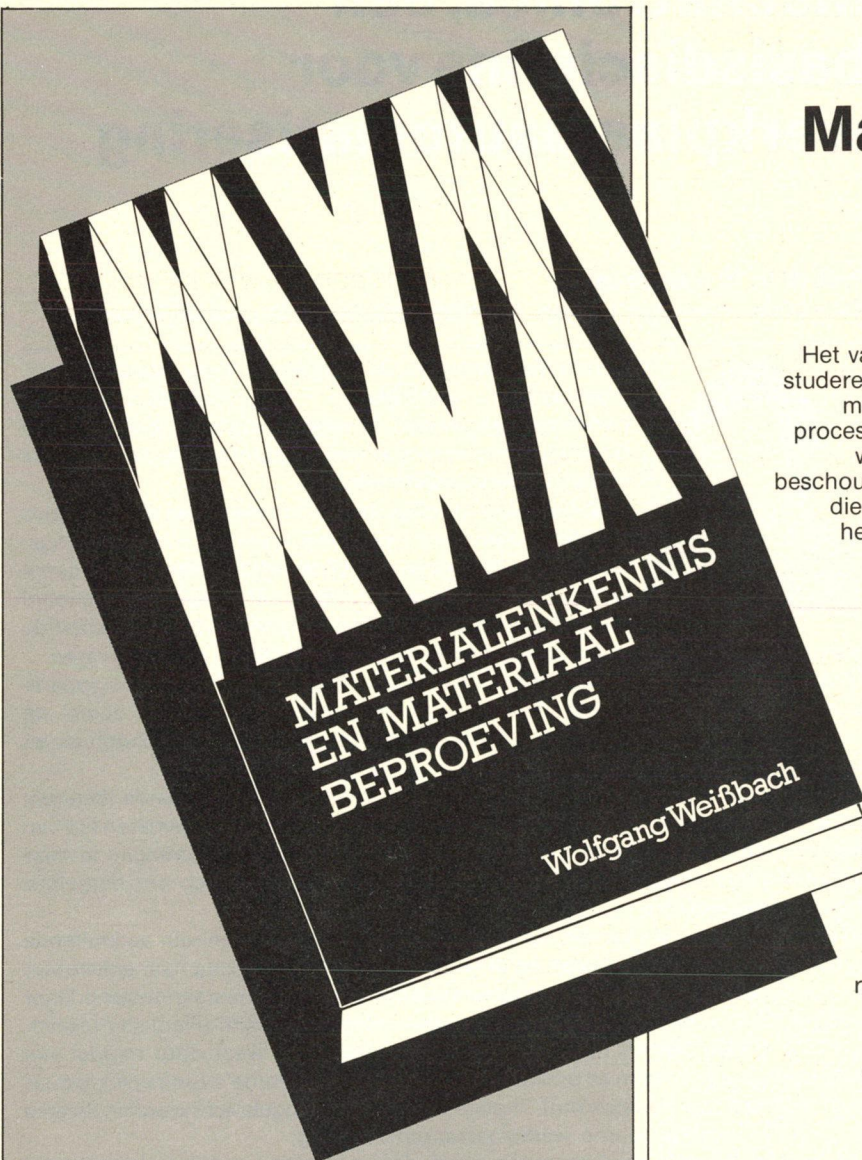
techniekers moeilijk te vinden zijn, heeft menig bedrijfsleider accuut ervaren. Voor het ontwerpen, besturen en bouwen van complexe fabricage- en testapparatuur zijn ingenieurs vereist met een voldoende brede kennis van zowel de mechanische en productie-aspecten als de hedendaagse besturingstechnologie en de programmeringsmogelijkheden.

Het is zeer de vraag of de huidige opleidingsprogramma's voldoende (kunnen) inspelen op deze nieuwe noden. Is het mogelijk om binnen de toegemeten tijd van een normale opleidingsduur een voldoende brede kennis bij te brengen in deze onderscheiden vakgebieden? Waarschijnlijk is het onrealistisch om dergelijke dromen te koesteren.

Meerdere initiatieven komen op gang om, in diverse vormen van aanvullende opleiding, de bestaande hiaten op te vullen. Een korte verwijzing naar enkele van deze programma's in België kan als illustratie dienen voor de heersende trend. Door de Rijksdienst voor Arbeidsvoorziening werd recent het FLARC (Flemish Automation and Robot Center) opgericht. Het is een instelling waar door middel van demystificatiecursussen en praktische opleidingsprogramma's van beperkte duur (enkele dagen tot enkele weken), "hands-on" ervaring bijgebracht wordt in diverse domeinen van de moderne werkplaatsautomatisering.

Een tweede initiatief werd genomen aan de KU Leuven en werd op 1 oktober 1986 gestart. Het betreft een aanvullende opleiding, toegankelijk voor burgerlijk ingenieurs, in de mechatronica. Deze term, door de Japanners geïntroduceerd, illustreert op sprekende wijze het harmonisch samenspel tussen de mechanische, besturings- en programmerings-aspecten van de moderne fabricagetechnologie. Het programma, dat een geheel jaar bestrijkt, verenigt relevante vakken uit deze disciplines, zoals flexibele productiesystemen, computerondersteund ontwerpen, interfacing en gegevensoverdracht, regeltechniek, "real-time" controle en artificiële intelligentie, aangevuld met geïntegreerde seminaries en een afstudeerwerk.

De evolutie in de fabricagetechnieken dwingt het onderwijs in nieuwe banen. Het is belangrijk de noodsignalen op tijd op te vangen en om te zetten in aangepaste onderwijsprogramma's.



Prijs **f 56,55** incl. BTW

Ook in de boekhandel verkrijgbaar



**Technische
Uitgeverij
De Vey Mestdagh BV**

Markt 51 • 4331 LK Middelburg
Nederland • Telefoon 01180-36320

Materialenkennis en materiaal beproeving

Uitgangspunt van de auteur

Het vak 'materialenkennis' is voor de meeste studerende jongeren een eerste kennismaking met chemisch-fysische verschijnselen en processen die, toegespitst op dit vak, dikwijls wetenschappelijk en diepgaand worden beschouwd. De basiskennis en praktijkervaring die de meeste volwassen studenten wel al hebben, is daarbij een nuttige grondslag.

De auteur heeft zich erop toegelegd inzicht te verschaffen in materiaaleigenschappen, voor zover deze afhankelijk zijn van de structuur van het materiaal. De kenmerken van deze structuur - atoommodel, binding, fijnstructuur, rooster - kunnen volgens wetenschappelijke methoden exact worden vastgesteld, en aan de hand van modellen verduidelijkt worden.

De doelgerichte verandering van de eigenschap van een materiaal moet erop gericht zijn de structuur te veranderen. Daarbij spelen zich in het materiaal - afhankelijk van zijn soort - reproduceerbare fysische en chemische processen af.

Een bijbehorend boek met vraagstukken is eveneens leverbaar

Prijs f 10,10

**IN BELGIË TE BESTELLEN BIJ
UITGEVERIJ DE SIKKEL**

Wij verzoeken u te leveren

_____ ex.

Materialenkennis en materiaal beproeving

_____ ex.

Vraagstukken Materialenkennis

NAAM _____

ADRES _____

KODE _____

PLAATS _____

Zenden aan
Technische Uitgeverij De Vey Mestdagh BV
Markt 51 • 4331 LK Middelburg Nederland

Mikroniek verschijnt één maal per 2 maanden

Inhoud

Prof.dr.ir. H. van Brussel: Mechatronica, een basisdiscipline voor werkplaatsautomatisering	1
μ -actueel	4
Manifestatie Fijnmechanische Techniek Voordrachten en Tentoonstelling	7
School en bedrijf	9
Rectificatie	9
H.G.J. Rutten: Inleiding in de optica (II)	10
H. Heubers: Nederlandse faciliteit voor synchrotronstraling in Daresbury	17
Boekbesprekingen	25
μ -werkplaatsinformatie	26
Literatuuroverzicht	29

PHD robotbouw

Het door Doedijns Pneumatiek gevoerde programma van modulaire componenten voor robotbouw, heeft weer een uitbreiding ondergaan.

Met name de z.g. slides is een zeer sterk deel van dit programma. Slides zijn van luchtcilinders voorzien, aandrijfeenheden met langsgleidingen.

De nieuwe serie U-slides zijn universeel en uniek. De langsgleidingen zijn aan twee zijden ondersteund en kunnen als volledig belastbaar onderdeel worden opgenomen in de constructie.

Ingebouwd zijn: dubbelwerkende luchtcilinder met doorlopende zuigerstang, slaglengte-instelling, hydraulische stootdempers, snelheidsregeling en meeneemplaat.

Standsignalering mogelijk met reedcontacten en z.g. "Hall"-effectschakelaars. Standaard slaglengten tot 300 mm. Andere lengten op aanvraag.

Voor verdere informatie en/of documentatie kunt u zich wenden tot:

Doedijns Pneumatiek Nederland C.V.
Polakweg 6
2288 GE RIJSWIJK
Tel.: 070 - 401600

Stappenplan invoering kwaliteitszorg

In 1984 is het ministerie van Economische Zaken gestart met een voorlichtingscampagne over kwaliteitszorg. Het doel van deze campagne is het bedrijfsleven bekend te maken met de voordelen die invoering van kwaliteitszorg biedt. Veel bedrijven, zowel in het buitenland als in Nederland, hebben al sprekende resultaten geboekt met de toepassing van kwaliteitszorg-principes.

In het kader van de genoemde voorlichtingscampagne is vorige maand een boekje verschenen. Dit "Stappenplan voor de invoering van kwaliteitszorg" helpt ondernemingen verder die ernst willen maken met deze nieuwe managementtechniek.

De auteurs, Dr. A.M. Koopman-Iwema (Universiteit Nijmegen), Drs. M. de la Rangelje (Philips) en Dr. P.G.W. Jansen (PTT) hebben een praktisch werkboek samengesteld dat kennelijk zeer goed aanslaat. In een paar weken tijd werden meer dan 3000 exemplaren besteld door de meest uiteenlopende bedrijven en instellingen. Een nieuwe druk van deze best-seller voor het bedrijfsleven is nu beschikbaar.

Het Stappenplan is uitsluitend te bestellen bij Kwaliteit in Bedrijf te Baarn, telefoon 02154-16851. De kosten be-

dragen f 12,50 inclusief verzendkosten.

Staalpresentatie op Bouwbeurs 1987: 'De intelligentie van staal'

Onder het motto "De intelligentie van staal" zal het Staalcentrum Nederland zich met een aantal bedrijven en organisaties, werkzaam in de staalsector, presenteren in een grote gezamenlijk inzending op de Internationale Bouwbeurs, die van 23 tot en met 28 februari 1987 in het Utrechtse Jaarbeurscomplex wordt gehouden.

Bedrijven uit de staalsector stonden in 1985 voor het eerst samen gegroepeerd op de Bouwbeurs, waar het thema "Een nieuwe staaltijd" in beeld werd gebracht. Staalcentrum Nederland verwacht, dat in 1987 opnieuw een flink aantal bedrijven zich zullen aansluiten bij een opnieuw te formeren "Staalstraat".

De stand van het Staalcentrum krijgt een meer dan twintig meter lang stalen dak, dat door één kolom standzekerheid verkrijgt. Het ontwerp is van de architecte Vera Yanovshtchinsky, die twee jaar geleden één van de "Afstudeerprijzen Staal" won.

Het thema "De intelligentie van staal" wordt op de inzending in beeld gebracht door middel van de verschillende eigenschappen en toepassingsmogelijkheden van staal. Gegevens over bouwen met staal zullen vooral audiovisueel worden gepresenteerd.

Vakbeurs PRONIC '86

Van 18 t/m 21 november a.s. zal te Parijs - in Hal 7 van het Parc des Expositions aan de Porte de Versailles - de Internationale Vakbeurs voor Uitrusting en Producten t.b.v. de Elektronica - PRONIC - gehouden worden.

De PRONIC '84 werd volgens de organisatoren met succes afgesloten: 532 exposanten uit 17 landen namen deel aan deze Beurs, terwijl 13.397 bezoekers uit 49 verschillende landen werden geregistreerd.

Aan de PRONIC '86 zal een nieuwe sector worden toegevoegd: "Uitrusting voor halfgeleiders", zodat het expositie-programma er als volgt uitziet:

Sector A (rood):

Uitrusting, materiaal en producten t.b.v. de fabricage van halfgeleiders

geïntegreerde en hybride schakelingen.

Sector B (blauw):

Uitrusting, materiaal en producten t.b.v. de fabricage van gedrukte schakelingen en passieve componenten.

Sector C (oranje):

Uitrusting, materiaal en producten t.b.v. de montage en aansluiting van componenten.

