

Faculteit Natuur- en Sterrenkunde

Fylakra

Nummer 4, 2005, Jaargang 49

IGF
40 jaar



Universiteit Utrecht

FYLAkra wordt uitgegeven voor de secties en afdelingen van het departement Natuur- en Sterrenkunde van de faculteit Betawetenschappen, Universiteit Utrecht

FYLAkra nr. 331

Jaargang 49, nummer 4

Oplage: 650

Speciale editie i.v.m. het 40 jarig bestaan van IGF

Hoofdredacteur:

Gijs van Ginkel (DIN-SCMB)

Eindredactie en vormgeving:

Rudi Borkus (JI)

Redactie:

Michelle Doumen (HIFM)

Carlos van Kats (DIN-SCMB)

Dante Killian (IGF)

Evert Landré (BUR)

Gerard van der Mark (DIN-GF)

Ada Molkenboer (JI)

Roelof Ruules (FCG)

Carina van der Veen (IMAU)

Reproductie:

IGF Document Reproduction Center

Redactieadres:

Redactie Fylakra, Minnaertgebouw kamer 116

Leuvenlaan 4, 3584 CE Utrecht

tel. 030-2531007, intern 1007, fax 030-2535787

email: Fylakra@phys.uu.nl

Kopij voor FYLAkra kan worden ingeleverd bij de leden van de redactie. Kopij aanleveren op diskette of via email als MS Officedocument of als tekstfile (ASCII). In twijfelgevallen raadplege men de eindredacteur.

Artikelen worden geplaatst onder
verantwoording van de redactie

IN DIT NUMMER

Colofon	2
In dit nummer.	3
Geachte Lezer(es)	4
Instrumentatie van experimenten Uitnodiging voor symposium	5
De Octopus, al 23 jaar oogsten.	6
Van IGF werknemer tot IGF klant.	10
Quantum politiek column.	12
Het ALICE project bij SAP en IGF.	14
40 jaar Werkplaats in de Uithof door Geert de Jong	18
IGF 40 jaar in de Uithof door Jaap Verkerk.	20
Microscopie en de Instrumentele Groep Fysica	26
Vierkant Puzzel	29
Laat de shearcellen maar schuiven Colloidenonderzoek en IGF.	30
Oplossing puzzel Fylakra nr. 3	33
Metten aan de Mens Fysica van de Mens en IGF	34
Bose-Einstein condensatie in de Dolphin.	36
Niet altijd op rolletjes maar wel uniek Zonnecelonderzoek en IGF.	40
Henk Langedijk met de FPU	44
Gerard Freeman (1921-2005) In Memoriam	46

GEACHTE LEZER(ES)



GIJS VAN GINKEL
HOOFDREDACTEUR
Foto Henrik Rudolph

Deze maand is het 40 jaar geleden, dat IGF zijn intrek nam in het huidige Caroline Bleeker gebouw. Toen droeg het gebouw in de wandelgangen nog de naam Werkplaats of Universiteitswerkplaats. Veel technisch vernuft en prachtige staaltjes van instrumentmakerswerk en elektronica zijn de afgelopen 40 jaar ontworpen en gemaakt door de medewerkers van IGF. Ik denk, dat de onderzoek-visitaties van de Experimentele Natuurkunde er zonder het voortreffelijke werk van IGF heel anders zouden hebben uitgezien.

Voldoende redenen dus om dit 40-jarig IGF-Uithof jubileum in deze Fylakra centraal te stellen en alle (oud)medewerkers van IGF te feliciteren met dit heuglijk jubileum. Maar daar willen we het niet bij laten. Natuurlijk krijgt u een blik in de geschiedenis van IGF in De Uithof. Geert de Jong, inmiddels al meerdere jaren met pensioen, blikt terug op de bouw van de Werkplaats in De Uithof. Jaap Verkerk, het huidig IGF-opperhoofd, geeft ons een kijkje in de geschiedenis van zijn IGF en meerdere onderzoekers uit zeer verschillende richtingen van onze ex-faculteit, huidig departement, laten zien wat voor prachtig onderzoek er wordt gedaan met de instrumenten en apparatuur, die door IGF zijn ontworpen en gemaakt.

Natuurlijk kunt u als Departementsmedewerk(st)er ook mee genieten van het IGF jubileum. Op donderdag 13 oktober wordt het gevierd met een symposium gevolgd door een receptie. Op zaterdag 15 oktober zal een feestdag worden georganiseerd voor alle (oud)medewerkers van IGF. Binnen in het Caroline Bleeker gebouw zal met kleine exposities aandacht geschonken worden aan dit jubileum dat in het teken staat van : HET KLEINE EN VERRE ZICHTBAAR MAKEN. Zo zijn er ter ere van de naamgeefster van het gebouw enkele vitrines ingericht met optische en elektronische apparatuur gemaakt door de Nederlandse Optiek en Instrumentenfabriek Dr. C.E. Bleeker en er zijn vitrines ingericht, die een indruk geven van het moderne werk van IGF. Om de naamgeefster van het Caroline Bleeker gebouw de eer te geven, die haar toekomst (zij was indertijd naamloos begraven!) zal door IGF een kleine plaquette worden gemaakt om op haar graf aan te brengen.

Daarnaast vindt u in deze Fylakra natuurlijk onze column, een puzzel, een prikkelende strip en aandacht voor het vertrek van Henk Langedijk, die na bijna 45 jaar IGF verlaat om te gaan genieten van een welverdiend vroeg pensioen.

We wensen u veel leesplezier,
Gijs van Ginkel Hoofdredacteur

INSTRUMENTATIE VAN EXPERIMENTEN

Symposium ter gelegenheid van 40 jaar instrumentatie ontwikkeling in de Uithof

Ochtend programma (Auditorium TNO-NITG, Princetonlaan 6, Utrecht)

Voordrachten

- Apparatuur voor het testen van zonnecellen. Automatisch meten van karakteristieke eigenschappen.
- Microscopie en apparatuur voor LifeTime Imaging. Nauwkeurig bewegen met een resolutie van diverse tientallen nanometers.
- Bose-Einsteincondensatie met extreem hoog vacuumsystemen
- Data-acquisitie, universele module via USB aan PC gekoppeld, voor practica en lab.opstellingen.
- Specifieke elektronica voor gevoelige signalen met data-acquisitie. Voorbeelden van extreem nauwkeurig (seismologie), extreem snel (LifetimeImaging) en extreem veel (sub-atomaire fysica), beeld-acquisitie (sterrenkunde).
- Systeemintegratie en besturing. Meervoudige besturingsprocessen voor snelheid, positie, temperatuur en andere grootheden op een enkele DSP (digitale signaal processor)

Lunch

Middag programma (Ornsteinlaboratorium Princetonplein 5, Utrecht)

Demonstratie van diverse systemen in lab opstellingen, die bij de voordrachten besproken zijn.

Het betreft unieke systemen die recent zijn ontwikkeld en die nog niet eerder in andere onderzoeksgebieden zijn toegepast.

Deelname aan het symposium is kosteloos voor medewerkers van de Universiteit Utrecht. Aanmelding vóór 1 oktober bij L.J.W.vanDam@phys.uu.nl of J.Verkerk@phys.uu.nl. Het definitieve programma wordt u dan toegestuurd.



Universiteit Utrecht

Instrumentele Groep Fysica
Telefoon: +31 30-253 1637
Fax: +31 30-252 2267
Postbus 80.004, 3508 TA Utrecht

Instrumentele Groep Fysica
Fac. Natuur- & Sterrenkunde
Sorbonnelaan 4, 3584 CA Utrecht

DE OCTOPUS, AL 23 JAAR OOGSTEN

In het Robert van de Graaff laboratorium staat een bijzondere meetopstelling.

Bijzonder omdat er zeer veel meetmethoden bij elkaar zijn gebracht in een enkele vacuümopstelling.

Bijzonder omdat er twee ionenversnellers aan gekoppeld zijn.

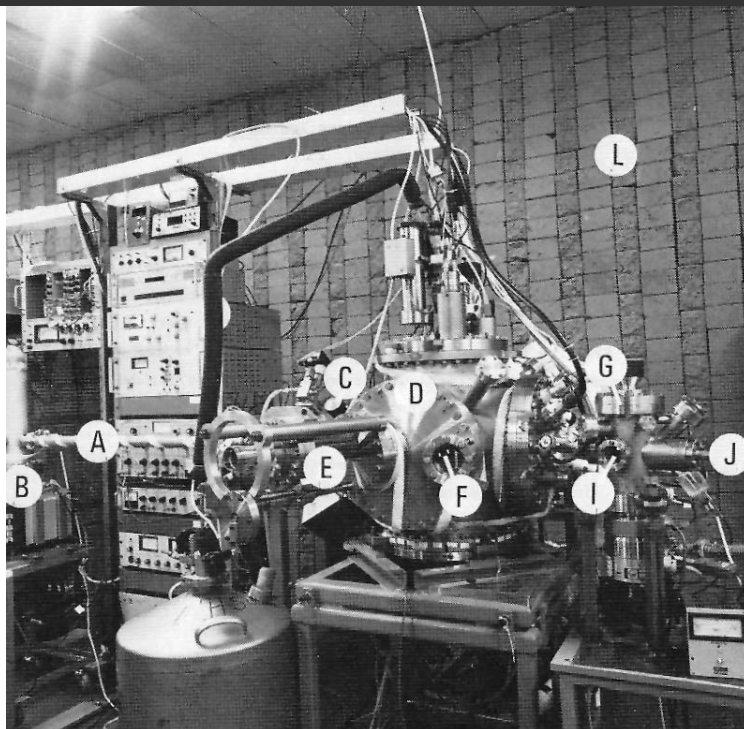
Bijzonder omdat het al sinds 1982 (bijna altijd) een Bijzonder Hoog Vacuüm bevat.

Bijzonder omdat het al 5 doctoren direct (en vele anderen indirect) in de Natuurkunde heeft voortgebracht.

Bijzonder omdat daar 26 studenten middels een klein en/of groot onderzoek aan hebben bijgedragen

Bijzonder omdat de zesde doctor in de maak is.

Bijzonder omdat ... ik gevraagd ben een stukje te schrijven over deze inmiddels rode draad in het bestaan van de IGF.