Sector D (paars):

Meet-, regel-, test- en automatiseringsapparatuur.

In het kader van de PRONIC '86 zullen twee Internationale Conferenties worden gehouden (met simultane vertaling Frans/Engels), handelend over de volgende technieken:

1. HALFGELEIDERS:

- dinsdag, 18 november: "Automatisering van het productie-proces"
Voorzitter: Jim Harper, USA.

- woensdag, 19 november: "Microliothographie - Isolatie - Afscherming"
Voorzitter: M. Roche.

2. OPPERVLAKTE-MONTAGE:

Op donderdag, 20, en vrijdag, 21 november, komen alle facetten van dit onderwerp aan de orde.

Voorzitter: B. Dreyfus-Alain.

Nadere documentatie, conferentieprogramma met inschrijfformulier, alsmede reisprogramma met voordelige vlieg- en treinreizen worden gaarne verstrekt door de Stichting ter Bevordering van DE FRANSE VAKBEURZEN, Keizersgracht 276, 1016 EW AMSTERDAM. tel. 020 - 23.92.04/24.86.70.

Marktonderzoek voor industriële producten in België

Ondanks de geografische nabijheid, de gedeeltelijke taalverwantschap, de vergelijkbaarheid van het economisch systeem en het lidmaatschap van dezelfde samenwerkingsverbanden, bestaan er grondige verschillen tussen België en Nederland, niet alleen op het vlak van de economische en industriële structuur in het algemeen maar ook inzake de marktbenadering, het marktonderzoek en de commerciële praktijk.

Daarnaast is het evident dat industriële producten een totaal verschillende marketingsaanpak vereisen dan consumptiegoederen. Talrijk zijn de Nederlandse exporteurs, die met deze verschillen onvoldoende rekening hebben gehouden, hun binnenlandse praktijk onveranderd naar België hebben overgeplaatst en van een en ander de

nadelige gevolgen hebben ondervonden.

Een uitbreiding van de markt vanuit Nederland naar België vergt niet minder omzichtigheid en voorstudie dan naar verder gelegen streken. De studiemiddag beoogt de fundamentele informatiebasis te leggen waarop de commerciële beslissingen ten aanzien van een op België georiënteerde marketingaanpak voor industriële producten te bouwen zijn.

Te hunnen behoeve wordt op donderdag 13 november 1986 in hotel Crest te Antwerpen een studiedag georganiseerd door de Nederlandse Kamer van Koophandel voor België en Luxemburg te Brussel in samenwerking met de Federatie voor de Nederlandse Export (Fenedex) in Den Haag.

Het voorgestelde programma vormt een afgerond geheel van informatie over industrieel marktonderzoek in België: de structuur van de industriële markt, het plegen van marktonderzoek, de marktwerking, het promotioneel beleid en een case-study.

Voor nadere inlichtingen wende men zich tot het bureau der Kamer in Nederland: Bezuidenhoutseweg 181, 2594 AH 's-Gravenhage (tel. 070/47.91.61, telex 33112).

Cursussen rubber en kunststoffen

Bij de stichting Opleiding Rubber en Kunststoffen (SORK) is in augustus 1986 het opleidingsprogramma voor het seizoen 1986/1987 verschenen.

Hierin wordt een groot aantal theorie- en praktijkcursussen voor het verwerken en bewerken van kunststoffen en rubbers beschreven die worden gegeven op verschillende niveaus.

Het opleidingsprogramma omvat een 45-tal mogelijkheden tot opleiding via cursussen, praktijktrainingen, vakopleidingen en studiedagen.

Ook is het mogelijk uit het bestaande opleidingsprogramma een cursus samen te stellen, aangepast aan specifieke wensen van het bedrijfsleven.

In het komende seizoen wordt de **nieuwe** cursus Machinesteller Spuitgieten aangeboden.

Nieuw in het programma is de praktijktraining Versterkte Kunststoffen van 4 dagen, bestemd voor medewerk(st)ers uit botenbouw, carrosseriebedrijven etc.

De schriftelijke cursussen zijn gedeeltelijk aangepast aan de nieuwste technologische ontwikkelingen.

De cursussen en trainingen zijn niet alleen bestemd voor personeel, dat werkzaam is in de rubber- en kunststof-

fenindustrie, maar ook voor degene die in andere sectoren rubber en kunststoffen verwerken en toepassen.

Desgewenst kan de SORK haar bemiddeling verlenen bij de diverse subsidie-mogelijkheden door de overheid.

Het opleidingsprogramma is op aanvraag verkrijgbaar bij de Stichting Opleiding Rubber en Kunststoffen

Postbus 85806
2508 CM DEN HAAG
tel. 070 - 503 903

Catalogus "Laagspanning"

De nieuwe catalogus "Laagspanning 1986-1987" van Merlin Gerin Ned. is uit.

Deze in kleur uitgevoerde catalogus geeft een uitgebreid overzicht van het complete assortiment laagspanningscomponenten zoals installatie-automaten, hulpfuncties voor afstandssignalering, montage materiaal en kasten.

Veel aandacht wordt besteed aan de nieuwe producten die MERLIN GERIN op de markt lanceert, zoals bijvoorbeeld de DPN-Vigi, een installatie-automaat, gecombineerd met aardlekbeveiliging en de serie Réflex automaten, op afstand bestuurbare automaten voor toepassing in gebouwenautomatisering en voor PLC besturing.

Voor belangstellenden ligt een exemplaar van deze nieuwe gids klaar. U kunt hem opvragen bij mev. Assink van MERLIN GERIN NEDERLAND B.V., Wilhelminastraat 33, Postbus 80, 2410 AB BODEGRAVEN (01726-19248).

Brochure ponssystemen

In de nieuwe Alfra-brochure van Cito-Benelux wordt een overzicht gegeven van de gereedschappen voor het bewerken van plaatmateriaal zoals staal-, roestvaststaal-, aluminium- en kunststofplaat.

Alfra tijd- en kostenbesparende apparatuur voor de schakelkastinstallietechniek, is speciaal ontwikkeld voor het aanbrengen van ronde, vierkante of rechthoekige gaten van een bijzondere vorm in schakelkasten, montageplaten, e.d.

Het programma omvat o.a. een bijzonder uitgebreid assortiment plaatponzen met benodigde apparatuur en konische boren.

De Alfra hydraulische pomp SKP-1 wordt - afhankelijk van de toepassing - geleverd met een hand-, voet- of elektrische bediening.

Nieuw in het Alfra programma zijn de compact hydraulische handpompen en tijdbesparende boortappen.

Exemplaren van de nieuwe brochure over Alfra ponssystemen kunnen worden aangevraagd bij:

Cito Benelux B.V., Postbus 246, 6900 AE Zevenaar
Tel.: 08360 - 24555.

TU Delft viert 145-jarig bestaan

Groot CAD/CAM-symposium en -tentoonstelling in januari 1987

In januari 1987 viert de Technische Universiteit Delft haar 145-jarig bestaan. Als thema voor deze viering is gekozen voor het onderwerp CAD/CAM: Computer Aided Design, Computer Aided Manufacturing. Dit is het met behulp van de computer ontwerpen en produceren van technische constructies, gebouwen en industriële producten. De computer wordt hierbij toegepast voor het bewerken en analyseren van technische gegevens, het vervaardigen van tekeningen en het aansturen van automatische produktiemachines.

Ter gelegenheid van het 29e lustrum van deze universiteit worden aan dit thema CAD/CAM een symposium en een tentoonstelling gewijd.

Hetsymposium op 13 januari 1987 heeft als doel het bedrijfsleven, de overheidsinstellingen, HBO's, e.d. kennis te laten maken met het lopend onderzoek op het gebied van CAD/CAM dat plaatsvindt aan de TU Delft. Dit symposium geeft ook de gelegenheid aan de bezoekers kennis te maken met de mogelijkheden van nieuw onderwijs op het gebied van CAD/CAM zoals dat aan deze instelling wordt gegeven.

Tijdens dit symposium zullen - onder andere - de volgende onderwerpen aan de orde komen:

scheepsonwerpen, vliegtuigontwerpen, bouwmethoediek, kartografie, computergraphics

Hetsymposium zal worden omlijst door een tentoonstelling. Op deze tentoonstelling hangen computergraphics uit Amerika, waarvoor een samenwerkingsverband met het museum Boymans van Beuningen in Rotterdam is aangegaan. Computergraphics zijn kunstwerken die een vorm zijn tussen kunst en techniek; het zijn tekeningen en modellen in kleur die met behulp van de computer zijn gemaakt. Deze expositie is voor het eerst in Nederland te zien bij de Technische Universiteit Delft. De tentoonstelling laat verder zien wat de TU Delft op het gebied van CAD/CAM heeft te bieden.

AWF-Machinekaarten

Is uw productie optimaal georganiseerd?

Natuurlijk moet u op elk moment van elke dag heel precies weten hoe het staat met uw machinepark.

Het AWF*) kaartstelsel is daar onmisbaar voor, want het heeft voor elke machine een stam-, een onderhouds- en een smeerkkaart. Zo hebt u alles bij elkaar.

Het stelsel telt ruim dertig kaarten en het kan ook dienst doen voor laboratorium-apparaten, kantoormachines, transportmiddelen enz.

Het is altijd goed om even na te gaan of uw voorraad blanco kaarten nog voldoende is en of alle machines en apparaten er in ondergebracht kunnen worden en er ook werkelijk in zitten.

Een goede controlemaatregel: laat een of meer proefstellen machinekaarten dan ziet u wat er allemaal of wat u er nog meer mee kunt doen.

*) Algemeines Werkschaftverband Frankfurt, voor Nederland aangepast in samenwerking met het Centrum voor Metaalbewerking TNO.

Technische Uitgeverij De Vey Mestdagh BV
Markt 51, 4331 LK Middelburg
Tel. 01180-36320



Manifestatie Fijnmechanische Techniek

Voordrachten en Tentoonstelling

Zoals reeds in vorige Mikronieks is aangekondigd wordt deze manifestatie gehouden op 4, 5 en 6 november in de aula van de Technische Universiteit in Delft.

Op het "waarom" van deze manifestatie hoeft niet meer verder te worden ingegaan – dat is reeds aan de orde geweest – zodat nu een overzicht wordt gegeven van de te houden voordrachten en van wat op de tentoonstelling is te verwachten.

VOORDRACHTEN

4 november

09.00 uur

Ontvangst en registratie

09.30 uur

Welkomstwoord Ing. H. Akkerman,
Voorzitter van de Vereniging Mikron

10.30 uur

Fijnmechanische toelevering: productieve dienstverlening of dienstvaardige productie?

Ir. W. Kluvers, Directeur DINFA BV

Wat is kenmerkend voor deze toeleveringsindustrie?

Hoe is de markt te typeren en welke trends zijn merkbaar?

Welke eisen worden er gesteld aan deze tak van industriële bedrijvigheid?

11.30 uur

Het samenstellen van instrumenten m.b.t. uitbesteden

H. Gringhuis, Managing Director Packard Instrument BV

Packard Instrument BV ontwikkelt en fabriceert in Delft gaschromatografen. Tot aan het begin van de jaren zeventig werden alle benodigde onderdelen, plaatwerk zowel als machinale onderdelen, in eigen productiefaciliteiten vervaardigd.

Uit kostenoverwegingen is daarna besloten om zich te concentreren op ontwikkeling en assemblage van het eindproduct en zoveel mogelijk gebruik te maken van uitbesteding. Dit zowel voor plaatwerk, machinale onderdelen en draadbomen. De achterliggende filosofie was: Doe datgene waar je goed in bent (ontwikkeling en assemblage van gaschromatografen) en benut de specifieke kennis van toeleveranciers op andere gebieden.

14.30 uur

Hoe fijn is ons technisch onderwijs?

Dr. Ir. J.A. Rietdijk, Adjunct-Directeur Nat. Lab. Nederlandse Philips Bedrijven BV

Het vakgebied fijnmechanische techniek vindt haar oorsprong in fysische principes en hoogwaardig mechanisch vakmanschap. De traditionele structuur van ons technisch onderwijs vertoont een sterke fragmentering in mechanische, elektrische, chemische en fysische vakdisciplines. De bestaande grenzen tussen de vakgebieden werken belemmerend voor een evenwichtige beoefening van "brede" technieken, waartoe de fijnmechanische techniek zeker gerekend moet worden.

Het onderwijs in de werktuigbouwkunde, vanouds een trefpunt voor de applicatie van een breed scala van vooral fysische grondregels, dreigt te weinig aandacht te besteden aan de vele mogelijkheden, geboden door moderne sensoren, informatica, elektrotechniek en meet- en regeltechnieken.