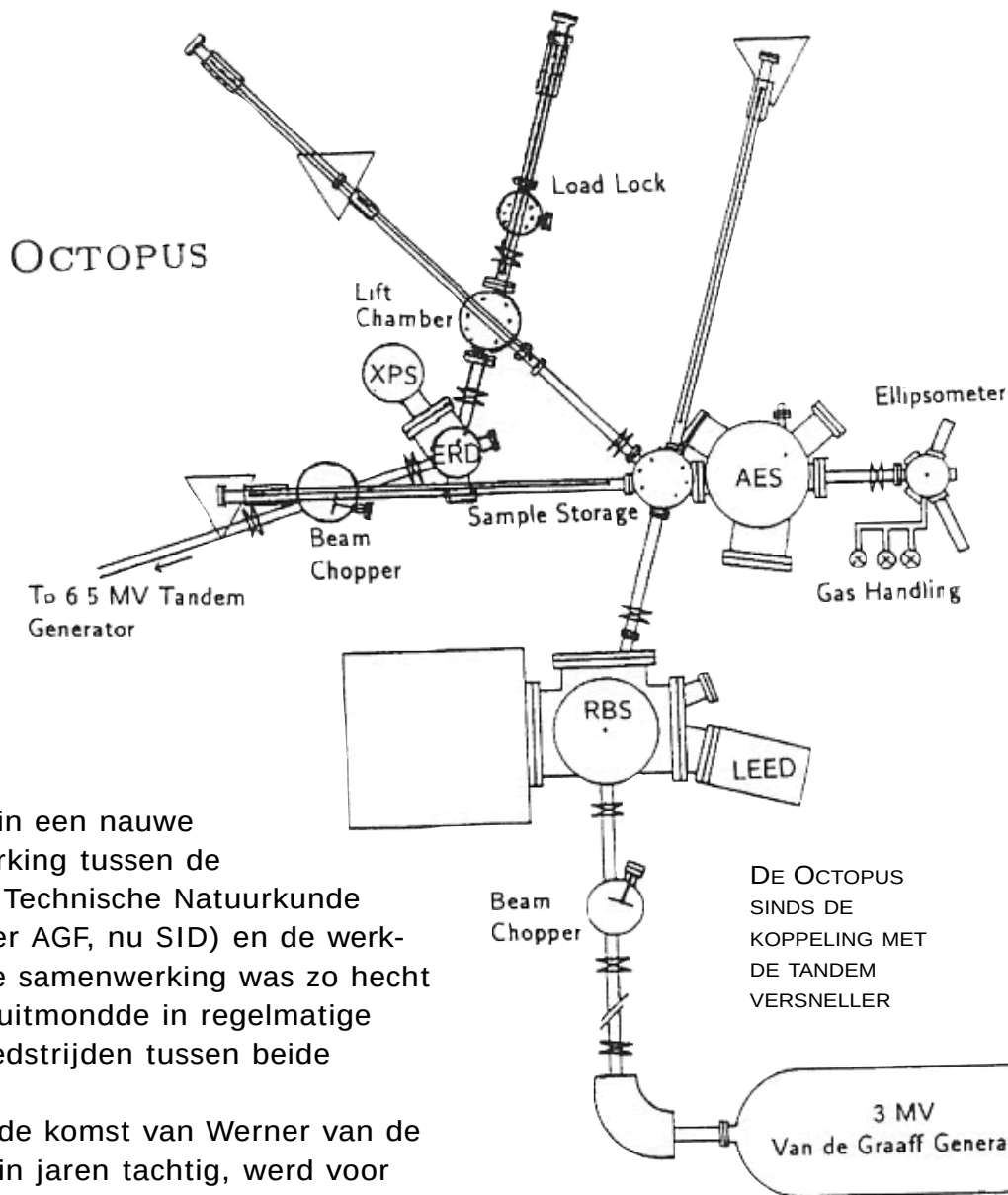


DE OCTOPUS (WELISWAAR VOOR ZIJN NAAMGEVING) IN 1985

Wat natuurlijk niet bijzonder is en eigenlijk voor zich spreekt, is dat de IGF ofwel de Subcentrale Werkplaats Fysica zoals dat indertijd heette, van cruciaal belang is geweest voor deze Ultrahoogvacuüm-opstelling. Vrijwel alle onderdelen zijn in de werkplaats vervaardigd en het ontwerp is



AIO GOVERT KRUJTZER EN STUDENT GEERT SCHOTMAN STAAN VOOR DE HUIDIGE OPSTELLING WAARIN DE OCTOPUS IS INGEBOUWD



ontstaan in een nauwe samenwerking tussen de vakgroep Technische Natuurkunde (TNK, later AGF, nu SID) en de werkplaats. De samenwerking was zo hecht dat deze uitmondde in regelmatige voetbalwedstrijden tussen beide groepen.

Met de komst van Werner van de Weg, begin jaren tachtig, werd voor het eerst een Utrechtse ionenversneller aangewend om materiaalanalyses te verrichten. Frans Habraken, die in die periode TNK kwam versterken, heeft de ionenbundeltechnieken verder van de grond getrokken. Aanvankelijk vonden de metingen plaats in een oude niet-zo-erg-vacuüm-pot die van het Amolf was overgenomen. Al snel was er behoefte aan een veel beter (3 ordes, zie kader) vacuüm, met name om de allereerste stadia van oxidatieprocessen aan metalen te onderzoeken. Voor de werkplaats was ontwerp en bouw van de nieuwe opstelling, die later tot OCTOPUS werd gedoopt, het begin van allerlei ontwikkelingen waarvan we tot op de dag van vandaag de vruchten plukken.

Zo rolden al snel de eerste conflats (koperring-afgedichte) flenzen uit de machines en moest er geleerd worden welke oppervlaktebehandelingen de stalen vacuümkamers behoeven om UHV te bereiken. Verder werd er een sampletransportsysteem ontwikkeld om samples tussen vacuümkamers heen en weer te sluizen en werd er een hoge mechanische nauwkeurigheid vereist, vooral voor de goniometer. Deze, in huis ontwikkelde, goniometer heeft 6 vrijheidsgraden waarvan er 4, één translatie en drie rotaties met 0.02° resolutie, geheel met de computer bestuurd moesten worden. Niet triviaal in die tijd. Verdere eisen

Waarom UHV

De structuur van de buitenste atoomlagen van een kristal kan met behulp van channeling- en blockingtechnieken (hierbij worden ionen precies langs kristalassen geschoten en gedetecteerd) worden ontrafeld. Zo ook de veranderingen die daarin optreden als het materiaal wordt blootgesteld aan minimale hoeveelheden zuurstof. Het is bij dergelijk onderzoek uiteraard erg belangrijk dat de buitenste atoomlaag de buitenste atoomlaag blijft en dat er geen onbedoelde zuurstofatomen in terecht komen. Om een idee te krijgen van de snelheid waarmee een bepaalde achtergronddruk schade aan je oppervlak aanricht gebruiken we de vuistregel: 10^{-6} mbar bedekt je oppervlak in 1 seconde met 1 monolaag zoi. Goed, dit allemaal om uit te leggen dat er behoefte was aan een nieuwe verstrooiingskamer met een ultra-hoog-vacuüm (UHV) van 10^{-10} mbar, zodat de onderzoeker een paar uur de tijd heeft om zijn kristal te bestuderen.

waren ondermeer: computerbestuurde roteerbare ionendetector; uitstookbare samplehouder (tot 950 K) met temperatuurmeting; sample-transport-systeem en loadlock; en dan nog wat kooldelen: twee analysetechnieken (AES en LEED, voor de kenners) en een iongun om het kristaloppervlak voor ieder experiment schoon te kunnen sputteren. De eerste versie van de Octopus was in 1983 gereed en bestond uit 2 vacuümkamers. Zie de eerste foto bij dit artikel.

In de jaren die volgden werd er flink aan de opstelling gesleuteld. Om te beginnen werden er meer analyse- en preparatietechnieken aan toegevoegd. Het credo hierbij was: 'Veel dingen doen, zonder dat het ingewikkeld wordt'. Hieraan werd tegemoet gekomen door een beperkt aantal technieken per vacuümkamer in te bouwen. Extra voordeel is dat tijdens reparaties niet de hele

opstelling onbruikbaar is. Deze filosofie resulteert natuurlijk wel in extra UHV kamers en sample-transportstangen. Hierdoor kreeg de opstelling een nogal tentakelig voorkomen hetgeen hem zijn naam opleverde. Verder verhuisde de opstelling in 1988 mee met de 3 MV versneller van het generatorengebouw (nu SRON) naar het Robert van de Graaff laboratorium waar een 6 MV tandemversneller staat. Lichte elementen zoals zuurstof kunnen met de tandemversneller met een veel grotere gevoeligheid gemeten worden, dus ... u begrijpt het al. Een technisch hoogstandje, een UHV-lift

die de samples tussen de twee bundelhoogtes kon vervoeren, was nodig om beide versnellers aan de Octopus te koppelen. Op bijgaande tekening kunt u zien hoe de Octopus er de afgelopen, pakweg 10 jaar, bij heeft gestaan. Van deze uitgebreide opstelling is in de werkplaats een maquette gemaakt die ondermeer op de Hannover Messe te bezichtigen is geweest. De promovendi hebben deze maquette dankbaar gebruikt om hun vele studenten de (sample-)weg te wijzen in de Octopus.

Onlangs heeft zich weer een daadkrachtige AIO op de Octopus geworpen met tal van nieuwe wensen, voor zijn onderzoek aan het gedrag van dunne lagen waterstofhydrides. Dus IGF: werk aan de winkel!

**Tekst en foto's:
Wim Arnold Bik**

$$E = mc^2$$

door Joshua Peeters



VAN IGF WERKNEMER TOT IGF KLANT



HET CONSTRUCTIEBUREAU IN 1968. TOEN NOG HET OUDERWETSE HANDWERK WAS, GEEN COMPUTER TE ZIEN! (coll. IGF)

Werknemer

In juni 1976 kwam ik als jonge medewerker wat onwennig de werkplaats binnen. Ik begon een nieuwe baan op het constructiebureau. Na een aantal jaren als instrumentmaker ervaring te hebben opgedaan bij andere werkgevers en me via avondscholen theoretisch te hebben ontwikkeld, mocht ik het tekenpotlood gaan hanteren. De eerste klus was een vacuümpot ontwerpen. Met allerlei aansluitingen zoals pompgat, kijkvenster, doorvoeren en drukmeter. Ik werd ingewijd in één van de specialiteiten van de werkplaats, de vacuümtechniek. Metaalafdichtingen voor UHV (ultrahoog vacuüm), "O"ringen voor lager vacuüm, centreerranden, ontluichtingsgaten enz. enz.

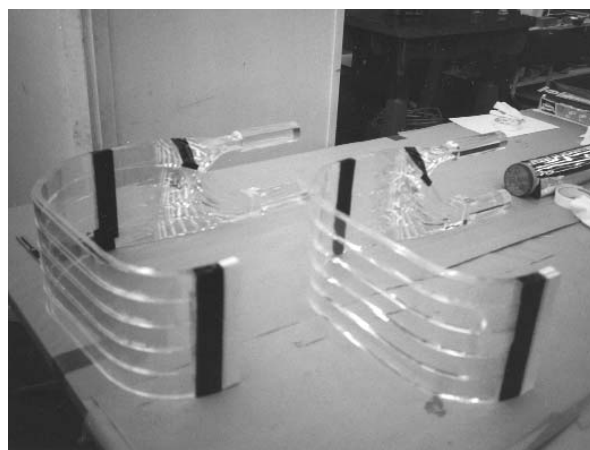
Een leerzame periode, mede omdat foutjes altijd meedogenloos afgestraft werden, immers een tekening liegt niet. Alles staat op papier en past het niet in elkaar, dan stond het niet goed op tekening.

Ik heb in de jaren dat ik op het constructiebureau werkte de opkomst

van het CAD construeren meegemaakt. Onze eerste kennismaking was Autocad 2.04, simpel alle tekenfuncties aanbrengen, lijnen, cirkels, rechthoeken, afrondingen, enz., heel bewerkelijk en gebruiksonvriendelijk. Het huidige pakket is dan een verademing, Solid Edge V16, snel, solide, overzichtelijk en gebruiksvriendelijk. Maar daar ligt een hele wereld tussen. Een tijd van veel en mooie projecten.

Ik denk dat ik mag zeggen dat ik in mijn periode op het constructiebureau een aantal mooie en fijne projecten heb mogen maken. Ik denk daarbij aan de magneettransport-systemen op de opstellingen in de targethal van het Robert van de Graafflab. Een rotatie en translatie systeem voor het inbrengen van targets welk nu na twintig jaar nog dagelijks vele malen gebruikt worden.

Ook het HARP (High Acceptance Recoil Polarimeter) project was er één met technische hoogstandjes. Het onderzoek richtte zich op de interne ladingsdichtheid van vrije neutronen.



LICHTGELEIDERS VOOR HET HARP PROJECT
(foto collectie auteur)



GERARD VAN DER MARK ACHTER DE TEKENTAFEL (foto coll. auteur)

gasafvoer,
gasdetectiesysteem
koelwatersystemen, enz.
Ik werd van medewerker
opeens klant van de
werkplaats.

De werkplaats heeft ons in
de opbouw periode
ongelooflijk goed
geholpen. Ze stonden
klaar bij problemen, losten
onze bottlenecks op en
leverde mankracht bij de
aanleg van ons

De werkplaats heeft de scintillatoren
en de totale behuizing ontworpen en
gemaakt. Ook aan de montage bij het
NIHKEF in Amsterdam is meegewerkt.
Een project waar ik met veel plezier
aan terug denk.

Buiten de faculteit heb ik veel
opdrachten gedaan met het Vening
Meineszlab. Zij deden onderzoek naar
de zeebodem van de Atlantische
Oceaan. De sleeplichamen en
drumrecorders welke daarbij gebruikt
werden waren voor de werkplaats
leuke projecten om aan mee te
werken.

Ik heb als werknemer van de
werkplaats een fijne tijd gehad.
Daarbij mag ik stellen dat de
samenwerking in de projecten goed
was. Die kontakten zouden mij nog te
pas komen. Het constructiebureau was
jarenlang een homogeen ploegje waar
oog was voor werk en privé-
omstandigheden.

Klant

In 1996 stapte ik over naar de
vakgroep Physics of Devices. Deze
groep ging een nieuw
zonnecellaboratorium opbouwen in het
Robert van de Graafflab. Er kwamen
allerlei technische voorzieningen, zoals
gasleidingen voor speciale gassen,

gasleidingnet. De samenwerking bij
grotere projecten verliepen en
verlopen meestal goed. Zowel
mechanisch als elektronische en
combinaties van die twee. Een
voordeel van mijn kant is dat ik hun
systeem van werken beheers. Je zit
sneller op één lijn en dat bevordert de
realisatie van projecten. Verder vind ik
dat hun machinepark de laatste jaren
een duidelijke facelift heeft
ondergaan, waardoor ze beter en
sneller in kunnen spelen op de wensen
van hun klanten.

Een ander groot voordeel van de
werkplaats vind ik ook dat de
servicegroep groter en beter is
geworden. Zij spelen adequaat in bij
onze problemen en dat is voor een
technische groep zoals wij zijn een
must. Immers een niet werkend
apparaat betekend geen onderzoek of
vertraging.

Wij, als grote technische groep,
als vaste klant, feliciteren de
werkplaats met dit jubileum en
wensen hun nog veel mooie projecten
met allerlei technische hoogstandjes,
in een prettige samenwerking toe.

Gerard van der Mark

QUANTUM POLITIEK



n
m
u
i
o
c

Zoals velen van U weten is het beeld van de natuur dat uit de quantummechanica naar voren komt vaak anders dan, en soms schijnbaar in strijd met, de dagelijkse ervaringen die wij met de wereld om ons heen op doen. Zo moeten we voor veel gewone activiteiten, zoals lopen, dingen aanwijzen, typen, enzovoorts, er vanuit gaan dat onze hersenen een behoorlijk idee hebben over waar zich, bijvoorbeeld, een vinger bevindt en hoe die vinger op dat moment beweegt. De quantumonzekerheid van Heisenberg is normaal gesproken zo verschrikkelijk klein dat zij in het niet valt bij allerlei andere onzekerheden in ons bestaan. Het normale lichte trillen van een uitgestrekte vinger betekent een vele malen grotere afwijking van de ruststand van die vinger dan één of ander quantumeffect. Toch levert de quantummechanica aardige metaforen op voor zaken die direct uit onze menselijke werkelijkheid stammen. Dat gaat ook op wat de relativiteitstheorie betreft, ook zo'n onderwerp buiten onze normale waarneming. Ik mag de theorie graag toelichten aan de hand van een (echt)paar Alice en Bob die het nergens over eens kunnen worden, uitgezonderd de snelheid van het licht in het vacuum. Het semester is weer begonnen, evenals mijn college Relativiteitstheorie, en dus heb ik weer op wat Alice & Bob anekdotes zitten broeden. De afgelopen twee weken hebben we echter ook een quantum verschijnsel in de pers op het journaal mogen aanschouwen.

In de quantummechanica komen deeltjes in allerlei toestanden voor. Zaken als positie, snelheid, en spin-oriëntatie moeten berekend worden uit de zogenaamde golf functies die de toestanden van die deeltjes beschrijven. Als je met twee of meer deeltjes te maken hebt dan kan een interessant verschijnsel optreden genaamd verstrengeling. Ruwweg kun je de toestanden waarin een systeem van twee deeltjes, A en B, kan zitten indelen in twee soorten toestanden. Je hebt toestanden waarbij je duidelijk kunt zien dat zij bestaan uit een toestand waarin deeltje A zit, en een toestand waarin deeltje B zit. Deze toestanden zijn in onze ogen relatief normaal. Alles wat vreemd is aan de quantummechanica zit daar ook in, maar we kunnen wel de twee deeltjes herkennen. Er zijn ook toestanden die die eigenschap niet hebben, de verstrengelde toestand. Zo lang die toestand bestaat kunnen we de twee deeltjes eigenlijk niet goed uit elkaar houden en lijken ze één eenheid, ja zelfs één identiteit te hebben. Ze hoeven daarvoor niet dichtbij elkaar in de buurt te zitten. Deeltjes kunnen verstrengeld zijn terwijl ze zich op grote afstand van elkaar bevinden.

Zodra we de toestand van één van de twee meten, ligt die van de ander ook meteen vast. Na de meting is de verstrengeling kapot, maar door die verstrengeling levert de meting aan één deeltje meteen ook informatie over het andere.

Dat lijkt in de politiek ook zo te werken waar het functies van politici betreft. Mensen zijn bij uitstek systemen die meerdere rollen, meerdere functies hebben. Er zijn ministers die lid zijn van een jenever-genootschap (Remkes) maar waarbij die functie toch wel enigzins duidelijk is te onderscheiden van de andere, namelijk het ministerschap. Je ziet hem dan ook zelden als minister optreden met een stevige borrel achter zijn tong, en je hoort zelden dat jenever een grote rol speelt in de beleidsvorming op binnenlandse zaken. Maar er zijn ook ministers waarbij dat veel lastiger ligt. Sommigen zijn directeur van meerdere boerenbedrijven en ook minister van landbouw (Veerman). En in zijn geval was die verstrengeling zelfs zo sterk dat hij zelf, als dragen van beide functies, dat niet eens meer precies wist. Hij had weliswaar een jaarrekening getekend, maar dat was een 'slordigheidje'. En zolang je geen meting doet blijft de verstrengeling bestaan.

Verstrengeling van functies is iets waar de landelijke politiek heus geen patent op heeft. Als we kijken naar de vormgeving van onze eigen nieuwe bèta-faculteit valt op hoe vaak er gesproken wordt van 'personele unies' als het om top-functies gaat. Het is wel frappant dat we dat taalgebruik zelden bezigen als het gaat om het vegen van de vloer en het schoonmaken van de wc's. Dat is namelijk geen verstrengelde toestand van functies omdat je ze duidelijk van elkaar kunt onderscheiden. Dat ligt anders op het moment dat het om bestuurlijke functies gaat. Het creëren van allerlei personele unies tussen vak-decanen, vice-decanen, directeuren en wat dies meer zij roept automatisch vragen op over wie nou wanneer welke pet op heeft. We zien aan Veerman dat, ook als je niets onoirbaars lijkt te hebben gedaan, dergelijke verstrengelingen toch vragen oproepen die niet altijd gemakkelijk te beantwoorden zijn. Hoe vaak komt het eigenlijk aan nederlandse universiteiten voor dat een bestuurder die over een bepaalde subsidie gaat daar als onderzoeker of docent direct baat bij heeft?

Ik ben nu naarstig opzoek naar jaarrekeningen die ik in het verleden wellicht getekend heb. Wie weet wat voor een spoor aan slordigheidjes ik inmiddels achter me aan trek. En terwijl ik zo door oude dozen met oude papieren woel is nog een andere vraag die door mijn achter hoofd buitelt; zouden de twee toestanden "aanhanger van intelligent-design" en "fysicus" verstrengeld zijn? Of niet?

Frank Witte

HET ALICE PROJECT BIJ SAP EN IGF

Al vanaf het prille begin, zo'n tien jaar geleden, is het IGF betrokken bij het ALICE project. Deze detector maakt deel uit van de nieuwe LHC versneller van CERN, de grootste ter wereld, die begin 2007 in bedrijf moet komen. De ALICE detector is bedoeld om botsingen tussen loodkernen te bestuderen die tot een energie van 0,1 mJ versneld worden. Bij deze botsingen wordt de materie sterk samengedrukt en verhit tot zo'n biljoen graden. Daardoor smelt de kernmaterie tot wat in de wandeling quark-gluon-soep genoemd wordt. Volgens de oerknaltheorie zou het gehele heelal gedurende de eerste tien mikrosekonden in deze toestand verkeerd hebben.

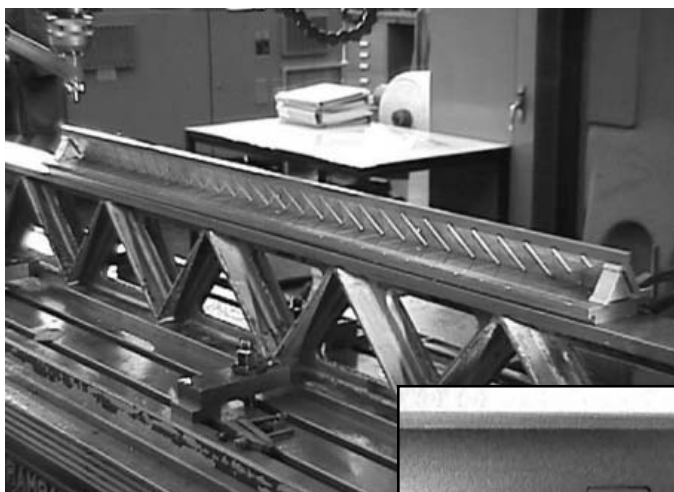


FOTO 1: DE MAL VOOR DE KOOLSTOFFRAMES MET RECHTS EEN DETAIL VAN HET VONKWERK

Voor de detector betekent deze afkoelende soep dat de banen van zo'n achtduizend deeltjes per botsing vastgelegd moeten worden. Het deel waar Nederland aan meebouwt, is hiervoor speciaal bedoeld: 1700 sensoren met ieder 1536 elektrodes kunnen op 30 μm nauwkeurig de positie van een doorgaand deeltje meten.

De bijdrage van IGF is zowel elektronisch als mechanisch: hoe krijgen we al die gegevens ordelijk de

computer(s) in en hoe bevestigen we die sensoren met de vereiste precisie. Uiteraard wordt dit werk in een nationale en internationale samenwerking verricht: het NIKHEF in Amsterdam en instituten in Trieste, Turijn, Straatsburg, Nantes, Helsinki, St. Petersburg, Kiev en Kharkov. Vanaf eind dit jaar komen alle onderdelen uit deze landen naar het BBL om samengebouwd te worden. Na een grondige test op de zevende verdieping gaat het geheel naar CERN om daar eind 2006 honderd meter onder de grond geïnstalleerd te worden. Voor dit

artikel lichten we er twee punten uit: de draagstructuur voor de sensoren en de uitleeselektronica.

Draagstructuren

Hiervoor is in St. Petersburg een zeer stijf, lichtgewicht koolstofframe bedacht. De mal waarin dit frame wordt opgebouwd kon men daar niet

maken. Met vonkwerk op hoog nivo heeft IGF deze mal kunnen realiseren (foto 1). Honderd frames zijn uiteindelijk gemaakt, maar voor

het zover was, zijn de prototypes hier doorgemeten (foto. 2, volgende bladzijde).

Op deze draagstructuur willen we vervolgens 25 sensoren plaatsen. Deze zijn niet alleen mechanisch kwetsbaar (0.3 mm dik), maar ook elektrisch: kleine statische ontladingen kunnen hem al kapot maken. Verder gezien de vereiste precisie van 30 μm hebben we besloten de manipulaties door een robot te laten doen in plaats door de

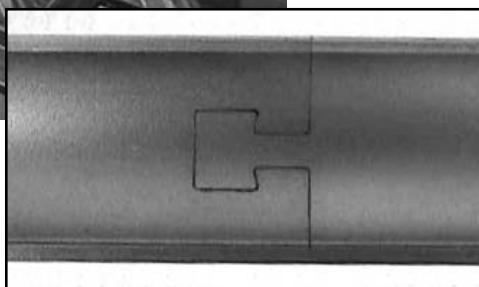




FOTO 2: DIRK VAN DEN BROEK CONTROLEERT EEN RUSSISCH PRODUKT, GEMAAKT IN DE IGF HAL

mens. Voor de precisiebewegingen (verticaal, horizontaal en draaiing om verticale as) is gekozen voor een constructie met elastische scharnieren,

dan heb je geen last van wrijving in lagers die altijd wat ongelijkmatig is. Het ontwerp is gemaakt in samenwerking met het NIKHEF en hier gerealiseerd (foto 3). Overigens is, voor het zover was, een frame

handmatig voorzien van glasplaatjes, als 'proof-of-principle' van de constructie. Deze coproductie van SAP en IGF is te zien in foto 4.