Aanbevolen wordt om de scheidingslijnen tussen de werktuigbouwkunde en deze vakgebieden te doen vervagen, resulterend in een vakgebied, dat wel wordt aangeduid met "mechatronics". Op de implicaties voor de verschillende vormen van onderwijs (LBO, MBO, HBO en WO) wordt nader ingegaan.

15.30 uur

Submicron-verspanen vereist een integrale aanpak

Ir. T.G. Gijsbers, Precision Engineering Nederlandse Philips Bedrijven BV

Het verspanend bewerken van metalen en kunststoffen met submicron-nauwkeurigheid, internationaal aangeduid met de term Precision Machining, neemt de laatste tijd een enorme vlucht. Met deze techniek is het mogelijk om "optische oppervlakken" te maken, d.w.z. oppervlakken die qua vormnauwkeurigheid en gladheid aan de hoogste optische eisen voldoen (vormafwijking $< 0,2 \mu\text{m}$, ruwheid $< 0,02 \mu\text{m}$). De gewenste nauwkeurigheden worden verkregen via draaien en slijpen.

Het complete vak Precision Machining behelst veel meer dan alleen het exploi-

teren van een uiterst nauwkeurige bewerkingsmachine. Het vereist ook bijzondere meettechnieken, waarvoor men de apparatuur vaak zelf nog moet ontwikkelen, omdat er in deze nauwkeurigheidsklasse weinig of niets op de markt is. Maken en meten vragen een bijzonder hoogwaardig en volwassen vakmanschap en een omgeving van trillingsvrije en streng geconditioneerde ruimten.

Kortom, submicron-verspanen verlangt een eigen infrastructuur en integrale aanpak, essentieel voor succes, en nauwelijks vergelijkbaar met de situatie in een "normale" mechanische werkplaats.

5 november

09.00 uur

Ontvangst en registratie

10.00 uur

Medische technologie

Prof. dr. ir. Chr.J. Sniijders, Faculteit der Geneeskunde, Afd. Biomedische Natuurkunde en Technologie, Erasmus Universiteit

Onder medische technologie wordt algemeen verstaan het ontwikkelen van methoden, systemen, apparaten, instrumenten en materialen voor toepassing in de geneeskunde. In die voege bestaat medische technologie in feite al zeer lang, gelet op de vele fijnmechanische instrumenten die voor de behandeling van patiënten reeds werden gebruikt in Epidaurus in de tempel en het genezingscentrum van Asklepios. Heden ten dage kan men technische producten in eigenlijk alle medische vakken tegenkomen. Bij de ontwikkeling en productie ervan is ieder technisch specialisme wel op de een of andere wijze betrokken.

Medische technologie kent een aantal bijzondere aspecten. Het Nationaal Ziekenhuis Instituut (N.Z.I.) onderscheidt 3000 producten. Van de omzet ten bedrage van ongeveer drie miljard per jaar in investerings- en verbruiksgoederen wordt 80 à 90% geïmporteerd. Daar staat tegenover dat er in Nederland voor eenzelfde bedrag wordt geproduceerd, waarvan dus de export eveneens 80 à 90% bedraagt. Gelet op de recente bemoeienissen van onder meer het Ministerie van Economische Zaken ziet men gunstige perspectieven voor het Nederlandse bedrijfsleven op het ge-

bied van de medische technologie. Voor innovaties wordt een belangrijke rol toegedacht aan de Nederlandse universiteiten. De blik richt zich met name op medische faculteiten en academische ziekenhuizen omdat men daar de kraamkamer voor nieuwe produkten kan vinden. Ook zal daar moeten worden vastgesteld of voor een prototype ooit een markt zal worden gevonden. Vele hoogstandjes van medische technologie betreffen hoogstandjes van fijnmechanische techniek. Dit onderwerp heeft deze jaren veel belangstelling.

11.00 uur
Positioneersystemen tot in het submicron-gebied

Ir. P. Brinkgreve, Centrale Technische Dienst Technische Universiteit Eindhoven

Besproken wordt een systeem van positionering met behulp van wrijvingsoverbrengingen. Deze systemen zijn relatief goedkoop, en afhankelijk van het gebruikte meetsysteem, zeer nauwkeurig. Het maken ervan wordt mogelijk, door op een verantwoorde wijze elektronische en (fijn)mechanische techniek te koppelen.

Het mechanische gedeelte van dergelijke systemen wordt uitgewerkt (geconstrueerd) met als uitgangspunt het **kinematisch en statisch bepaald construeren**.

Deze manier van construeren begint bij het beseft dat twee punten een lijn bepalen en drie punten een vlak. Wordt nu bij de constructie van een apparaat een minimum aantal van dergelijke punten gebruikt, dan kan daarmee bereikt worden dat het "werkplaatstechnisch kunnen" van vakmensen wordt gebruikt in plaats van misbruikt. Slechts dan kan een optimaal resultaat worden bereikt en niet wanneer verkeerde uitgangsprincipes door veel kundigheid van uitvoerende technici toch tot een bepaalde werking worden gebracht.

Elektronische besturingen voor het micron- en submicron-gebied

Ir. B. Kranenburg, Centrale Technische Dienst, Technische Universiteit Eindhoven

Nauwkeurig positioneren vraagt naast intelligent construeren om de vereiste mechanische stijfheid en nauwkeurigheid te behalen tevens een daaraan aangepaste aandrijving en een meetstelsel met voldoende resolutie en reproduceerbaarheid.

Wanneer extreme eisen gesteld worden aan verplaatsingssnelheid en/of nauwkeurigheid, dan kunnen mechanische en elektronische onderdelen niet meer onafhankelijk van elkaar worden ontwikkeld, maar dienen in een vroeg-

tijdig stadium van het systeemontwerp op elkaar te worden afgestemd.

Vooraf echter als niet-technische argumenten als tijd en geld een mede keuzebepalende factor gaan vormen, is het goed een aantal "standaardoplossingen" bij de hand te hebben die mogelijk niet in ieder geval technisch optimaal zijn, maar waarmee in elk geval het beoogde doel snel kan worden bereikt. In dit verband is de "wrijvingsoverbrenging met moving-coil DC-motor" in een aantal zeer uiteenlopende applicaties met veel succes toegepast.

14.30 uur
Het mechanisch ontwerp van "Compact-Disc"-afspeelapparaten

Dr. ir. J. van Eijk, Centre for manufacturing Technology, Nederlandse Philips Bedrijven BV

Voor afspeelapparaten voor optische schijven (CD, VLP, DOR) is de werking van de actuatoren, die zorgen voor het volgen van het informatiespoor, van groot belang.

De toelaatbare positie-afwijkingen liggen in de orde van enkele tienden van micrometers, terwijl de optredende verstoringen tot duizendmaal groter kunnen zijn.

Voor het realiseren van het benodigde regelsysteem is het onder andere van belang de aandrijfelementen voor de beweging van de laserspot met grote zorgvuldigheid te ontwerpen.

De toepassing van computergereedschappen, hun mogelijkheden en beperkingen in de verschillende fasen van ontwerp en ontwikkeling, zullen worden toegelicht.

15.30 uur
Lichtgewicht precisie-scharnier met geïntegreerde elektromechanische aandrijving

Ir. G.K. Troost, Technisch Manager, FDO Technische Adviseurs BV
In de ruimtevaart worden extreme eisen gesteld ten aanzien van massa's, sterkte en stijfheden.

Deze komen versterkt tot uiting in ontwerp-eisen voor scharnier/aandrijfelementen voor robots en manipulatoren voor ruimtevoertuigen. De complexe ontwerpprocedure en het resulterende voorontwerp van zo'n fijnmechanische component worden toegelicht aan de hand van eisen voor een robotarm van de European Space Shuttle.

6 november

09.00 uur

Ontvangst en registratie

10.00 uur

Miniaturisatie versus nauwkeurigheid;
Prof. ir. F. Doorschot, Adviseur CFT, Nederlandse Philips Bedrijven BV, Buitengewoon Hoogleraar Technische Universiteit Eindhoven

shot, Adviseur CFT, Nederlandse Philips Bedrijven BV, Buitengewoon Hoogleraar Technische Universiteit Eindhoven

Bij miniaturisatie wordt beoogd: verhogen van de informatiedichtheid, verkleinen van looptijden van signalen en informatie, volumeverkleining bij apparaten, minder verbruik van energie en grondstoffen en vergroten van constructieve vrijheden.

Het lijkt verstandig steeds na te gaan waar zeker resp. zeker geen miniaturisatie zal gaan optreden of voortgaan.

Kort wordt besproken welke factoren een rol spelen bij het maken van kleine onderdelen met hoge nauwkeurigheden, inclusief het ontbramen en reinigen.

Bij het meten van miniatuuronderdelen treedt een groot probleem op als maken meetnauwkeurigheid aan elkaar gelijk worden. Indien mechanisch wordt gemeten, dan kan de meetdruk fragiele onderdelen sterk vervormen. Een soortgelijk probleem treedt op bij het handelen ervan in gemechaniseerde c.q. geautomatiseerde apparatuur.

Indien men fragiele produkten in batch gaan verwerken, bestaat er kans op beschadigingen. Bij het zoeken naar oplossingen deze produkten met behoud van vorm en nauwkeurigheid te kunnen verwerken, blijkt de verhouding "grootste geometrische maat/gewicht" een belangrijke parameter te zijn.

Vervolgens wordt ingegaan op de problematiek van het onderling verbinden van fragiele onderdelen en halffabrikaten. Tot slot vraagt het verpakken en transporteren van fragiele onderdelen een steeds grotere aandacht.

11.00 uur

Nieuw, maar ook beter? Zinnige en onzinnige ontwikkelingen in de moderne geometrische meettechniek; Ing. F. Langereis, Centrale Meetdienst Machinefabrieken, Nederlandse Philipsbedrijven BV

"Meten is weten, wat te doen"; dit geldt vooral bij het oplossen van problemen die ontstaan bij het realiseren van nieuwe fijnmechanische produkten of processen.

Na het stellen van het probleem, moet door meten de richting voor de oplossing worden gevonden. Voldoende kennis van de geometrische meettechniek - methoden en middelen - is daarbij een vereiste. De mogelijkheden van die geometrische meettechniek zijn de laatste jaren sterk uitgebreid. Onder invloed van elektronische en optisch-elektronische ontwikkelingen en de mogelijkheden die het gebruik van de informatica bij verwerken van meetsignalen biedt, is een groot aantal nieuwe en

vooral snelle methoden ter beschikking gekomen.

Echter niet alle nieuwe methoden resulteren in een verbetering van de nauwkeurigheid, meetsnelheid of mogelijkheden.

Een aantal ontwikkelingen en hun typische applicaties zullen worden besproken. Hierbij komen naast de bijzondere mogelijkheden van mechanisch-elektronische en pneumatisch-elektronische systemen vooral die van de krachtloos werkende optisch-elektronische systemen, zoals autofocus en vision, ter sprake. Daarbij zal blijken dat vele bestaande problemen bij het meten van verplaatsing, maat, vorm, oppervlakteruwheid, richting en plaats, betrouwbaarder en/of sneller kunnen worden opgelost.

14.30 uur

Kwaliteitsbeheersing bij de ontwikkeling van wetenschappelijke apparaten

Dr. ir. J. Verkerk, Hoofd Fijnmechanische Werkplaats, Rijksuniversiteit Utrecht

Apparaten voor wetenschappelijk onderzoek worden gewoonlijk in enkelvoud gemaakt. Bij de fabricage wordt in

de fijnmechanische instrumentenbouw traditioneel veel geëxperimenteerd. Veel apparatuur komt tot stand op basis van "trial and error". Wanneer de apparatuur na de bouw niet aan de eisen blijkt te voldoen, worden er aanpassingen gemaakt. Zowel het ontwerpen als het fabriceren zijn daardoor slecht te beheersen processen in tijd en in kosten.

Pas wanneer er problemen bij de fabricage zijn blijkt er een goed samenwerkingsverband tussen constructeur en instrumentmaker tot stand te komen. Dan blijkt ook dat veel problemen voorkomen hadden kunnen worden wanneer dit samenwerkingsverband eerder zo had kunnen functioneren.

De lezing gaat in op de ervaringen die zijn opgedaan met de invoering van een kwaliteitsbeheersingssysteem, waarbij de instrumentmaker reeds bij de ontwerpfase medeverantwoordelijk gemaakt wordt voor de te ontwikkelen apparatuur.

15.30 uur

Kwaliteit, geen toeval maar organisatie

Ir. J.H.M. Bokern, Senior-Consultant Philips International, Nederlandse Philips Bedrijven BV

Inleider zal, na een kort historisch overzicht van het zich nog steeds evoluerende kwaliteitsdenken, zijn visie ten aanzien van dit onderwerp geven. Ook zijn ervaringen, over dit onderwerp opgedaan, binnen een multi-nationale onderneming zullen aan de orde komen.

TENTOONSTELLING

Op het moment dat dit wordt geschreven is reeds duidelijk dat veel bedrijven, instituten en instellingen van de mogelijkheid gebruik maken om hun fijnmechanische apparatuur, producten, technieken en technologieën te laten zien. Men is allerminst terughoudend in het tonen van allerlaatste ontwikkelingen. De universiteiten zullen meestal aanwezig zijn met inzendingen van een aantal faculteiten/vakgroepen, hetgeen een goed beeld geeft van de ontplooiende activiteiten, de variatie in hun "producten" en de kennis die daar te halen moet zijn.

De conclusie kan dan ook niet anders zijn dan dat de tentoonstelling op zich al een reden is om de manifestatie te bezoeken.

School en bedrijf

Luxe of noodzaak? Deze vraag rijst wanneer men de brochure "School en bedrijf", een uitgave van de MTS/MEAO Westfriesland (met informatie en nieuws over school en praktijk) onder ogen krijgt.

Noodzaak, schrijft de directeur van deze school T.J. de Heus, en wij citeren zijn commentaar bij deze uitgave "U kent ons niet!"

"Een kort geleden gehouden onderzoek bracht aan het licht, dat het bedrijfsleven veel te weinig kennis heeft van de school. Eigenlijk zijn wij daar verbaasd over. Want in bijna elk bedrijf in onze regio is wel een stagiair van onze MTS of MEAO geplaatst. En ik spreek over 188 MTS'ers en 200 MEAO'ers, die in 1986 een periode in het bedrijf doormaakten. Ook de leraren, die de zorg voor deze groep leerlingen hebben, bezoeken regelmatig het bedrijf".

"Ik heb me werkelijk afgevraagd, hoe is het mogelijk dat het bedrijfsleven zegt ons niet te kennen. Klein zij we in elk geval niet. Duidelijk zal zijn, dat met 1600 leerlingen en meer dan 100 personeelsleden gesproken moet worden

over een onderneming waar miljoenen omgaan, aan salarissen, onderhoud en materiaal.

De belangrijkste in de school, de leerlingen, worden voorbereid op toekomstig functioneren in het bedrijf. U kent ons niet?



Maar er zijn zonder twijfel mensen in uw bedrijf, die ons wel kennen. Ik denk, dat het nodig is, dat de kennis van onze school juist ook op de directietafel komt. De wisselwerking tussen school en bedrijf, die nodig is, mag niet alleen plaatsvinden tussen leerling en stagebegeleiders. Maar goed, we gaan u eerst maar eens informeren d.m.w. deze periodiek. U kent ons misschien nog niet voldoende, maar geïnteresseerd bent U zeker!"

Rectificatie

Bij het artikel "Interferentie-optische krachtsensoren" van Prof.Dr.sc.techn. G. Jaeger, gepubliceerd in Mikroniek nummer 3 (mei/juni 1986) werd verzuimd de oorspronkelijke uitgave te vermelden.

Het artikel is eerder verschenen onder de naam "Interferenz optische Kraftsensoren eine neue Konseption für die Kraftmess und Wägetechnik" in de uitgave "Technisch messen", 52e jrg. nr.9, 1985; R. Oldenbourg, München.

Inleiding in de optica (II)

H.G.J. Rutten

In de vorige aflevering werd een korte inleiding gegeven over licht, optisch glas, breking en reflectie. Uitvoeriger werd de beeldvorming aan spiegelende vlakken behandeld.

In deze aflevering zal worden ingegaan op vensters, prisma's c.q. wiggen en lenzen.

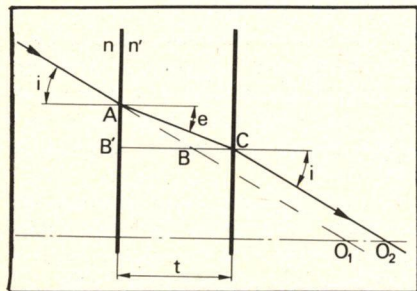
Optische vensters

Een zuiver planparallele plaat vervaardigd uit een optisch homogeen materiaal noemt men een optisch venster. Over het algemeen zijn deze vervaardigd uit het kroonglas BK7 dat een brekingsindex heeft van $n = 1,51680$. Dit kroonglas kan gebruikt worden omdat het een relatief breed transmissiegebied heeft, chemisch behoorlijk resistent is en vooral erg goedkoop is (ca. Hfl. 40,- per kg).

Worden echter hogere eisen gesteld aan transmissie in het infrarood of ultraviolet deel van het spectrum of moet de temperatuurbestandheid of chemische resistentie beter zijn, dan worden andere, over het algemeen minerale materialen gebruikt.

Veel gebruikt wordt o.a. kwarts ($n = 1,45846$). In extreme gevallen wordt zelfs synthetische saffier ($n = 1,7688$) of zelfs diamant ($n = 2,42$) toegepast. Dit laatste is bijvoorbeeld toegepast in de Russische ruimtesondes welke op de planeet Venus zijn geland. De barre omstandigheden waar dit venster aan moest voldoen waren o.a. een chemisch agressieve atmosfeer bij een temperatuur van ca. 350°C en een druk van ca. 90 bar.

Optische vensters hebben geen optische sterkte. Wel hebben zij invloed op de stralengang. In figuur 1 is dit weergegeven voor een dikke plaat. Omdat een venster parallel is en de media aan weerszijden van het venster gelijk zijn, zal een straal die onder een bepaalde



Figuur 1 De verschuiving van een lichtstraal ten gevolge van de optische werking van een venster.

hoek een venster binnentreedt onder dezelfde hoek weer uit treden.

Tengevolge van de breking wordt de oorspronkelijke plaats van de straal verschoven. Hoeveel dit is hangt in eerste instantie af van de dikte van het venster en van het materiaal waar het uit is vervaardigd. In mindere mate is het ook nog afhankelijk van de hoek van de inval.

De verschuiving wordt als volgt bepaald:

$$BC = O_1 O_2$$

$$\sin e = \sin i \cdot n/n'$$

$$e = \arcsin(\sin i \cdot n/n')$$

$$AB' = t \cdot \tan e$$

$$B'B = AB'/\tan i = t \cdot \tan e/\tan i$$

$$O_1 O_2 = BC = t - t \cdot \tan e/\tan i$$

$$= t(1 - \frac{\tan(\arcsin(\sin i \cdot n/n'))}{\tan i})$$

Zijn de invalshoeken erg klein, zoals dat het geval is in het paraxiale gebied, dan zijn de tangens en de sinus van de hoek gelijk aan de hoek zelf (uitgedrukt in radialen).

Dan geldt:

$$e = i \cdot n/n'$$

$$AB' = t \cdot e = t \cdot i \cdot n/n'$$

$$B'B = AB'/i = t \cdot i \cdot n/n'/i = t \cdot n/n'$$

$$O_1 O_2 = BC = t - t \cdot n/n' = t(1 - n/n')$$

Is het medium aan weerszijden van het venster lucht dan is dit:

$$O_1 O_2 = dO = t(1 - 1/n')$$

Voorbeeld:

Venster: dikte: 6 mm
materiaal: BK7,
brekingsindex: 1,51680

Paraxiale benadering:

$$dO = t(1 - 1/n')$$

$$dO = 6(1 - 1/1,51680) = 2,04430 \text{ mm}$$

Als dO voor grotere invalshoeken wordt berekend geeft dit het volgende:

invals- hoek (°)	dO (exact) (mm)	verschil (mm)
5	2,05283	0,00953
10	2,07862	0,03532
15	2,12222	0,07892
30	2,37145	0,32815
45	2,83832	0,79502
60	3,59087	1,54757

Tabel 1

Doordat er een afhankelijkheid is van de brekingsindex zal er sprake zijn van verschillende verschuivingen voor de verschillende kleuren. Hierdoor liggen de afbeeldingen voor de verschillende kleuren ook op verschillende plaatsen. Dit zijn kleurfouten waar in de volgende aflevering uitgebreid op zal worden ingegaan.

Evenzo blijkt uit tabel 1 dat ook de afhankelijkheid van de hoek van inval voor extreem grote hoeken aanzienlijk kan zijn. Ook dit zijn afbeeldingsfouten. Uit het voorgaande is duidelijk geworden dat een afbeelding in de richting van de bewegingsrichten van het licht verschuift.

Wordt de stralengang omgekeerd, daarmee wordt bedoeld dat een object door een venster wordt waargenomen, dan lijkt dat object dichterbij te staan. Voor objecten die op grote afstand staan is de invloed van deze kleine verschuiving in vergelijking tot de afstand waarop ze staan erg gering en is de invloed op de afbeelding eveneens erg gering. Bij objecten op zeer nabije afstand kan de invloed wel erg groot worden.

Een typisch voorbeeld hiervan is de aanleg van een kopiëerapparaat. Bij het ontwerpen van het objectief moet er terdege rekening mee worden gehouden dat deze glasplaat zich tussen het objectief en het origineel bevindt. Niet alleen de positie van het objectief maar ook de brandpuntsafstand veranderen iets ten opzichte van de situatie zonder ruit.

Prisma's en wiggen

Prisma's en wiggen zijn optische componenten waarbij de optisch werkzame vlakken nagenoeg uitsluitend plat zijn. Deze vlakken zijn zodanig ten opzichte van elkaar gepositioneerd dat een stralenbundel die binnentreedt van richting of stand wordt veranderd.

Er kan onderscheid gemaakt worden tussen twee grote groepen prisma's. De ene groep zijn prisma's die uitsluitend een bundel van richting of stand veranderen zonder merkbare invloed te hebben op de beeldkwaliteit, de zogenaamde *reflectieprisma's*. Lichtbundels in deze prisma's worden één of meer malen gereflecteerd.

De andere grote groep zijn prisma's welke niet primair bedoeld zijn een richtingsverandering te geven maar om het licht in zijn verschillende kleuren te ontrafelen. Deze worden *dispersieprisma's* genoemd.

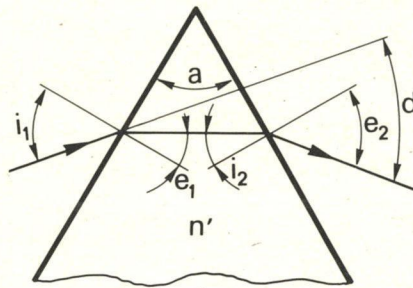
Is bij een dispersieprisma de brekende hoek erg klein, dan wordt zo'n prisma een wig genoemd.

Doordat bij reflectieprisma's ontworpen is wat maar mogelijk is – er is een vrije keuze voor wat betreft het aantal reflecties – is er een ontstellend groot aantal verschillende uitvoeringen. Het zou te ver voeren deze in dit hoofdstuk te behandelen. Om deze reden zal een deel van deze prisma's besproken worden bij een van de afleveringen over "optische instrumenten".

Dispersieprisma's

Een dispersieprisma is over het algemeen driehoekig van vorm. Omdat de functie van deze prisma's het ontrafelen van het licht in de verschillende kleuren is, hebben deze over het algemeen een grote tophoek en worden zij vervaardigd uit een relatief hoogbrekend glas met een grote dispersie, dus klein Abbegetal. Afhankelijk van de toepassing worden glazen gebruikt met een hoge tot zeer hoge brekingsindex. Omdat glassoorten met een zeer hoge brekingsindex over het algemeen een vrij hoge absorptie hebben in het violette of ultraviolette deel van het spectrum, kunnen deze alleen toegepast worden als er wat dit betreft geen eisen zijn gesteld. Worden deze wel gesteld, dan worden prisma's gebruikt met grote brekende hoeken en worden zelfs meer prisma's achter elkaar gebruikt (spectroscop). Hierover echter meer in een van de volgende afleveringen.

In figuur 2 is het stralenverloop in een dispersieprisma weergegeven. Hierbij is a de tophoek van het prisma. Als de straal het prisma verlaat maakt deze een hoek met de intredende straal. Deze hoek wordt de afbuighoek genoemd.