Uitleessysteem

De uitleeselektronica (FEROM, Front End Read Out Module) heeft tot taak de signalen van de 1700 sensoren te digitaliseren en naar

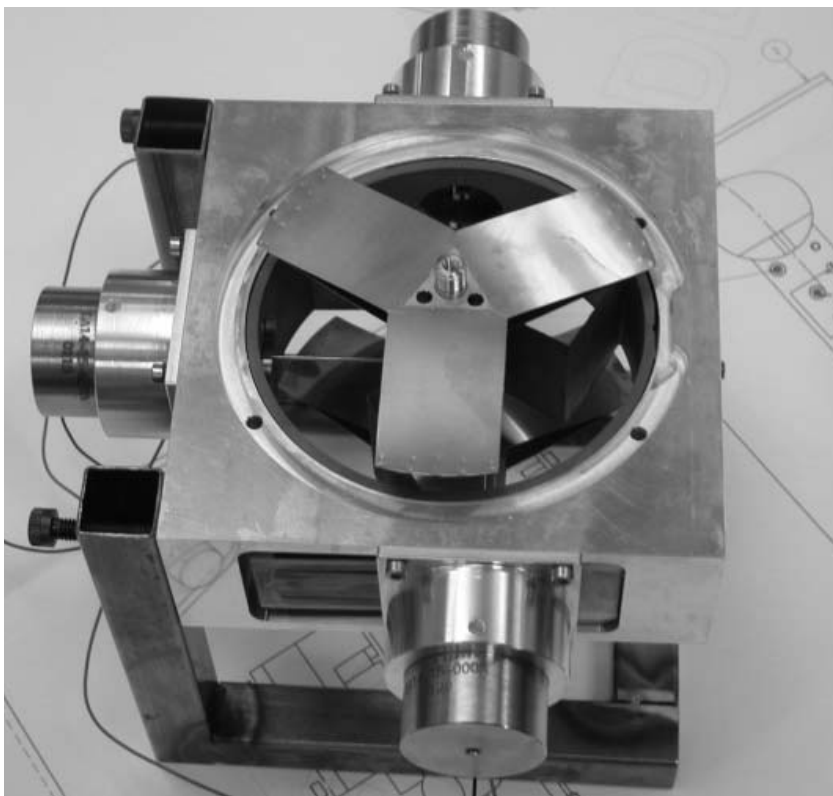


FOTO 3: DE ZGN. FINEPOSITIONING-UNIT VAN DE ALICE ROBOT, BOVENOP DE ELASTISCHE 'SCHARNIEREN' VOOR DE VERTICALE BEWEGING

het centrale data-acquisitiesysteem te sturen. Elke sensor heeft 1536 elektrodes, dit betekent dat in totaal 2.6 miljoen analoge signalen worden uitgelezen. De sensoren zitten op ladderstructuren gemonteerd die hiervoor beschreven zijn. Aan beide ladderuiteinden bevindt zich de Endcap elektronica, die zorgt voor voeding, analoge buffering en digitale besturing van de hybrides op de ladder. Deze wordt geleverd door NIKHEF.

Om het aantal kanalen (bekabeling, pluggen, elektronica, enz.) te beperken worden de 1536 signalen van een sensor seriëel uitgelezen en door 1 flash A/D (analoog naar digitaal) chip gedigitaliseerd. Er is bewust voor gekozen om elke sensor met een apart A/D kanaal uit te lezen, en wel om 2 redenen. Snelheid: alle 1700 sensoren worden tegelijkertijd uitgelezen in 153.6 ms (10 MHz uitleesklok houdt in dat elk van de 1536 samples in 0.1 ms wordt gedigitaliseerd) en modulariteit: door deze zo groot mogelijk te houden wordt de schade als er een kanaal kapot gaat beperkt, slechts 1 sensor werkt niet meer.

Het uitleessysteem bestaat uit 8 VME crates waarin alle 1700 A/D kanalen met bijbehorende besturing zijn ondergebracht. Er zijn 2 typen printkaarten ontworpen, A/D Modules en LINK Modules. In totaal zitten er in het systeem 16 Link Modules en 216 A/D Modules. Op een A/D Module zijn 12 A/D kanalen ondergebracht, in totaal zijn er dus $12 \times 18 \times 8 = 1728$ A/D kanalen.

Op de A/D kaarten zijn naast de 12 A/D chips ook nog programmeerbare logicachips (FPGA's, Field Programmable Logic Arrays) en

geheugenchips ondergebracht om een aantal noodzakelijke functies te realiseren. Zo kan van elk kanaal de offset en de zero suppress waarde worden ingesteld. De individuele kanalen hebben allemaal hun eigen, onderling verschillend, nul-niveau, om dit gelijk te trekken wordt aan elk kanaal ter compensatie een offset waarde toegekend die er bij op wordt geteld.

Bij de uitlezing wil je de mogelijkheid hebben om signalen die onder een bepaalde drempel vallen niet te uit te lezen, dit is de zero suppress waarde. De Link Module verzorgt de communicatie met de "buitenwereld", dwz. met het trigger systeem (ontworpen door een groep uit Birmingham) en met het data acquisitie systeem (ontworpen door een groep van CERN) van het experiment.

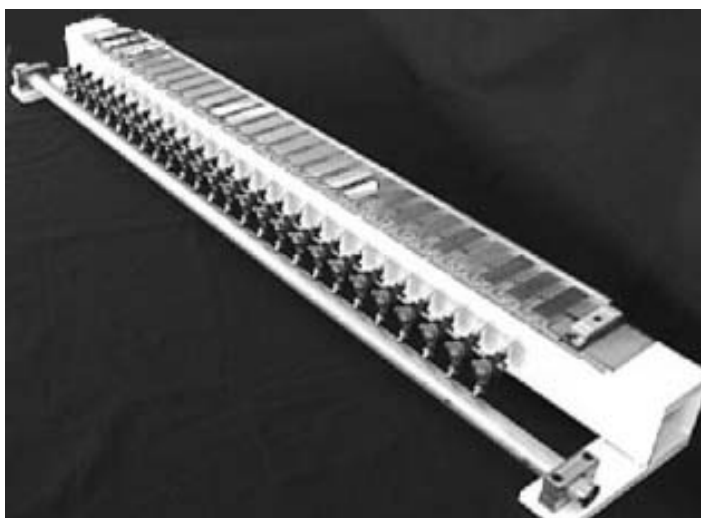


FOTO 4: DE MAL VOOR HANDASSEMBLAGE MET KOOLSTOFFRAME EN GLASPLAATJES

Het trigger systeem levert de start van de uitlezing; er is een fysische gebeurtenis (event) geconstateerd, die door de verschillende sub-detectoren, bij ALICE zijn dit er 14, moet worden uitgelezen. De trigger is bij zo'n groot

experiment een vrij complex gebeuren, een soort meer-traps raket. Er komt eerst zo snel (na ca. 1 ms.) mogelijk een signaal om in elk geval te beginnen met uitlezen dan wel de

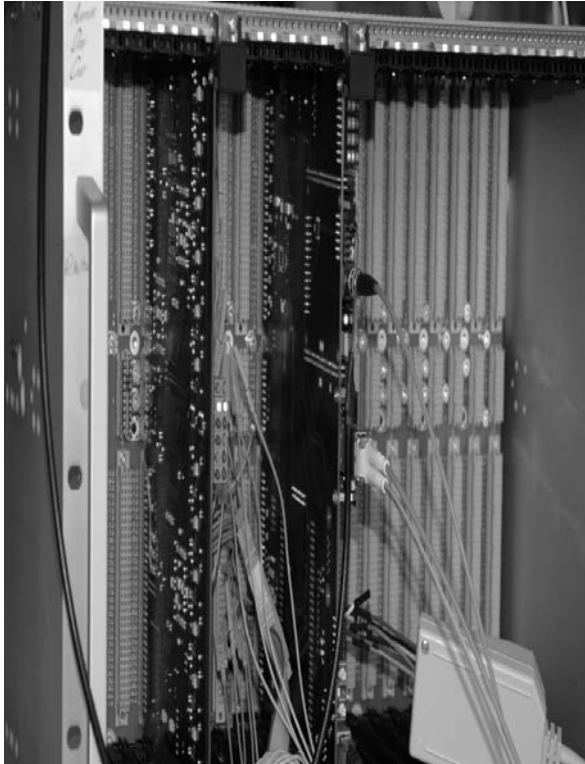


FOTO 5: HET UITLEESSYSTEEM MET TWEE VAN DE 25 KAARTEN. DE LINKERKAART DIGITALISEERT DE GEGEVENS VAN 13 SENSOREN, DE RECHTERKAART BESTUURT ALLES OP COMMANDO'S VAN HET TRIGGERSYSTEEM (DUBBELE ORANJE OPTISCHE FIBER) EN STUURT DE DATA OVER DE OPTISCHE LINK NAAR DE COMPUTER 200 M VERDER

detectoren daarvoor op scherp te zetten, het is dan nog niet zeker of het event echt interessant is. Na enige tijd (ca. 6 ms) volgt dan een tweede signaal waardoor alle detectoren echt opstarten dan wel doorgaan en er is zelfs nog een derde signaal waarbij het event of definitief wordt goedgekeurd of alsnog weggegooid. Bovendien levert het triggersysteem een event adres dat bij de betreffende event data moet gevoegd, zodat later de data-acquisitie de datastromen van de verschillende events en verschillende subdetectoren uit elkaar kan houden.

Het kan voorkomen dat er kort na elkaar 2 interessante events plaats vinden, zo kort na elkaar, dat de afhandeling van het eerste event nog niet klaar is, maar de uitlezing al wel met het digitaliseren van het tweede event zou kunnen beginnen. Hiervoor dienen de geheugens op de A/D kaarten: terwijl het eerste opgeslagen event wordt verstuurd via de Link Module, wordt het volgende event al weer ingelezen en gedigitaliseerd.

De uitlezing van de digitale data naar het centrale data acquisitie systeem gebeurt over een seriële glasfibreverbinding met z'n eigen protocol.

Het FEROM systeem levert ook alle signalen die nodig zijn voor de besturing van de front-end chips en de Endcap elektronica.

Door al deze taken is de FEROM elektronica dan ook een zeer complex ontwerp geworden, dat alleen door intensief en voortdurend overleg met alle betrokkenen kon worden gerealiseerd: met SAP over de algemene opzet en de systeem-eisen, met NIKHEF Amsterdam over de Endcap elektronica, met Straatsburg over de Frontend chips, met Birmingham over de trigger en met CERN over de data-acquisitie.

Op de jaarlijkse CERN Workshop on LHC Electronics is in 2003 door Marcel Rossewij een verhaal gehouden over het FEROM systeem.

Dat zo'n complex ontwerp in zo'n internationale structuur toch wel degelijk een succes kan zijn, is bij de laatste bundeltest vorig jaar op CERN bewezen: het prototype FEROM systeem (foto 5) werkte succesvol met trigger en data-acquisitie systemen samen.

Tekst en foto's: SAP

40 JAAR WERKPLAATS IN DE UITHOF

Graag wil ik aan het verzoek van de redactie van Fylakra voldoen, om in dit jubileumjaar nog even terug te blikken naar de beginperiode.