Figuur 2 De breking in een prisma. Het stralenverloop in de getekende situatie is symmetrisch

Als het prisma is omgeven door lucht en de hoek van inval is i_1 , dan kan de afbuighoek als volgt worden berekend: $n = 1$

$$\sin e_1 = \sin i_1 \cdot n/n'$$

$$e_1 = \arcsin(\sin i_1/n')$$

$$i_2 = a - e_1$$

$$e_2 = \arcsin(\sin i_2 \cdot n')$$

$$d = i_1 + e_2 - a$$

Bovenstaande vergelijking kan zodanig herleid worden dat e_2 direct wordt berekend, zonder de tussenliggende stappen. Laten we de goniometrische tussenberekeningen weg dan wordt deze vergelijking:

$$e_2 = \arcsin(\sin a \cdot \sqrt{n'^2 - \sin^2 i_1} - \cos a \cdot \sin i_1)$$

Wordt d als functie getekend van de hoek van inval dan blijkt er een minimum te zijn. Dit minimum treedt op als het stralenverloop symmetrisch door het prisma gaat, dan is dus $i_1 = i_2$

In dat geval geldt dus:

$$d = 2 \cdot i_1 - a$$

ofwel:

$$i_1 = (a + d)/2$$

en

$$e_1 = a/2$$

Volgens de wet van Snellius geldt:

$$\sin i = n' \cdot \sin e$$

hieruit volgt:

$$\sin ((a + d)/2) = n' \cdot \sin d/2$$

Wordt er dus in een meetopstelling voor gezorgd dat een lichtstraal symmetrisch door een prisma loopt, dan kan voor een bepaalde golflengte de brekingsindex van het medium worden bepaald met de uit het bovenstaande afgeleide formule:

$$n' = \frac{\sin ((a + d)/2)}{\sin d/2}$$

Een ander bijzonder geval is dat, als de intredende straal loodrecht het eerste vlak treft. Dan wordt die straal dus niet gebroken en geschiedt de hele richtingsverandering uitsluitend ten gevolge van de breking aan het tweede vlak. In dit geval geldt:

$$i_1 = e_1 = 0, \text{ en } i_2 = a$$

Wordt de wet van Snellius weer toegepast dan geldt:

$$\sin i_2 = n' \cdot \sin e_2 = n \cdot \sin a$$

verder geldt:

$$d = i_2 - e_2 = e_2 - a$$

$$\text{ofwel: } e_2 = a + d$$

dus geldt:

$$\sin (a + d) = n' \cdot \sin a$$

Ook deze formule kan herleid worden ter berekening van de brekingsindex:

$$n' = \sin (a + d) / \sin a, \text{ bij } i_1 = 0$$

Het kan natuurlijk mogelijk zijn dat er bij de glas-lucht overgang een inwendige reflectie optreedt. Dit is afhankelijk van de invallende hoek, de brekingsindex van het glas waaruit het prisma is vervaardigd en de tophoek van het prisma. De hoek van inval waarbij voor het eerst inwendige reflectie optreedt wordt bepaald door terug te rekenen. Dit ziet er als volgt uit:

$$i_2 = \arcsin 1/n'$$

$$e_1 = a - \arcsin 1/n'$$

$$i_1 = \arcsin (n' \cdot \sin (a - \arcsin 1/n'))$$

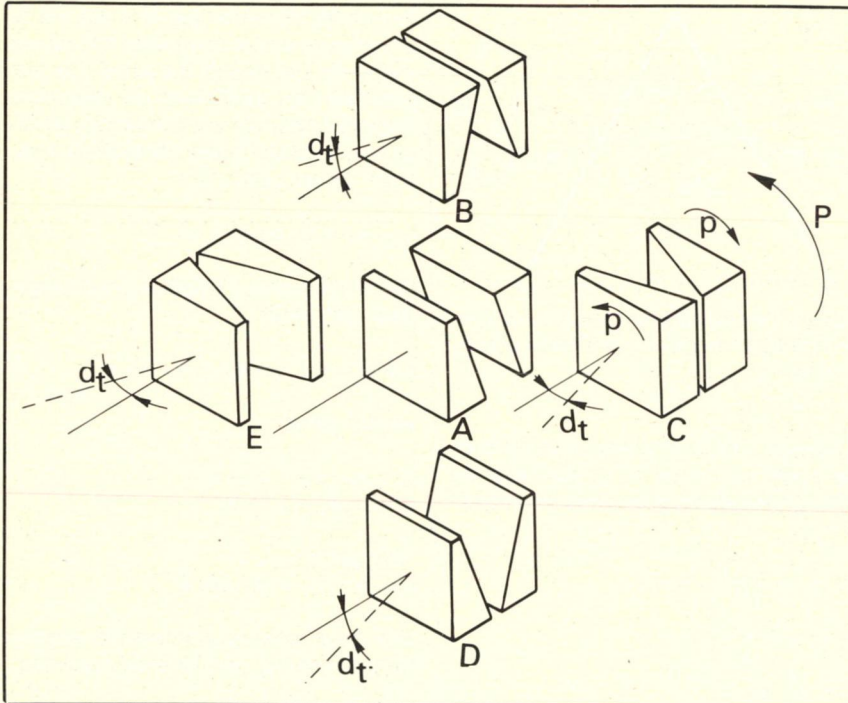
Voorbeeld:

In het vorige artikel is gesproken over laag- en hoogbrekende glazen met verschillende Abbe-getallen. Aan de hand van een prisma kan duidelijk het onderlinge verschil in breking worden getoond; zie tabel 2. Het prisma waaraan de berekeningen worden uitgevoerd heeft een tophoek van 45° en hoek van inval van 60° .

	FK 54	TiF 3	LaF 28	SF 59
e_{2d}	$11^\circ 30' 28''$	$17^\circ 17' 27''$	$28^\circ 59' 39''$	$39^\circ 19' 20''$
d_d	$26^\circ 30' 28''$	$32^\circ 17' 27''$	$43^\circ 59' 39''$	$54^\circ 19' 20''$
d_c	$11^\circ 22' 17''$	$16^\circ 56' 17''$	$28^\circ 32' 52''$	$37^\circ 55' 16''$
d_f	$11^\circ 37' 16''$	$17^\circ 36''$	$7^\circ 29' 22''$	$30^\circ 40' 38''$
$d_f - d_c$	$14' 59''$	$39' 50''$	$49' 38''$	$2^\circ 43' 42''$

Tabel 2

De indices van e_2 en d duiden de betreffende spectraallijnen aan



Figuur 3 De sturing van een bundel door middel van een stelsel van wiggen. De uitwijking wordt bepaald door de verdraaiing van de wiggen onderling en de richting door verdraaiing van het hele stelsel

Wiggen

Zoals gezegd worden dispersieprisma's met een kleine tophoek wiggen genoemd. Door deze geringe tophoek is niet alleen de afbuighoek gering, maar ook de kleurschifting. Dat betekent dat deze wiggen toegepast kunnen worden in optische meetinstrumenten waarbij een lichtbundel over een kleine hoek van richting moet worden veranderd. Een voorbeeld hiervan is de optische afstandsmeter, die in zeer grote aantallen in de tweede wereldoorlog zijn gebruikt.

Tegenwoordig worden wiggen gebruikt om o.a. laserbundels te sturen. Omdat het licht van een laser monochromatisch is, kan er dus geen kleurschifting optreden. Voor het sturen van de bundel worden twee identieke prisma's gebruikt, die tegengesteld aan elkaar worden verdraaid. Het eerste prisma zorgt ervoor dat het spoor dat de bundel zou tekenen een cirkel is; hetzelfde doet het tweede prisma, echter tegengesteld. De resultante hiervan is een bundel die een rechthoekig spoor volgt. Daardoor kan dus, afhankelijk van de hoekverdraaiing t.o.v. elkaar, een bepaalde afstand vanaf de neutrale positie bereikt worden. De maximale afbuiging is, volgend uit het voorgaande, de dubbele afbuiging van één wig. De afbuiging van de verdraaide wiggen is gelijk aan:

$$d_t = 2d \cdot \cos p$$

Door de hele combinatie te verdraaien kan de laserbundel naar elke gewenste

plaats worden aangestuurd welke ligt binnen een cirkel met een diameter van:

$$\varnothing d = s \cdot \tan d_t$$

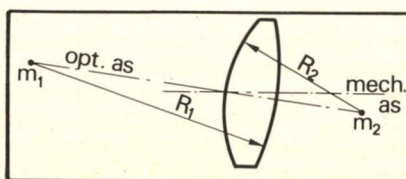
Hierbij is s de afstand van het wigstelsel tot het scherm waarop gestraald wordt.

In figuur 3 zijn de posities van enkele extreme stuurposities getekend. De neutrale positie is A. Hierbij wordt de oorspronkelijke richting van de straal niet gewijzigd. Bij de overige posities is elke keer de maximale uitwijking gegeven resp. naar boven, links, beneden en rechts.

Lenzen

In het voorgaande is duidelijk geworden dat met behulp van prisma's de richting van een lichtstraal veranderd kan worden. Wat prisma's gemeen hebben is dat ze zelf geen afbeelding vormen. Brekende optiek die dat wel doet zijn lenzen.

Een lens bezit over het algemeen twee bolvormige oppervlakken. Eén van deze bolvlakken kan ook vlak zijn. Zouden beide vlakken geen kromming bezitten



Figuur 4 Een lens, let op het verschil tussen de optische as en de mechanische as

dan is er een venster ontstaan. Bolvormige vlakken welke buitenwaards gekromd zijn worden convexe vlakken genoemd. Is het bolvlak binnenwaards gekromd, dan wordt dit concaaf genoemd. Een plat vlak wordt plan genoemd.

De verbindingslijn tussen de kromtemiddelpunten van de bolvormige vlakken wordt de optische as genoemd; zie figuur 4.

Bij een lens met een plan vlak is de optische as de loodlijn die vanuit het kromtemiddelpunt van het gekromde vlak wordt neergelaten op het plan vlak. Er kan onderscheid worden gemaakt tussen positieve en negatieve lenzen. Bij positieve lenzen is de middendikte groter dan de randdikte. Bij negatieve lenzen is het omgekeerd, daar is de randdikte groter dan de middendikte. Met de volgende terminologie kunnen positieve lenzen onderverdeeld worden in:

- bi-convex (dubbelbol),
 - concaaf-convex (positiefmeniscus),
 - plan-convex (platbol).
- Voor negatieve lenzen is deze:
- bi-concaaf (dubbelhol),
 - convex-concaaf (negatiefmeniscus),
 - plan-concaaf (plathol).

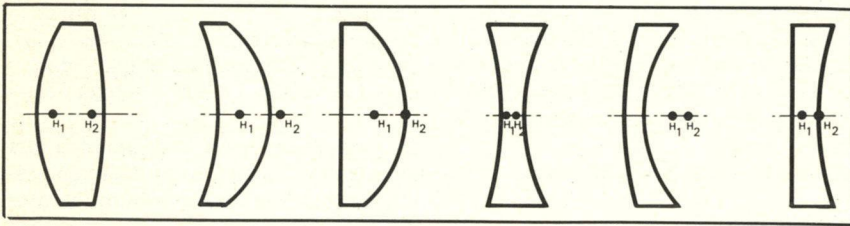
Zie hiervoor figuur 5; op de betekenis van de punten H_1 en H_2 wordt later ingegaan.

Deze gekromde vlakken zijn bij een gewone lens rotatiesymmetrisch. Dat betekent dat een willekeurige doorsnede door de top altijd een deel van een en dezelfde cirkel is, de kromtestraal van het lensvlak. Heeft het lensvlak in één vlak (XYZ) een kromming en in de richting loodrecht daarop geen kromming, dus plan, en is het andere lensvlak gelijksoortig of plan, dan wordt gesproken van een cilindrelens.

Een andere mogelijkheid, die vaak bij brillenglazen voorkomt, is dat één lensvlak twee verschillende krommingen bezit. Daarmee wordt bedoeld dat de kromtestraal in b.v. het X-vlak afwijkt van de kromming in het Y-vlak. In dat geval wordt gesproken van torische lenzen.

Natuurlijk komen er, net zoals bij spiegels, ook asferische lensvormen voor. De meest gebruikte asferische lenzen zijn condensorlenzen in film- of diapropjectoren.

Een lichtstraal welke evenwijdig aan de optische as de lens binnentreedt wordt bij een positieve lens naar de optische as toe gebroken. Een evenwijdige bundel is dus na passage van de lens convergerend. Bij een negatieve lens wordt deze straal van de optische as af gebroken. Dientengevolge verlaat een evenwijdig binnentredende bundel de lens divergerend.



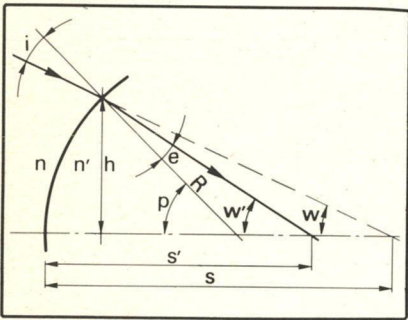
Figuur 5 De verschillende lensvormen. Van links naar rechts: bi-convex, concaaf-convex, plan-convex, bi-concaaf, convex-concaaf en plan-concaaf. De punten geven de liggingen aan van de hoofdpunten

Dientengevolge heeft een positieve lens een reëel brandpunt achter de lens, gezien in de bewegingsrichting van het licht. Bij een negatieve lens is er een virtueel brandpunt voor de lens.