1 965 was het jaar, dat de Fysica Werkplaats van de Bijlhouwerstraat naar de Uithof verhuisde. De naam en taak van de Werkplaats waren daarbij vaak een punt van discussie en wij wilden zelf graag,



MANNEN VAN HET EERSTE UUR: V.L.N.R. PAULUS NELEMAAT, GEERT DE JONG, B. BOLLEE, MICHEL KONING, BEP SCHIMMEL EN OTTO VERKERK

evenals voorheen, hoogwaardige apparatuur blijven construeren en vervaardigen.

Hoe werden de verhuisplannen gerealiseerd? Op verzoek van het

23 september 1965
23 september 2005

planburo van de Universiteit Utrecht, werd in 1960 onder leiding van M. Trousselot (Hoofd Werkplaats) een begin gemaakt met het verzamelen van gegevens voor het opstellen van een programma van eisen voor een nieuw gebouw voor "Werkplaatsen en Magazijnen" in het Universiteitscentrum ten oosten van de stad Utrecht (zo werd dit destijds omschreven). Het was nog een kaal terrein, waar na een lange tijd van voorbereiding, uiteindelijk in 1965 een moderne werkplaats verrees, het eerste gebouw van het daar geplande Fysicacomplex.

Het was voor de medewerkers een grote overgang, om van een betrekkelijk kleine behuizing naar een gebouw van 60 x 40 m² over te gaan. Het machinepark werd uitgebreid en



UITZICHT OP DE STAD
(ZONDER A27!)

er waren ruimtes beschikbaar voor het toepassen van nieuwe technieken. Helaas kwamen er minder personeelsplaatsen bij dan we hadden gehoopt. De werkplaats kreeg nu ook een centrale taak, zodat we ook rekening moesten houden met



BOVEN: DE STAMPVOLLE WERKPLAATS AAN DE BIJLHOUWERSTRAAT



LINKS: AAN DE RIANTE RUIMTE DIE MEN OP DE UITHOF KREEG MOEST MEN ERG WENNEN

het werkplaatswezen. De genoemde tweede taak werd later overgenomen door J. Nijland, hoofd van de dienst Werkplaatswezen.

de wensen van opdrachtgevers buiten Fysica. Een groeiproces waarin we onze weg nog moesten vinden.

In 1967 nam B. Bollée het roer over van Trusselot en werd hoofd Werkplaats en tevens coördinator van

Helaas overleed Bollée twee jaar na het 10 jarig bestaan van de Werkplaats op 57 jarige leeftijd. Tellen we het uitstapje van H. Lafleur (L.R.O.) niet mee, dan duurde het toch nog geruime tijd, voordat J.

Verkerk de lege plaats definitief innam.

Aan het eind van deze korte terugblik, waarin ik weer even terugging in de tijd, wil ik jullie dan ook van harte feliciteren met dit 40 jarig jubileum van de werkplaats.

Tekst: Geert de Jong
Foto's: collectie IGF



DE WERKPLAATS IN 1965

IGF 40 JAAR IN DE UITHOF

Afgelopen augustus is het 40 jaar geleden (1965) dat het Caroline Bleekergebouw als eerste gebouw in de Uithof in gebruik werd genomen. De mechanische werkplaats van het Fysisch lab. verhuisde uit de kelders van de Bijlhouwerstraat naar een riant gebouw in de Uithof. Er was toen nog geen openbaar vervoer, zodat een deel van de medewerkers door "de baas" (Ir. Trousselot) met de auto van en naar de stad gebracht werden. Bij de mechanische werkplaats hoorden destijds ook een grote glasinstrumentmakerij en een galvanofdeling. De elektronische werkplaats werd destijds in het BuysBallot lab. gehuisvest en het heeft tot 1994 geduurd voordat de mechanische en elektronische



BOVEN ZIE JE DE WERKPLAATS IN AANBOUW. OP DE FOTO DAARONDER GEEFT DHR TROUSSELOT AAN WAAR DE WERKPLAATS MOET KOMEN



DE VERHUIZING VAN BIJLHOUWERSTRAAT NAAR DE UITHOF WAS EEN FLINKE KLUS

groep tot één organisatie werden geïntegreerd.

Werkplaatsen

Instrumentenbouw werd in Utrecht altijd als een van de succesfactoren gezien bij het experimentele onderzoek. En daarom was men bereid flink te investeren in goed opgeleide technici en een goed uitgeruste mechanische en elektronische werkplaats.

In de begintijd in de Uithof was instrumentenbouw nog veel handwerk. De constructeurs stonden achter een groot tekenbord en de frees- en draaimachines werden met de hand bediend. Al vroeg (ca1970) deed de eerste computergestuurde freesmachine zijn intrede. Deze werd

met een ponsband gestuurd, die bij het ACCU (toenmalig rekencentrum UU) werd aangemaakt. Er was toen reeds software te koop waarmee de freesbaan voor het frezen van complexe producten kon worden berekend. In 1975 kwam een echte grote freesmachine - Rambaudi - waarmee veel onderdelen zijn gemaakt voor telescopen en vacuümsystemen, optische tafels en bundellijnen voor versnellers. Deze machine wordt nog steeds gebruikt, omdat we de ponsbandlezer door een moderne computerbesturing hebben vervangen.

Geleidelijk aan deed de computer zijn intrede en dat betekende een grote verandering voor alle medewerkers. De mogelijkheden namen enorm toe doordat van alles berekend kon worden. Het ontwerpen met de PC deed zijn intrede en in 1995



ER WERD NIET ALLEEN VOOR DE FYSICA GEWERKT. DIT IS BIJVOORBEELD EEN MEETAPPARAAT OM DE SCHILDEN VAN SCHILDPADDEN TE METEN!



RECHTS ZIE JE DE GLASBLAZERIJ ZOALS HIJ WAS IN 1965.

HIERBOVEN IS EEN GLASBLAZER BEZIG MET EEN WERKSTUK. GEZIEN ZIJN OUTFIT WAS HET WAARSCHIJNLIJK EEN GEPOSEERDE FOTO

verdween het laatste tekenbord op de ontwerpafdeling. In de instrumentmakerij kwamen computer-gestuurde draai- en freesmachines en nieuwe technologieën zoals het draadvonken



("snijden" van staal met een dunne draad), dat zonder baanbesturing onmogelijk zou zijn.

Ook de elektronische werkplaats (Signaalverwerking) maakte grote veranderingen door. Al snel werd een fotoplotter, een etsmachine en een printboormachine aangeschaft voor het maken van printplaten. De data-acquisitiekaarten in de Apple's waren een succesnummer. De ontwerpsoftware verbeterde in snel tempo en de componenten werden geïntegreerd en geminiaturiseerd. Momenteel zijn er componenten (FPGA's) waarin complete elektronische schakelingen kunnen worden geprogrammeerd, zodat het maken van printontwerpen gaandeweg vervangen wordt door het programmeren van schakelingen.

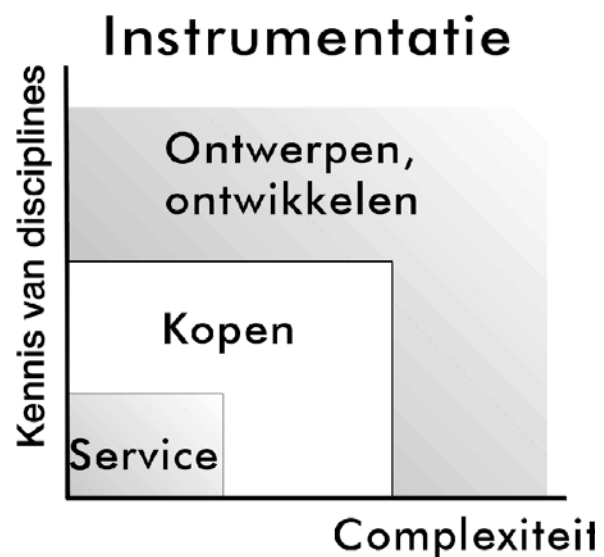
Momenteel beschikt elke ontwerper over zijn eigen computer voor het maken van zijn ontwerp.

Magazijn

Voor het bouwen van elektronische schakelingen was een diversiteit aan onderdelen nodig en uit die behoefte ontstond het Elektronisch Magazijn. Door uitbreiding van het assortiment met computer supplies en kantoorartikelen groeide het magazijn naar zijn huidige omvang. In 1994 kwam het magazijn naar het IGFgebouw, als gevolg van de fusie tussen de Mechanische en Elektronische werkplaatsen. Intussen groeide het verzorgingsgebied van het magazijn tot buiten de Noord-Westhoek. Niet lang daarna werden repro en magazijn samengevoegd om de continuïteit van de dienstverlening te verbeteren. Iedereen in de universiteit die snel iets nodig heeft weet magazijn en repro te vinden, vanwege hun vlotte service.

Apparatuurontwikkeling

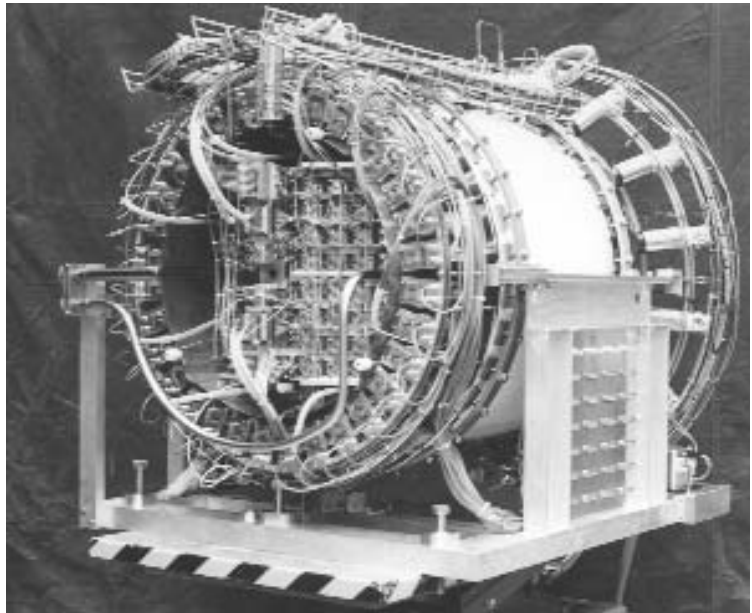
IGF ontwikkelt unieke apparatuur voor wetenschappelijk onderzoek dat reikt van sterrenkunde tot subatomaire fysica. Geslaagde ontwikkelingen worden vaak snel door de industrie overgenomen, zodat je bepaalde apparatuur na verloop van tijd ook kunt kopen. Het gebied kopen in bijgaande figuur dijt dus naar boven en opzij uit.



Voor de medewerkers van IGF is het dus zaak om deze ontwikkeling voor te blijven, zodat ze steeds weer unieke apparatuur maken, die onze wetenschappers een voorsprong kunnen bezorgen. Vaak kunnen delen van apparatuur gekocht worden, maar juist die specifieke toevoeging door de IGF maakt dat er een nieuw instrument ontstaat, waarmee onze onderzoekers grenzen kunnen verleggen.

Voor het vinden van nieuwe oplossingen is kennis nodig van moderne ontwikkelingen. Daarnaast neemt de complexiteit toe, door dat de onderzoeker steeds meer grootheden tegelijk wil meten, zodat hij processen in hun onderlinge samenhang kan bestuderen. Met hun ontwerpprogrammatuur kunnen IGF-

TRIGGERDETECTOR ,
ONTWORPEN DOOR DE IGF.
DEZE DETECTOR WERD
GEBRUIKT IN BIJVOORBEELD HET
HUIJGENSVAT EN NOG STEEDS
ALS DETECTOR BIJ CERN



medewerkers steeds complexere problemen de baas. Maar ze zullen ook continu hun kennis moeten verbeteren om aan de voortschrijdende verwachtingen te kunnen voldoen.

Van dienstverlening naar samenwerking

Ook treed er een geleidelijke verandering van de taakverdeling op tussen IGF en de wetenschapper. Van uitvoerder op aanvraag groeit de dienstverlening van IGF steeds meer uit naar een samenwerkingsmodel, waarbij IGF het technische deel voor zijn rekening neemt. Door een continue samspraak worden de technische mogelijkheden, de effectiviteit van de oplossing en de daarvoor benodigde inspanning steeds beter met elkaar in balans gebracht. Met als resultaat dat in relatief korte tijd complexe apparatuur gebouwd kan worden, die dicht bij de grens van het mogelijke zit.

In het streven naar het verkorten van doorlooptijd blijken besturing en procesregeling vaak bottlenecks te zijn die veel tijd kosten. IGF is dan ook op zoek naar één type besturing waarmee alle processen zouden kunnen worden

bestuurd. Het lijkt er op dat we een krachtige niet al te dure oplossing gevonden hebben door het gebruik van een DSP (Digitale Signaal Processor), die met speciale ontwikkelgereedschappen snel en eenvoudig te programmeren is. Uitbreidingen zijn dan ook makkelijk te realiseren en door ervaring op te bouwen zullen we ook steeds complexere taken aankunnen. Dit systeem is door een TU-student bij IGF tot ontwikkeling gebracht en inmiddels worden de eerste ontwerpers opgeleid.

Voor kleine apparatuuraanpassingen en reparaties heeft IGF een vlot werkend systeem. Juist het snel verhelpen van een storing of het snel aanpassen van apparatuur heeft een positieve invloed op de voortgang van een onderzoek. We weten dat dit erg op prijs wordt gesteld en doen dan ook ons best ook de kleine opdrachtjes vlot uit te voeren.

We gaan er dan ook vanuit dat IGF nog lange tijd een onmisbare rol kan spelen voor onze onderzoekers bij de ontwikkeling van hun apparatuur.

Tekst: Jaap Verkerk
Foto's: collectie IGF



Jaap Verkerk Hoofd IGF
CB 111



Luc van Dam Hoofd BB
CB 105



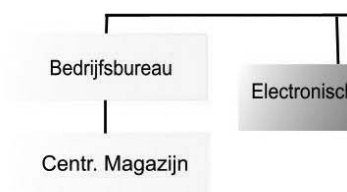
Saskia Lelivelt Hoofd CM
CB 003



Dante Killian Hoofd EG
CB 110

Instrument

Organogram



Frans Choufoer
CB 003



Geertje Speelman
CB 107



Annemieke Kop
CB 003



Jan Bultjes
CB 112



Keimpe Reitsma
CB 114



Jody Wisman
CB 114



Ad van Gameren
CB 107



Frans Willems
CB 003



Jos Haverkamp
CB 114



Theo Beijaard
CB 116



Christian Straman
CB 116



Marcel Rossewij
CB 116

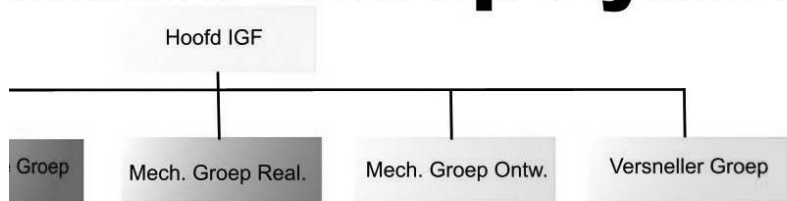


Ilja Nagtegaal
CB 118

Met een beetje knip- en plakwerk is dit

FOTO'S EN LAYOUT AD VAN GAMEREN

entele Groep Fysica



Jos van Gemert Hoofd MGO
CB 115



Wim Arnold Bik Hoofd VG
RvdG 109



Mari Hanegraaf Hoofd SG
CB 005



Gert de Jong
CB Wpl



Gerard van Voorst
CB Wpl



Piet Hoogendoorn
CB Wpl Sterrenkunde



Ruud Heij
CB 117



Gerard van Gelder
RvdG 003



John Jansen
CB Wpl



Manfred van den Berg
CB Wpl



Eric-Jan de Jong
CB Wpl



Jelle Bos
CB Wpl



Joost Brand
CB 117



Ruud van Stappershoef
RvdG 001



Dick Stoker
CB Wpl



Helge Veltman
CB Wpl



Leo van Oostveen
CB Wpl



Aswin Jägers
CB 117



Peter Horsman
CB 117



Philip van Vliet
RvdG 003

een prachtige poster voor boven uw bed

FOTO'S EN LAYOUT AD VAN GAMEREN

MICROSCOPIE EN DE INSTRUMENTELE GROEP FYSICA

Toen ik in 1987 bij Moleculaire Biofysica als UD begon was een van mijn eerste projecten de ontwikkeling van een speciale scannende microscoop die een elektronen opslagring, de Daresbury synchrotron stralingsbron in Engeland, als lichtbron zou gebruiken. In scannende microscopie wordt met een gefocusseerde lichtbundel het monster afgescand. Het licht dat van het monster gereflecteerd wordt, of door het monster gegenereerde fluorescentie wordt gedetecteerd met een gevoelige detector. Door de speciale optische geometrie van de microscopie, in het bijzonder het gebruik van een 'pin hole' als ruimtelijk filter, kunnen met dit soort microscopen hoge resolutie 3-D beelden opgenomen worden.

Het was al snel duidelijk dat deze microscoop niet-standaard was en aan buitengewone eisen moest voldoen zodat het grootste deel van de opstelling zelf ontwikkeld zou moeten worden. Dit was voor de microscopietak van het onderzoek in de Moleculaire Biofysica groep de eerste stap in een reeks bijzondere ontwikkelingen in de microscopie en een buitengewoon prettige en vruchtbare samenwerking met de Instrumentele Groep Fysica. Het in technische zin uitdagende van scannende microscopen is de hoge nauwkeurigheid waarmee gewerkt moet worden om een buigingsbegrensde resolutie te realiseren. De combinatie van UV licht uit het synchrotron en confocale microscopie geeft in theorie een

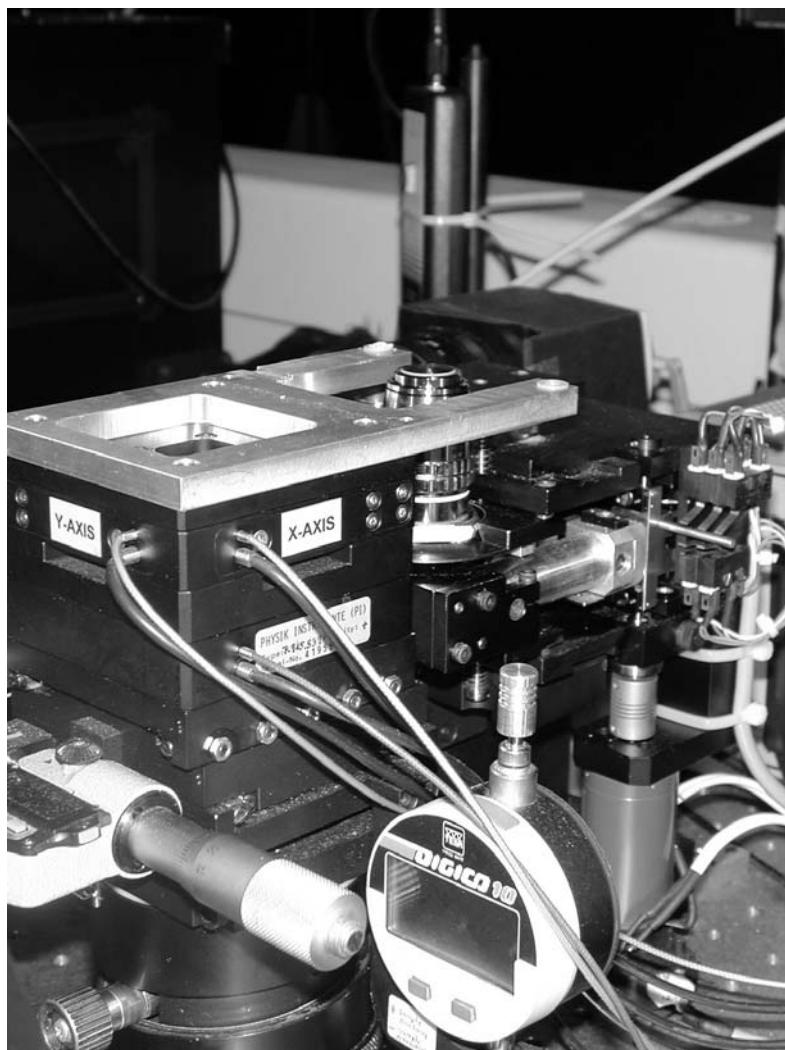
ruimtelijke resolutie van <100 nm (lateraal). Optisch gezien was de uitdaging om zonder resolutie verlies voldoende licht op het monster te krijgen. Mechanisch gezien was de uitdaging om de vereiste stabiliteit en positioneringnauwkeurigheid te realiseren. Problemen die hierbij een rol spelen zijn onder andere door spiegelscanners opgewekte vibraties, maar ook drift door thermische effecten. De samen met de IGF ontwikkelde confocale synchrotron microscoop bleek alle verwachtingen te overtreffen. Resolutietests bij een golflengte van 250 nm lieten details zien van c.a. 90 nm. Ondertussen is de microscoop voor vele experimenten gebruikt waaronder fluorescentie spectroscopie experimenten aan kleine, met de microscoop geselecteerde, volumes.

Al snel ontstond de behoefte om ook in Utrecht een confocale microscoop neer te zetten maar nu met een UV laser als lichtbron om onafhankelijk van de synchrotron straling faciliteit experimenten te kunnen uitvoeren. In de praktijk bleek de confocale synchrotron microscoop beperkt te worden door de lage transmissie van de lenzen en lage reflectiviteit van spiegels in het UV. Met elke reflectie aan een (scan)spiegel bijvoorbeeld verlies je ongeveer 30-40% van het licht. Scannen met 2 spiegelscanners en detectie van het gereflecteerde UV signaal zou dan een reflectieverlies door de spiegels van 76-87% opleveren! Vanwege deze hoge verliezen heeft het IGF voor ons een

speciale spiegelscanner ontwikkeld die beide scanrichtingen combineert in één spiegel. Om dit te realiseren wordt gebruik gemaakt van een standaard (galvanometrische) spiegelscanner gemonteerd op een beweegbare arm. De vereiste hoge nauwkeurigheid wordt hierbij gerealiseerd door gebruik te maken van een speciale kruisveerlagering voor de arm in combinatie met een DC-motor met een optische encoder. Deze ontwikkeling resulteerde in een scansysteem dat stabiel en efficiënter was dan ons eerste systeem in Daresbury.

Ondertussen zijn we meer dan tien jaar verder en wordt de scankop gebruikt in diverse microscopen waaronder onze twee-foton excitatie microscoop. In deze microscoop wordt gebruik gemaakt van ultra-korte laserpulsen om niet-lineaire optische effecten in het monster te genereren. Bovenstaand figuur laat een afbeelding zien van de scankop met daarnaast een door de IGF samengebouwde piezo gestuurde monstertafel.