Breking aan een lens

De breking aan een lens is wat ingewikkelder van aard dan de reflectie aan een spiegel. Bij een lens moet rekening worden gehouden met de wet van Snellius. Net zoals het geval is bij spiegels kan ook hier weer onderscheid worden gemaakt tussen het paraxiale gebied en dat erbuiten. In figuur 6 is de breking aan een sferisch lensvlak weergegeven. Hierin is:

- h: invalhoogte aan de lens vanaf de optische as
- R: de kromtestraal van het lensvlak. Hierbij geldt: als de bolle kant naar links wijst is $R = +$, als de holle kant naar links wijst is $R = -$



Figuur 6 Breking van een sferisch vlak, voor verklaring zie tekst

- s: afstand van de plaats waar de ongebrokenstraal de optische as snijdt tot de top van het vlak
- s': idem, echter voor de gebroken straal
- i: hoek van inval
- e: hoek van uitval
- w: hoek tussen de straal en de optische as voordat de straal gebroken is
- w': hoek tussen de straal en de optische as nadat de straal gebroken is
- p: middelpuntshoek bepaald door de optische as en de R getrokken naar de plaats waar de straal het optisch vlak snijdt
- n: brekingsindex voor de breking
- n': brekingsindex na de breking.

De afleidingen zien er dan als volgt uit (paraxiaal gebied):

$$w + i = p$$

$$w' + e = p$$

dus: $w + i = w' + e$

$$w = h/s$$

$$w' = h/s'$$

dus:

$$i = p - w = h/R - h/s = h \cdot (1/R - 1/s)$$

$$e = p - w' = h/R - h/s' = h \cdot (1/R - 1/s')$$

Dit ingevuld in $i/e = n'/n$ geeft:

$$n \cdot h \cdot (1/R - 1/s) = n' \cdot h \cdot (1/R - 1/s'), \text{ of}$$

$$n \cdot (1/R - 1/s) = n' \cdot (1/R - 1/s')$$

Deze formule kan herleid worden naar s':

$$s' = \frac{n'}{\frac{n}{s} + \frac{n' - n}{R}}$$

of

$$s' = \frac{1}{\frac{1}{R} - \frac{n}{n'} \cdot \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{s}\right)}$$

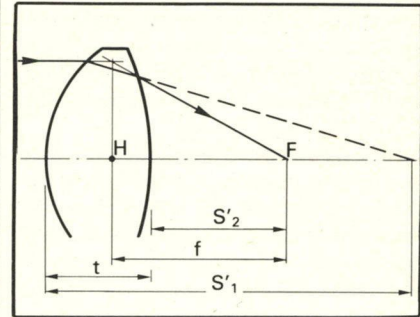
In deze formules komt de invalshoogte niet meer voor. Dat betekent dus dat stralen onafhankelijk van de invalshoogte steeds dezelfde s' hebben, dus elkaar in één punt snijden. Dit punt wordt het paraxiale brandpunt F genoemd.

Bovenstaande afleiding geldt echter voor één vlak. Omdat een lens altijd twee vlakken heeft moet deze procedure herhaald worden voor elk volgend vlak v. Als de dikte van de lens t is, dan is

$$s_{v+1} = s'_v - t_v$$

Op deze manier kan de ligging van het brandpunt t.o.v. het laatste lensvlak van een enkel- of meervoudig lensstelsel worden bepaald. Ook met behulp van deze berekeningen wordt de brandpuntsafstand f hiervan berekend; zie figuur 7. In de vorige aflevering is gesteld dat de brandpuntsafstand gelijk is aan de afstand van het brandpunt tot die plaats waar de beeldvormende lichtkegel dezelfde afmetingen heeft als de intredende bundel. De plaats waar deze afmetingen gelijk zijn wordt het hoofdvlak H genoemd, dat de optische as

snijdt in het hoofdpunt. Omdat bij de voorgaande afleiding de invalshoogte, dus ook de bundeldiameter, niet meer voorkomt moet dus met behulp van de nu bekende gegevens de brandpuntsafstand van een optisch element of systeem bepaald worden.



Figuur 7 Brandpuntsafstand en ligging van een hoofdvlak van een lens

Wordt er voor het gemak even van uitgegaan dat het slechts één optisch vlak betreft, zoals bij een spiegel, dan is de brandpuntsafstand gelijk aan s'. Dit is als volgt te schrijven:

$$\frac{s'_1}{h} = \frac{f}{h}$$

Als er meer optische vlakken zijn, bij een lens zijn dat er minimaal twee, dan wordt deze procedure herhaald, zodat:

$$\frac{f}{h} = \frac{s'_2}{h_1}$$

Hierbij is h₁ de invalshoogte aan het volgende lensvlak.

h₁ kan echter berekend worden uit de kegel die bestaat uit h en s' en de dikte van de lens t. Dan geldt:

$$h_1 = \frac{s'_1 - t}{s'_1} \cdot h$$

dit is dus:

$$h_1 = \frac{s_2}{s'_1} \cdot h$$

Substitutie geeft:

$$\frac{f}{h} = \frac{s'_2}{h_1} = \frac{s'_2}{\left(\frac{s_2}{s'_1}\right) \cdot h} = \frac{s'_1 \cdot s'_2}{s_2 \cdot h}$$

zodat:

$$f = \frac{s'_1 \cdot s'_2 \cdot s'_3 \cdot \dots}{s_2 \cdot s_3 \cdot \dots}$$

De plaats waar de uittredende convergerende of divergerende bundel dezelfde diameter heeft als de parallel invallende bundel wordt het hoofdvlak genoemd. Met behulp van f en de laatste s' wordt de plaats van het hoofdvlak berekend t.o.v. de top van de krommingen.

Een lens of optisch systeem bezit twee hoofdvlakken. Het ene hoofdvlak geldt als wordt verondersteld dat het licht van links het systeem binnentreedt, het andere geldt als het licht van rechts binnentreedt. De liggingen van de hoofdvlakken voor de karakteristieke lensvormen zijn weergegeven in figuur 5.

Omdat bij deze laatste berekeningen het licht van rechts naar links gaat, dus tegengesteld aan de normale richting wordt de volgende afspraak gemaakt:

Het teken van de brekingsindex van een medium wordt bepaald door de richting waarin een lichtstraal beweegt. Is de bewegingsrichting van links naar rechts (de normale richting), dan is de brekingsindex positief, is deze van rechts naar links, dan is de brekingsindex negatief. Hieruit kunnen we concluderen dat de brekingsindex na een spiegelend oppervlak gelijk doch tegengesteld van teken is.

Berekeningsvoorbeelden

1. Biconvexlens met de kromtestralen van 100 en 600 mm, een dikte van 10 mm en een brekingsindex van 1,5.
2. Een twee-spiegelopstelling waarbij de eerste spiegel hol en de andere bol is met kromtestralen van resp. 1200 en 600 mm en een onderlinge afstand van 400 mm.

Gevraagd te berekenen: de brandpuntsafstand, de ligging van het brandpunt en van de hoofdpunten.

Voorbeeld 1.

$s_1 = \text{oneindig}$
 $R_1 = 100 \text{ mm}$
 $n_1 = 1$
 $n'_1 = 1,5$
 Formule s' geeft $s'_1 = 300 \text{ mm}$

$s_2 = 300 - 10 = 290 \text{ mm}$
 $R_2 = -600 \text{ mm}$
 $n_2 = 1,5$
 $n'_2 = 1$
 Formule s' geeft $s'_2 = 166,507 \text{ mm}$
 Formule f geeft $f = 172,248 \text{ mm}$
 De ligging van het hoofdvlak is dan $s'_2 - f = 166,507 - 172,248 = -5,741 \text{ mm}$

De berekening in de andere richting:
 $s_1 = \text{-oneindig}$
 $R_1 = -600 \text{ mm}$
 $n_1 = -1$
 $n'_1 = -1,5$
 Formule s' geeft $s'_1 = -1800 \text{ mm}$

$s_2 = -1800 + 10 = -1790 \text{ mm}$
 $R_2 = 100 \text{ mm}$
 $n_2 = -1,5$
 $n'_2 = -1$

Formule s' geeft $s'_2 = -171,291 \text{ mm}$
 Formule f geeft $f = 172,248 \text{ mm}$
 De ligging van het hoofdvlak is dan $s'_2 - f = -171,291 + 172,248 = 0,957$
 De afstand tussen de hoofdpunten is dus $10 - 5,741 - 0,957 = 3,301 \text{ mm}$

Voorbeeld 2.

$s_1 = \text{oneindig}$
 $R_1 = -1200 \text{ mm}$
 $n_1 = 1$
 $n'_1 = -1$
 Formule s' geeft $s'_1 = -600 \text{ mm}$

$s_2 = -600 - (-400) = -200 \text{ mm}$
 $R_2 = -600 \text{ mm}$
 $n_2 = -1$
 $n'_2 = 1$
 Formule s' geeft $s'_2 = 600 \text{ mm}$
 Formule f geeft $f = 1800 \text{ mm}$

De ligging van het hoofdvlak is dan $s_2 - f = 600 - 1800 = -1200 \text{ mm}$

De berekening in de andere richting:
 $s_1 = \text{-oneindig}$
 $R_1 = -600 \text{ mm}$
 $n_1 = -1$
 $n'_1 = 1$
 Formule s' geeft $s'_1 = -300 \text{ mm}$

$s_2 = -300 - 400 = -700 \text{ mm}$
 $R_2 = -1200 \text{ mm}$
 $n_2 = 1$
 $n'_2 = -1$

Formule s' geeft $s'_2 = -4200 \text{ mm}$
 Formule f geeft $f = -1800 \text{ mm}$
 De ligging van het hoofdvlak is dan $s'_2 - f = -4200 + 1800 = -2400 \text{ mm}$

De ligging van de hoofdpunten is dus afhankelijk van de krommingen en brekingsindices van het medium (de media).

Rekening houdend met de voorgaande afspraken kan de brandpuntsafstand van een enkelvoudige lens eenvoudiger berekend worden. Onderstaande formule geldt echter alleen als de dikte van de lens klein is in verhouding tot de brandpuntsafstand.

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \cdot (n - 1)$$

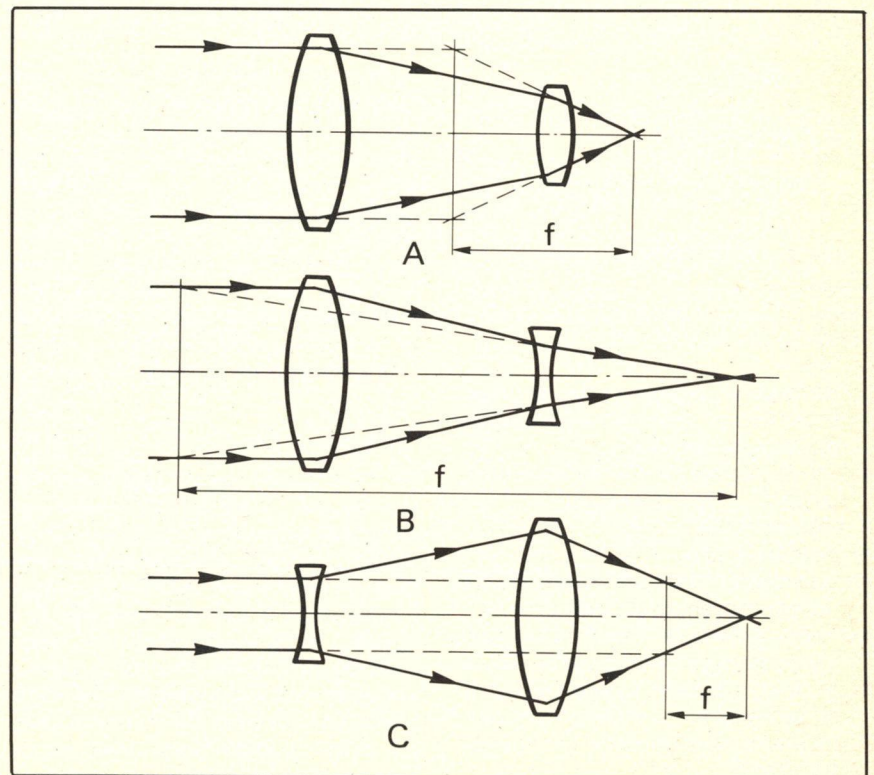
Worden de gegevens van het eerste voorbeeld ingevuld dan is:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{100} - \frac{1}{600} \cdot (1,5 - 1)$$

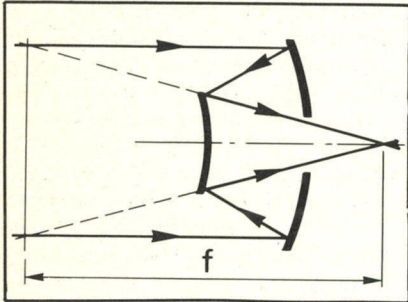
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{0,005833}$$

$$f = 171,428 \text{ mm}$$

De fout welke hier gemaakt wordt is bij een lensdikte van 10 mm ongeveer 0,5%.