Ook in elektronisch opzicht heeft de IGF belangrijke bijdragen aan ons onderzoek geleverd. Het meest in het oog springende voorbeeld is de ontwikkeling van ultrasnelle detectie-elektronica voor scannende microscopen. Begin jaren negentig van



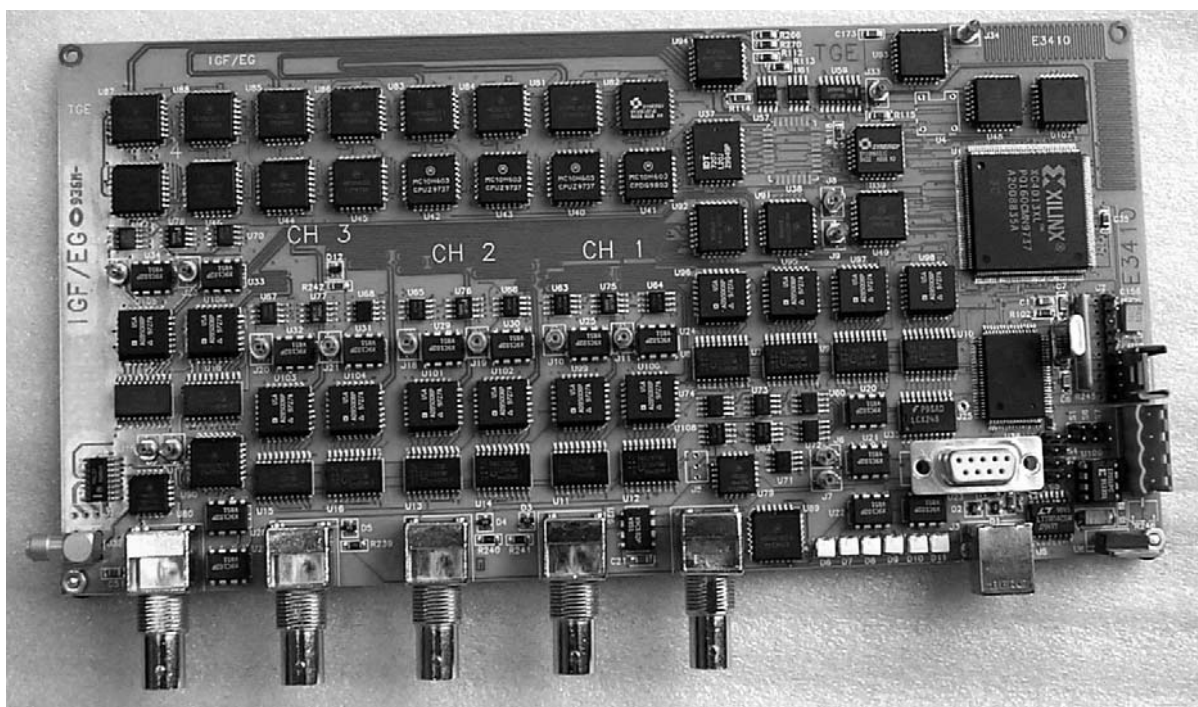
DE SCANKOP MET DAARNAAST DE DOOR DE IGF SAMENGEBOUWDE PIEZO GESTUURDE MONSTERTAFEL

de vorige eeuw begonnen we aan een door de STW gefinancierd project dat als doel had een totaal nieuwe microscopische contrastvorm te ontwikkelen, Fluorescentie Levensduur Contrast. De essentie van deze contrastvorm is dat fluorescerende moleculen geëxciteerd worden met een korte lichtpuls waarna de uitdoofsnelheid van de fluorescentie bepaald wordt en als contrastvorm dient in een microscoop.

De uitdoofsnelheid is gevoelig voor de lokale omgeving van het fluorescente molecuul zodat in principe informatie over deze omgeving verkregen kan worden door de uitdoofsnelheid te meten. De uitdoofsnelheid is van de orde van een

paar nanoseconden zodat zeer snelle detectie-elektronica vereist is om deze te meten. Aanvankelijk hebben we het principe van de methode getest met een combinatie van snelle, commercieel verkrijgbare, elektronica modules en bij de IGF gebouwde snelle counters. Het resultaat was een wirwar van draden en losse modules, moeizaam te kalibreren en onhandig in het gebruik. Maar de eerste resultaten van de proeven waren veelbelovend en lieten duidelijk de potentie van de nieuwe methode zien. Ook was het duidelijk dat ontwikkeling van nieuwe detectie-elektronica met betere voor levensduurmicroscopie

Gezien het STW karakter van het project hebben we actief gezocht naar bedrijven die geïnteresseerd waren in onze levensduurmicroscopiemethode. Er zijn sinds het failliet gaan van de firma Bleeker helaas geen bedrijven meer in Nederland die lichtmicroscopen ontwikkelen, daarom moesten we ons vooral richten op buitenlandse bedrijven. Uiteindelijk bleek de Europese tak van Nikon (Nikon Europa bv) serieus geïnteresseerd te zijn in onze ontwikkeling. Dit heeft geresulteerd in een contract met Nikon Europa en een commercieel, door de IGF ontwikkelt, product (LIMO, zie figuur).



DE LIMO

geoptimaliseerde eigenschappen noodzakelijk was. Een intensieve samenwerking met de elektronische groep van de IGF resulteerde uiteindelijk in een ontwerp met 8 'gated counters' geïmplementeerd met supersnelle 'ECL' chips. Deze detectie-elektronica is nog steeds up-to-date en wordt tot op de dag van vandaag gebruikt voor levensduurmicroscopie.

Het ontwikkelen van een product als de LIMO dat in (kleine) series geproduceerd wordt is totaal anders dan het produceren van een enkel exemplaar. Zaken als CE keuring, gemak van productie en afregeling, betrouwbaarheid etc. spelen hierbij een grote rol. Uiteindelijk is dit ook voor de IGF een waardevolle leerschool geweest om sneller, efficiënter en volgens CE richtlijnen

producten te kunnen leveren, ook als het om enkele exemplaren gaat voor onderzoek.

Ondertussen heeft levensduur microscopie zich bewezen in het veld en blijkt deze techniek bij uitstek geschikt te zijn voor het bestuderen van interacties tussen biologische moleculen in (levende) cellen. Er zijn wereldwijd tientallen LIMO's door Nikon verkocht en voor ons heeft de levensduurmicroscopie vooral nieuwe projecten, vele publicaties en diverse

samenwerkingen binnen en buiten Utrecht opgeleverd.

Zonder de inspanningen van het IGF was dit succes niet mogelijk geweest. Ik wil de IGF dan ook van harte feliciteren met hun 40 jarig jubileum en hoop dat de volgende 40 jaren net zo succesvol zullen zijn!

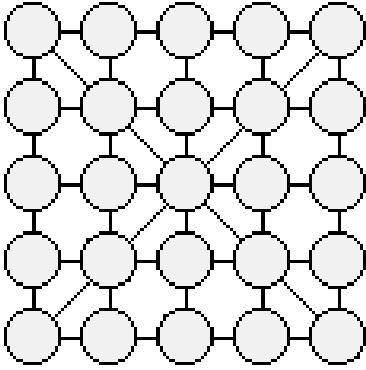
Tekst en foto's

Prof.dr. Hans Gerritsen,
Moleculaire Biofysica

P u z z e l

VIERKANT

De cijfers 1 tot en met 25 moeten in de cirkels van het vierkant hieronder geplaatst worden, zodanig dat de som van de cijfers op elke rij, kolom, en diagonaal 65 is.



Vraag: Hoe moeten de cijfers in het vierkant geplaatst worden?

LAAT DE SHEARCELLEN MAAR SCHUIVEN

OK, we hebben het geprobeerd. Maar we hebben gefaald. Het was natuurlijk nooit eenvoudig om de Instrumentele Groep Fysica specificaties op te leggen die ze niet kunnen halen. Maar dit keer dachten we te kunnen winnen. We speelden onze troef toen we besloten 'shear cellen' te laten bouwen voor het doen van microscopisch onderzoek aan colloïden.

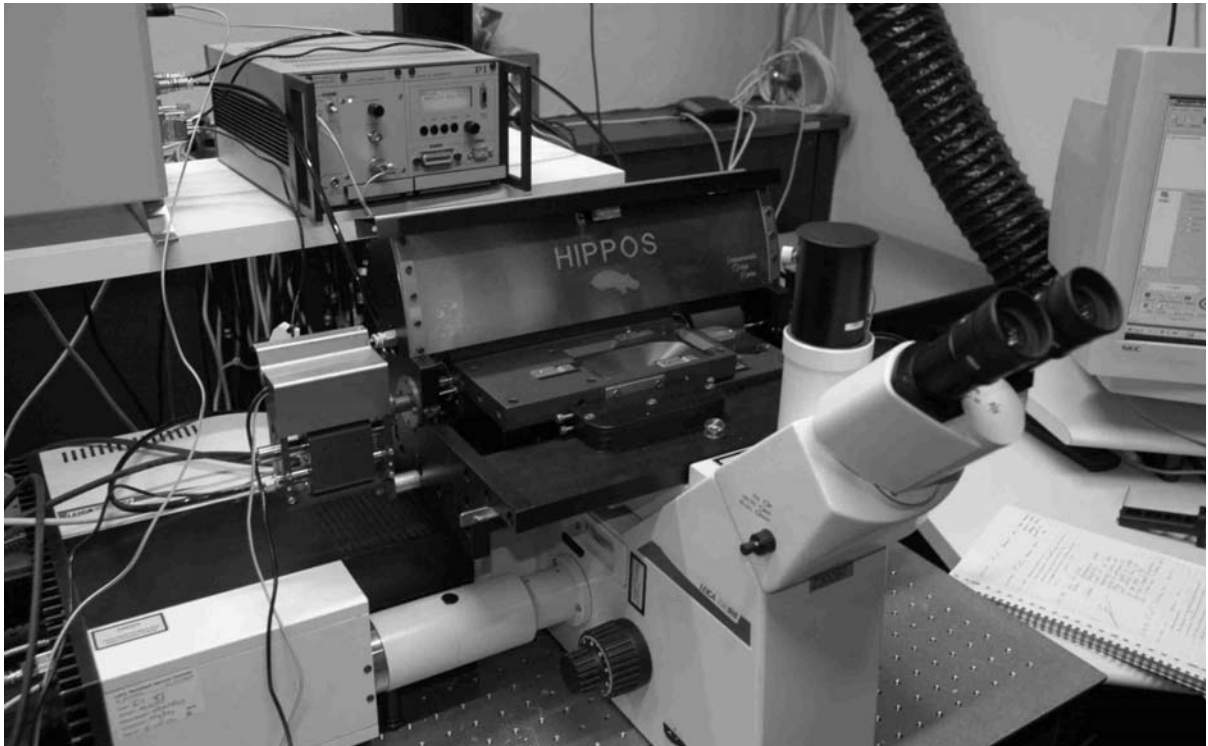
Maar laat ik bij het begin beginnen: in de groep Soft Condensed Matter doen we onderzoek aan colloïdale dispersies. Dit zijn vloeistoffen waarin vele kleine deeltjes van zo'n 1 nano- tot wel 1 micrometer ronddansen. Volgens Einstein dansen ze doordat er steeds vele molekulen tegenaan botsen. Dat is de bekende Brownse beweging. Einstein zag ook in dat de colloïden daarom zelf te beschouwen zijn als (erg grote) molekulen. En dat blijkt te kloppen: de colloïden vertonen gedrag dat we ook van gewone stoffen zoals water gewend zijn, maar dan op een grotere lengteschaal. Ze kunnen bijvoorbeeld kristalliseren: spontaan organiseren de deeltjes zich dan in een mooi kristalrooster. Zo is er nog veel meer.

Veel onderzoek wordt momenteel gedaan aan het gecontroleerd uit evenwicht brengen van een colloïdale dispersie met een extern veld. Je kunt elektrische velden nemen, of gewoon de zwaartekracht. Maar een bijzonder veld is een vlakke schuifstroming ('shear flow'). Hierbij wordt de vloeistof in een stroming gebracht waarin denkbeeldige vloeistoflaagjes over elkaar heen schuiven. Behalve dat zo'n stroming in de praktijk erg veel voorkomt treden er interessante fysische verschijnselen op. In polymeersmelten en in

geconcentreerde zeepoplossingen, bijvoorbeeld, verschuift het kritieke punt van bepaalde faseovergangen, waarbij de meer geordende fase stabiel wordt. Colloïden kristalliseren ook makkelijker bij een lage schuifsnelheid. Zelf hebben we ontdekt dat bij verder toenemende snelheid de fluctuaties van de deeltjes geleidelijk toenemen totdat het kristal weer smelt.