Figuur 8 Lenscombinatie met positieve en negatieve lenzen. Let op de bouwlengte in vergelijking met de brandpuntsafstand



Figuur 9 Opstelling van twee spiegels

Lenscombinaties

Door lenzen te combineren kan de grootte van de brandpuntsafstand en deligging van het brandpunt op gewenste waarden gebracht worden. Voorbeelden hiervan zijn gegeven in de figuren 8 en 9. De combinatie A in figuur 8 komt niet zo vaak voor. De combinatie B in figuur 8 wordt veelal toegepast bij teledenzen.

Dit systeem wordt ook wel dialyt-systeem genoemd. De eigenschap van deze opbouw is dat de bouwlengte aanmerkelijk korter kan zijn dan de brandpuntsafstand van het optische systeem. De combinatie C in figuur 8 wordt toegepast bij groothoekobjectieven waarbij de afstand van het laatste lensvlak tot het beeldvlak te klein zou zijn om bijvoorbeeld in een camerahuis te monteren. Bij deze combinatie is de bouwlengte dus groter dan de brandpuntsafstand. De combinatie wordt ook wel retrofocus-type genoemd.

Voor de bepaling van de brandpuntsafstand van lenscombinaties is ook een vereenvoudiging mogelijk. Ook deze vereenvoudiging geldt alleen als de lenzen dun zijn.

De brandpuntsafstand van een combinatie is gelijk aan:

$$f_{\text{eff}} = \frac{f_1 \cdot f_2}{f_1 + f_2 - d}$$

Er zijn niet alleen lenscombinaties mogelijk maar ook combinaties met spiegels.

Telescopische combinaties

Optische systemen welke een evenwijdige invallende bundel focuseren tot een reëel of virtueel brandpunt worden focale systemen genoemd. Het brandpunt van zo'n systeem ligt dus, binnen redelijke grenzen, in de buurt van het optische systeem. Het is echter ook mogelijk dat bij een optisch systeem het brandpunt in het oneindige ligt. In dat geval is de uittredende lichtkegel niet convergent of divergent maar net zoals de intredende bundel evenwijdig. In dat geval wordt er gesproken van een telescopisch of ook wel afociaal systeem.

[List

```

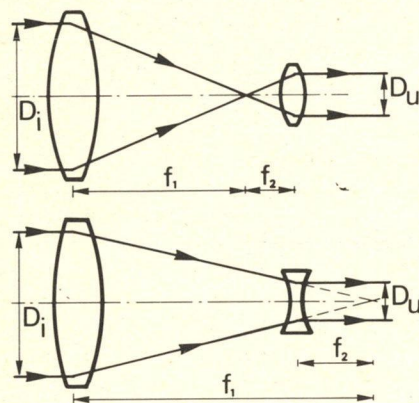
10 REM      LENS PROGRAMMA
20 REM      =====
30 INPUT "AANTAL LENSVLAKKEN ";AL
40 AL = INT (AL)
50 IF AL = < 1 THEN 30
60 DIM R(AL),D(AL),N(AL)
70 N(0) = 1
80 N(AL) = 1
90 PRINT
100 FOR V = 1 TO AL
110 PRINT V;
120 INPUT "E KROMTESTRAAL ";R(V)
130 IF R(V) = 0 THEN 110
140 IF V = AL THEN 180
150 PRINT V;
160 INPUT "E AFSTAND TOT VOLGENDE VLAK ";D(V)
170 DT = DT + D(V)
180 PRINT V;
190 INPUT "E BREKINGS INDEX NA VLAK ";N(V)
200 IF N(V) = 0 THEN 180
210 PRINT
220 NEXT V
230 INPUT "AFSTAND TOT OBJECT ";AO
240 IF AO = 0 THEN 230
250 PRINT
260 F = 1
270 S = 1E20
280 FOR V = 1 TO AL
290 SH = 1 / R(V) - N(V - 1) / N(V) * (1 / R(V) - 1 / S)
300 IF ABS (SH) < 1E - 20 THEN SH = (SGN (SH) + SH = 0) * 1E - 20
310 S1 = 1 / SH
320 F = F * S1
330 IF V = AL THEN 360
340 S = S1 - D(V)
350 F = F / S
360 NEXT V
370 SL = S1
380 S = - 1E20
390 FOR V = AL TO 1 STEP - 1
400 SH = 1 / R(V) - N(V) / N(V - 1) * (1 / R(V) - 1 / S)
410 IF ABS (SH) < 1E - 20 THEN SH = (SGN (SH) + SH = 0) * 1E - 20
420 S1 = 1 / SH
430 IF V = 1 THEN 450
440 S = S1 + D(V - 1)
450 NEXT V
460 SR = S1
470 HL = SL - F
480 HR = SR + F
490 HH = DT + HL - HR
500 S = AO
510 FOR V = 1 TO AL
520 SH = 1 / R(V) - N(V - 1) / N(V) * (1 / R(V) - 1 / S)
530 IF ABS (SH) < 1E - 20 THEN SH = (SGN (SH) + SH = 0) * 1E - 20
540 S1 = 1 / SH
550 IF V = AL THEN 570
560 S = S1 - D(V)
570 NEXT V
580 SO = - AO - HR
590 IF SO = 0 THEN SO = 1E - 20
600 SA = S1 - HL
610 V = SA / SO
620 PRINT "BRANDPUNTSAFSTAND ";F
630 PRINT "LIGGING F1 ";SR
640 PRINT "LIGGING F2 ";SL
650 PRINT "LIGGING H1 ";HR
660 PRINT "LIGGING H2 ";HL
670 PRINT "AFSTAND H1-H2 ";HH
680 PRINT "LIGGING AFBEELD. ";S1
690 PRINT "VERGROTING ";V
700 END
    
```


Deze afocale systemen zijn bijvoorbeeld astronomische of terristische kijkers. De opstelling met twee positieve lens-systemen wordt een Kepler-systeem genoemd en geeft een omgekeerd beeld. De opstelling met een positieve en negatieve lenscombinatie wordt Galileische of Hollandse kijker genoemd en geeft een rechtopstaand beeld. De uitredende evenwijdige bundel kan door het oog worden gefocuseerd. Is de diameter van deze bundel kleiner dan de intredende bundel dan heeft dit systeem een vergroting van:

$$V = d_i/d_u$$

Omdat de uitredende bundel evenwijdig is, is de brandpuntsafstand van een afocaal systeem oneindig. Dat betekent dat de vereenvoudigde formule voor de bepaling van de brandpuntsafstand een noemer gelijk aan nul moet hebben. In dit geval is de afstand tussen de lenzen dus gelijk aan de som van de twee brandpuntsafstanden. Uit figuur 10 is duidelijk dat er dus ook geldt dat de vergroting gelijk is aan:

$$V = f_1/f_2$$

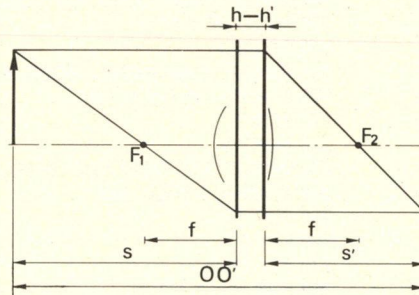


Figuur 10 Telescopische of afocale opstelling
Boven: astronomische kijker
Onder: terristische kijker

Beeldvorming van een lens-systeem

De beide hoofdpunten zijn in principe de punten waardoor een heel optisch systeem kan worden vervangen. Door de lenswerking te laten plaatsvinden in de hoofdvlakken kan een afbeelding van een object worden geconstrueerd. De werkwijze is weergegeven in figuur 11 en kan als volgt worden beschreven. Allereerst worden voor de bewegings-richtingen van het licht van links naar rechts en ook van rechts naar links de liggingen van het brandpunt F_1 en F_2 en de hoofdvlakken H_1 en H_2 bepaald.

Vervolgens wordt voor een punt van het object dat niet op de optische as ligt, een straal evenwijdig aan de optische as getekend tot het vlak H_2 . Vervolgens wordt de straal gebroken en verder getrokken door het brandpunt F_2 . Dit is eveneens herkenbaar in figuur 7. Vervolgens wordt van datzelfde punt van het object een straal getrokken door het brandpunt F_1 tot aan het hoofdvlak H_1 . Bij dit hoofdvlak wordt de straal gebroken en evenwijdig aan de optische as doorgetrokken. Daar waar deze straal en de vorige straal elkaar snijden ligt de afbeelding van het punt van het object van waaruit de constructie werd gestart.



Figuur 11 De constructie van de beeldvorming aan een optisch systeem. Hierbij is het hele optische systeem vervangen door de twee hoofdvlakken

Let wel: Bij complex samengestelde systemen kunnen de plaatsen H_1 en H_2 in volgorde verwisseld zijn. Aan de hand van de figuur kan ook worden bepaald wat de vergroting V is. Deze komt overeen met de formule bij spiegels.

$$V = s'/s$$

De afstand tussen het object en de afbeelding wordt de optische weglengte genoemd. Deze is:

$$OO' = s + s' + HH'$$

Zoals geldt voor spiegels, geldt ook hier

$$1/s + 1/s' = 1/f$$

PROGRAMMA

Opmerkingen ten aanzien van het gebruik van het computerprogramma.

INVOERGEGEVENS:

- a. Kromtestralen:
 - middelpunt rechts van het vlak: $R = +$
 - middelpunt links van het vlak: $R = -$
 - is het vlak plan: $R = 1E20$

- b. Afstand tot volgende vlak:
 - Vlak ligt verder (links-rechts) dan het vlak waar zojuist de kromtestraal werd opgegeven: $D = +$
 - vlak ligt terug (rechts-links) $D = -$
- c. Brekingsindex na het vlak:
 - Gaat het licht in het medium van links naar rechts, dan is de index $+$; gaat het van rechts naar links dan index $-$
- d. Afstand tot het object:
 - Ligt het object links van het systeem dan is de afstand negatief; ligt het object rechts van het systeem dan is de afstand positief.
 - Opgeven afstand tot eerste lensvlak.

DE RESULTATEN

- a. Brandpuntsafstand:
 - pos: systeem is positief (reële afb.)
 - neg: systeem is negatief (virtuele afb.)
- b. Ligging F_1 :
 - neg: F_1 ligt vóór eerste lensvlak
 - pos: F_1 ligt achter eerste lensvlak
- c. Ligging H_1 :
 - pos: H_1 ligt achter het eerste lensvlak
 - neg: H_1 ligt vóór het eerste lensvlak
- d. Ligging F_2 en H_2 :
 - Als voor F_2 en H_2 echter ten opzichte van het laatste lensvlak
- e. Afstand H_1-H_2 :
 - Afstand tussen de beide hoofdvlakken.
 - pos: normale positie
 - neg: met elkaar verwisseld.
- f. Ligging afbeelding:
 - Plaats van de afbeelding t.o.v. het laatste lensvlak:
 - pos: afbeelding ligt achter het lensvlak
 - neg: afbeelding ligt vóór het lensvlak

g. Vergroting:

- pos: beeld staat rechtop (zelfde als object)
- neg: beeld staat omgekeerd (tegengesteld als object)

Literatuur

- [1] Optics, Hecht, Addison Wesley Publishing Company
- [2] Fundamentals of Optics, F.A. Jenkins en H.E. Whits, McGrawhill Bookcompany
- [3] Technische Optiek, G. Schröder, Vogel Buchverlag
- [4] Bauelemente der Optik, H. Naumann, G. Schröder, Carl Hanser Verlag
- [5] Inleiding in de Optica, A.C.S. van Heel, Martinus Nijhoff
- [6] Telescope Optics, H. Rutten, M. van Venrooij, Willmann Bell inc.

Nederlandse faciliteit voor synchrotronstraling in Daresbury

met grotere instrumenten naar kleinere oppervlakken, slot [1,2]

H. Heubers

In het kort wordt besproken de Britse "Synchrotron Radiation Source" (SRS) en de Engels-Nederlandse samenwerking bij het gebruiken van synchrotronstraling.

De samenwerking resulteerde onder meer in een door Nederland te bouwen meetstation, waarvan de opbouwfase op 1 november 1984 officieel werd afgesloten.

Ingegaan wordt op de hiervoor in Nederland vervaardigde apparatuur, in het bijzonder op een spiegel met variabel focus en een spleetloze röntgenmonochromator met interessante optisch-mechanische onderdelen*.

Pampus

In 1976 werd het voorstel geopperd om in Nederland over een faciliteit voor synchrotronstraling te kunnen beschikken. Een tiental wetenschappers hield zich daarna met plannen bezig en zij kwamen in 1979 met een afgerond machine- en gebruikersrapport.

Het voorstel was een opslagring met zestien afbuigmagneten te bouwen, gevoed door de bestaande lineaire elektronenversneller van het toenmalige

Instituut voor Kernfysisch Onderzoek in Amsterdam. De gekozen projectnaam was "Pampus", dat staat voor "Photons for Atomic and Molecular Processes and Universal Studies". Gelet op het bekende gezegde is er echter nauwelijks een ongelukkiger acronym te bedenken en inderdaad "nomen" werd "omen".

Zoals altijd het geval is moesten er keuzen worden gemaakt en vooral we-

gens de hoge kosten – begroting 42 miljoen gulden – viel het besluit om in Nederland geen faciliteit voor synchrotronstraling te bouwen; een grote teleurstelling voor de potentiële Nederlandse gebruikers. Wel kwam er subsidie voor een verdere oriëntatie.

Inmiddels was er in het Engelse Daresbury een dergelijke faciliteit in gebruik genomen, waardoor er vanuit Nederland meteen vraag ontstond naar meettijd bij de al gereedgekomen meetlijnen.

Het gevolg werd een praktische samenwerking die in 1982 leidde tot een overeenkomst tussen de Nederlandse organisatie voor Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek (ZWO) en de Engelse zusterorganisatie de Britse Science and Engineering Research Council (SERC). Deze hield in dat Nederland in Daresbury een station zou bouwen geschikt voor het middengebied van de X-straling, d.w.z. voor het golflengtegebied van 4 tot 0,9 Å dus fotonen met een energie van 3 tot 13 keV.

Er is een verdeelsleutel op het gebruik van het station overeengekomen, in ruil waarvoor de Nederlandse onderzoekers meettijd krijgen op de andere stations.

Daresbury "SRS"

Daresbury is een plaats bij Manchester waar een gelijknamig laboratorium is gevestigd dat een overkoepelende functie heeft en ook een faciliteit voor synchrotronstraling, de Synchrotron Radiation Source of de SRS, huisvest. In hoofdzaak komt de SRS overeen met de in het vorige artikel [2] besproken faciliteit in het Brookhaven National Laboratory, Long Island, V.S. Van "Da-

* Deze publikatie werd mogelijk door persoonlijke toelichtingen en het beschikbaar stellen van materiaal.

Gaarne bedankt de redactie daarvoor in het bijzonder de heren ir. G. Luijckx van het Nationaal Instituut voor Kern- en Hoge Energiefysica (NIKHEF-K, voorheen het IKO) waar de vacuümapparatuur en ing. M.J. van der Hoek van de Technisch Fysische Dienst TNO-TU te Delft, waar de monochromator is vervaardigd. Dr. R.D. Vis van de Vrije Universiteit, Afdeling Natuurkunde gaf, als een van de gebruikers van het station, aanvullende informatie.

Synchrotronstraling

Als een geladen deeltje, bij voorkeur een elektron, tussen de polen van een magneet wordt geschoten dan wordt het opzij gedrukt in een richting loodrecht op het veld door de lorentzkracht, of gewoon de kracht op de wikkeling van een elektromotor.

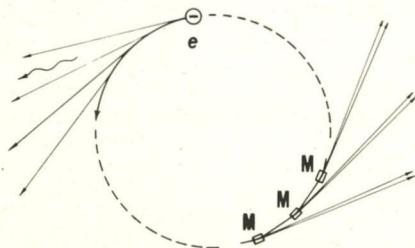
Dit betekent een naar het krommingspunt van de baan gerichte versnelling en zoals bij elke versnelling of vertraging van elektronen wordt elektromagnetische straling uitgezonden, zoals bij een radiozendantenne.

Met bijna-lichtsnelheid van het elektron gaat zijn stralingsspectrum van lage energie en lange golflengten – infrarood – ongebroken door tot straling van hoge energie en korte golflengten – harde X-straling.

In de bewegingsrichting wordt de straling recht vooruit geworpen, gelijkend op

een laserstraal, echter bij energieën boven 1 keV in een nauwe kegel met een tophoek van 2 mrad; naar lagere energieën wordt de tophoek groter. Zolang het afbuigen duurt wordt een stralingskegel uitgezonden, met als resultaat een horizontale, intense "stralingswaaier". Synchrotronstraling is bijna volledig gepolariseerd, met de elektrische vector eveneens in het vlak van afbuiging. Gebruikt wordt een elektronenbundel, met een zo klein mogelijke doorsnede, die in het ultra-hoogvacuüm van een "opslagring" b.v. zes uur in stand kan worden gehouden.

Straling bestaat uit fotonen, gekarakteriseerd zowel door energie als golflengte. De energie in elektronvolt maal de golflengte in Angström is altijd 12400. B.v.: een röntgenstraal van 9 keV heeft een golflengte van: $12400/9000 = 1,38 \text{ \AA}$.



resbury" zullen alleen enkele praktische verschillen met "Brookhaven" worden aangegeven.

De "natuurkunde" van synchrotronstraling is beknopt herhaald in het bijgaande kader.

Ook bij de SRS worden elektronen gebruikt om de synchrotronstraling op te wekken, echter in één opslagring. Een lineaire versneller, "Linac" in de plattegrond van de SRS in figuur 1, versnelt de elektronen tot een energie van 15 MeV, waarna zij met behulp van de "booster" met een energie van 600 MeV in de opslagring worden geschoten.

In de opslagring bevindt zich ook hier een radiofrequente trilholte in een recht stuk tussen twee afbuigmagneten, met behulp waarvan de energie van de elektronen op 1,9 GeV gebracht en gehouden wordt. Zij gaan dan $\sim 3 \times 10^6$ maal/seconde rond met praktisch de lichtsnelheid en de bundelstroom, dat is het aantal passerende elektronen per seconde, bedraagt dan 0,3 A (vergelijk "Brookhaven": 2,5 GeV en 1A).

De opslagring heeft zestien buigpunten, eigenlijk buigsegmenten, en dus evenzoveel stralingsbronnen voor sta-

tions, meestal gespecialiseerd voor een bepaald deel van het beschikbare spectrum: infrarood, ultraviolet of röntgengebied.

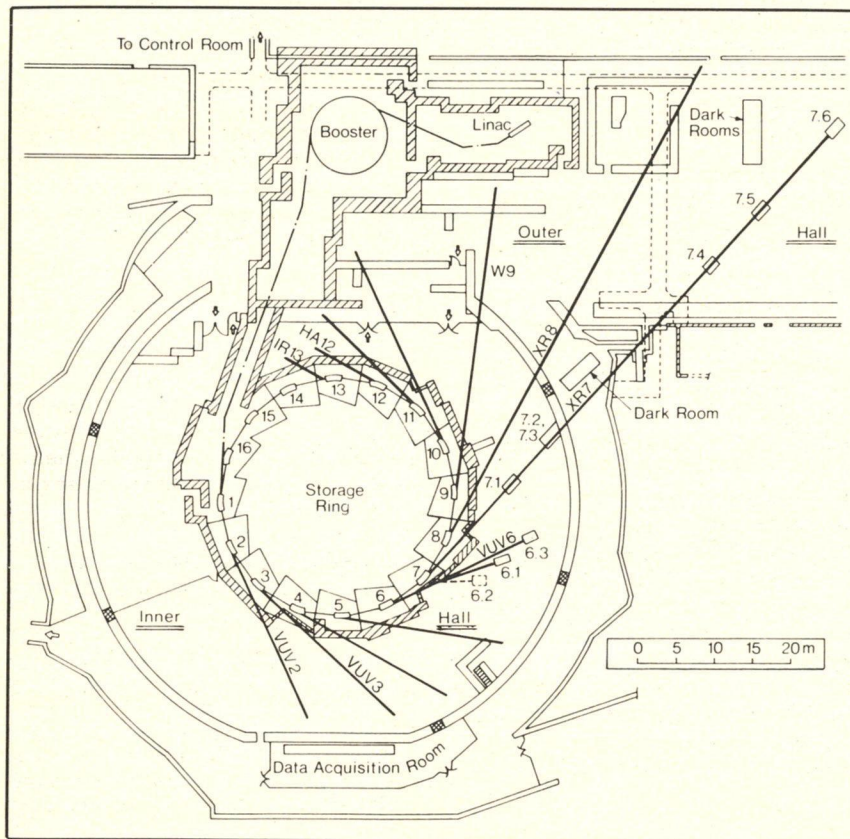
De experimenten "kijken" tangentieel in de rondgaande elektronenbundel; de hoogte van de bundeldoorsnede is tevens de hoogte van de lichtbron of "spot", terwijl de breedte van de bundel de *minimum* breedte van de spot bepaalt. De opzet van de SRS leidt er toe dat de doorsneden van de elektronenbundel rond de opslagring verschillen, ook in de afbuigmagneten. De doorsnede van belang bij de te bespreken "meetlijn 8", is hoog 1,2 mm en breed 4,5 mm (vergelijk "Brookhaven": $0,2 \times 1$ mm). Bij overigens gelijke omstandigheden neemt de oppervlaktehelderheid, intensiteit, toe bij het verkleinen van de spot; bovendien streeft men in de optiek om verschillende redenen naar een klein oppervlak. In Daresbury wordt thans dan ook uitvoering gegeven aan plannen om, o.m. met behulp van multipool-focuseermagneten [1] geplaatst in de rechte ringstukken, tot een kleinere doorsnede van de elektronenbundel te komen.

Het continu-spectrum, zie figuur 2, strekt zich uit van het infrarood, golflengte 1 mm, tot harde X-stralen met een golflengte van 0,5 Å of fotonen met een energie van 25 keV.

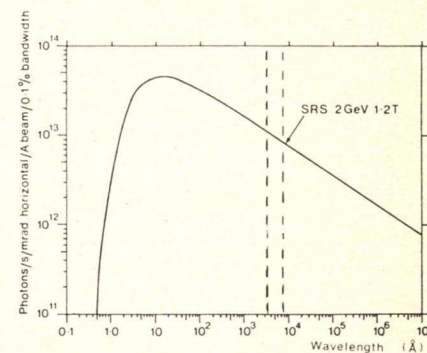
Vertikaal is de intensiteit aangegeven in aantallen fotonen per seconde die, bij de ontwerp-bundelstroom van 1 A, worden uitgezonden binnen een ruimtehoek met een horizontale hoek van 1 mrad en een verticale hoek die is bepaald door de natuurlijke spreiding of "openingshoek" van de synchrotronstraling bij de betreffende golflengte. Dit alles wordt geïntegreerd over een afgesproken golfgebiedje of lijnbreedte. In figuur 2 is 0,1% genomen van de nominale golflengte; dus b.v. 0,1 Å bij 100 Å. Voor veel experimenten is 0,1% een goed "oplossend vermogen".

Nadat de geïnjecteerde bundel zich heeft gestabiliseerd blijft hij gedurende een werkdag circuleren met voldoende intensiteit; in 8 à 10 uur neemt die af tot 30%.

De elektronen gaan rond in 160 groepen of pulsen met een tijdsafstand van 2 ns of een flietsfrequentie van 500 MHz, de frequentie van de trilholte. De lengte van een groep is ~ 4 cm, hetgeen een flietstijd betekent van ~ 120 ps. De manier van opwekken drukt dus een tijdsstructuur op de synchrotronstraling, waarvan men bij bepaalde analysemethoden nuttig gebruik maakt.



Figuur 1 Schetsmatige plattegrond van de faciliteit voor synchrotronstraling te Daresbury. Van de opslagring zijn alleen de 16 afbuigmagneten, of stations, met elk één meetlijn aangegeven. XR8 is de "Nederlandse" meetlijn. De functionele afschermmuur is gearceerd; de buitenste ringmuur en andere muren zijn restanten van een vroegere bestemming en nu deels weg of doorgebroken. Boven het geheel is een ruimte voor instrumentatie



Figuur 2 Het continue spectrum van de synchrotronstraling van de SRS. Horizontaal: golflengte in Ångström; vertikaal: fotonenopbrengst - zie tekst. De twee verticale streeplijnen zijn de grenzen van het zichtbare licht

Het "Nederlandse station"

Het door Nederland gebouwde station bevindt zich bij afbuigmagneet nummer 8, de meetlijn XR8 in figuur 1. Figuur 3 geeft het schematische bovenaanzicht van deze "Line 8" met de voornaamste instrumenten en ultra-hoogvacuümapparatuur [3]. Een bundelsplitser verdeelt de synchrotronstraling over drie specifieke aftakkingen die naar verschillende meetopstellingen voeren en daar een integraal geheel mee vormen.