Zo'n schuifstroming leg je dus op met een 'shear cell'. ('Schuifscel' is geen gangbaar begrip.) In het eenvoudigste ontwerp bestaat die uit twee parallelle platen die langs elkaar glijden met de vloeistof ertussen. Dat lijkt niet moeilijk, en dat is het ook niet, totdat je met een sterke microscoop naar de afzonderlijke deeltjes wilt gaan kijken. Met een confocale microscoop kunnen we deeltjes van een micrometer gemakkelijk afzonderlijk zien ronddansen, en (bijvoorbeeld) hun kristal zien vormen. Maar dan moet er niet iemand tegen de tafel hijgen. En nu willen we die deeltjes dus juist opzettelijk aan het stromen zetten.

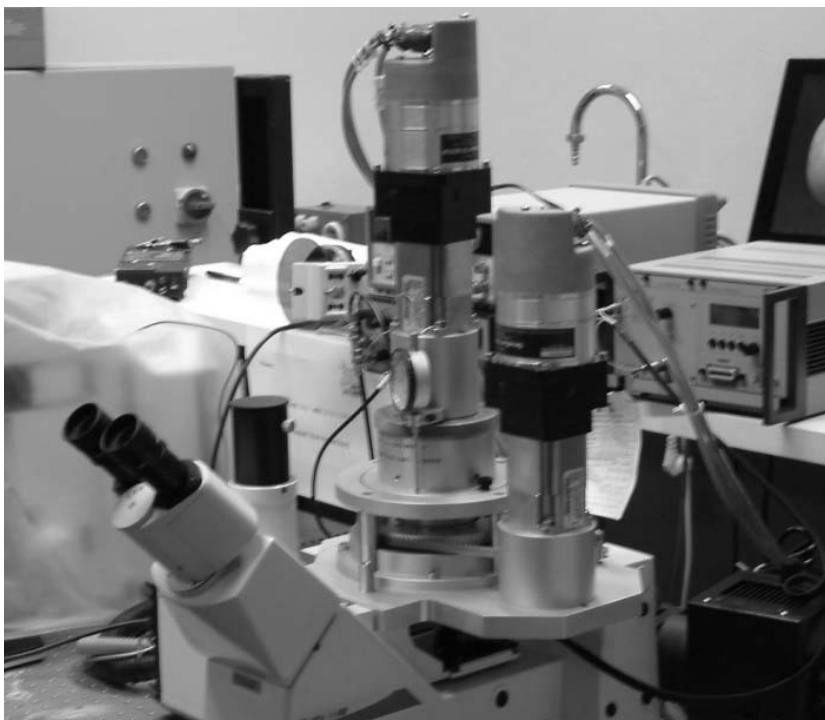
Om te voorkomen dat de deeltjes met een noodgang (zeg 10 micrometer/sec) door je beeld flitsen, zorg je om te beginnen dat de twee platen in tegengestelde richting bewegen. Je focuseert dan op de deeltjes die precies op de hoogte zitten waar de snelheid nul is. Maar dan ga je nadenken over hoe horizontaal de platen dan moeten bewegen, ook nog rekening houdend met de eis dat de vloeistofstroming goed gedefinieerd moet zijn. Dan mogen de platen niet meer dan 100 nanometer uit elkaar wijken over de volledige slag van 1 cm. Dat is



DE PARALLELE-PLAAT SHEAR CELL HIPPOS IN ACTIE OP DE CONFOCALE MICROSCOOP

aanzienlijk horizontaler dan Nederland. In de computerchip-industrie schijnt men een vergelijkbare eis te hebben, maar wij gaan nog een stapje verder. De platen moeten niet alleen horizontaal verplaatst kunnen worden, ze moeten dat ook nog eens in een vloeiende beweging doen, en wel met een snelheid die variabel is over een

bereik van 2 micrometer/sec tot 10 mm/sec. Verder moet de onderste plaat, waar de microscoop met de sterkste objectieven nog doorheen moet kunnen kijken, van glas zijn en niet dikker dan 170 micron: het standaard "no.1" dekglasje. Tenslotte willen we ook de afstand tussen de platen kunnen bijstellen met micrometer precisie.



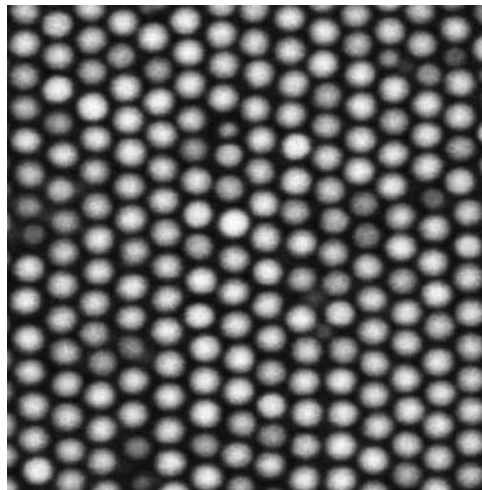
Joost Brand, de ontwerper van dit instrument, kan je dan haarfijn uitleggen aan welke eisen van stijfheid en paralleliteit alle onderdelen dan moeten voldoen. Dus dachten wij dat dit het IGF niet ging lukken. Nu de shear cell op onze microscoop staat (zie de foto) weten we

DE ROTERENDE KEGEL-PLAAT SHEAR CELL

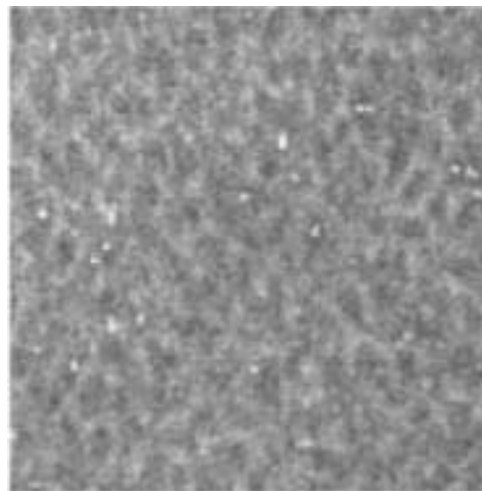
wel beter. De gezamenlijke expertise van het hele IGF is uit de kast gehaald en de contacten met andere organisaties zijn optimaal benut. Het is ongelooflijk, maar de platen wijken over de hele slag niet meer dan 40 nm van het rechte pad af. Dit is dankzij een dubbele luchtgelagerde rechtgeleiding die de constructie de vereiste stijfheid geeft. Ook nu moet er niemand tegen de tafel hijgen, maar dan is het fascinerend om te zien hoe de shear cell de nanometers aftelt tijdens het bewegen van de platen. Volgens de eisen van de moderne tijd hebben we het instrument dus de naam HIPPOS gegeven, voor High-Precision Parallel-plate Oscillating Shear cell.

Een ander type shear cell is de roterende kegel-plaat cel, waarvan ook een foto te zien is. In deze cel draaien een kegelvormig element en een glasplaat boven elkaar rond een gezamenlijke as, en uiteraard weer in tegengestelde richting. Hierdoor wordt ook weer een schuifstroming opgewekt met een laag die stil staat ten opzichte van de microscoop. De eisen die we aan deze cel hebben gesteld zijn wat minder stringent, maar hij heeft als voordeel dat de beweging continu is en niet aan het eind van elke slag hoeft te worden omgekeerd. In het rijtje van semi-aquatische gewervelden moet deze maar CROCS gaan heten: Counter Rotating Cone-plate Shear cell.

Figuur 3 laat een beeld zien van



FIGUUR 3: MICROSCOPISCHE OPNAME VAN COLLOÏDEN IN SCHUIFSTROMING



FIGUUR 4: DICHTHEIDS-FLUCTUATIES IN EEN ONTMENGENDE STAAFJESDISPERSIE IN SCHUIFSTROMING

een mooi opgelijnd laagje bolvormige colloïden in een schuifstroming. Hierbij moet je je realiseren dat een volgend laagje bolletjes erboven langsglijdt met een snelheid van enkele micrometers per seconde, terwijl een laagje verder omlaag juist de andere kant op beweegt. De deeltjes in het plaatje staan echter vrijwel stil. Wel kunnen we zien dat de deeltjes een klein beetje zigzaggen bij het over elkaar heen glijden, om zo plaats te maken voor elkaar.

Om de invloed van een schuifstroming op het ontmengen van een dispersie van staafvormige deeltjes te onderzoeken zijn onderzoekers uit het duitse Forschungszentrum Jülich naar ons lab gekomen. De staafjes zijn te dun om te kunnen zien, maar de optredende

dichtheidsfluctuaties zijn goed meetbaar, zoals te zien is in figuur 4.

Dankzij deze knappe prestaties van het IGF kan onze onderzoeksgroep weer vele jaren vooruit met shear cellen die in de wereld hun gelijke niet hebben. Ondertussen bestaan natuurlijk ook weer nieuwe ideeën voor verdere

verbeteringen, zoals het direkt meten van de schuifkrachten, die optreden tijdens het bewegen van de shear cell. Er blijven dus uitdagingen genoeg over, en we twijfelen er niet aan dat het IGF de specificaties ook dan weer ruim haalt.

Arnout Imhof
Tekst en foto's

OPLOSSING PUZZEL FYLAKRA NR. 3

Stel dat ieder land een afvaardiging stuurt van A deelnemers, waaronder zowel mannen als vrouwen zijn. Dan zijn er:

- A/3 vrouwen in de Duitse afvaardiging
- A/4 vrouwen in de Franse afvaardiging
- A/5 vrouwen in de Italiaanse afvaardiging
- A/6 vrouwen in de Spaanse afvaardiging
- A/7 vrouwen in de Portugese afvaardiging

Omdat het om hele getallen moet gaan moet elke deling een geheel getal opleveren. Dus A moet deelbaar zijn door 3, 4, 5, 6 en 7, ofwel door 3, 4, 5 en 7 (immers als A deelbaar is door 3 en 4 is het ook deelbaar door 6).

A moet dus minstens gelijk zijn $3 \times 4 \times 5 \times 7 = 420$.

Een andere mogelijkheid is dat A gelijk is aan $2 \times 420 = 840$. Groter kan A niet zijn omdat dan het totale aantal deelnemers van de 5 afvaardigingen samen aan het congres niet groter is dan 5000.

Het totale aantal vrouwen dat deelneemt is dan dus gelijk aan:

$$A/3 + A/4 + A/5 + A/7 = 459 \text{ of gelijk aan } 2 \times 459 = 918$$

Op deze puzzel zijn 7 juiste oplossingen binnengekomen. De gelukkige winnaar van de fles wijn (door loting) is Roelof Ruules geworden. Hij kan hem komen afhalen bij de eindredacteur.



METEN AAN DE MENS

De 40 jaar van de IGF in De Uithof heb ik lang niet allemaal meegemaakt, maar desondanks hebben we voor ons onderzoek heel vaak gebruik gemaakt van hun diensten. Ons onderzoek bestrijkt een breed spectrum, zo ook de mogelijkheden van de IGF. Een compleet overzicht van wat zij voor ons hebben gemaakt kan ik onmogelijk geven, maar ik zal proberen een representatief beeld te scheppen.

De computergestuurde frees-machine heeft heel wat uurtjes (weken of maanden komt waarschijnlijk meer in de richting) voor ons staan zwoegen. Voor ons tastonderzoek zijn er letterlijk kastenvol met wiskundig nauwkeurig gedefinieerde vormen gemaakt, waarmee we allerlei interessante aspecten van de menselijke waarneming hebben kunnen meten. Een belangrijke vondst was het na-effect: na het voelen van een gekromde vorm, voelt de volgende vorm platter! Ook hebben we heel precies het menselijke onderscheidingsvermogen kunnen vaststellen, nadat we met behulp van de draadvonkmachine vormen met nog kleinere verschillen konden laten maken. Buitenlandse collega's zijn meestal jaloers op onze vormen en zouden ze maar wat graag een tijdje lenen!

Recentelijk hebben we voor ons onderzoek in de ecologische optica een aantal vormen laten maken die er veel spannender uitzien (aanraken mag je deze juist niet). Pronkstuk is een knalrode, glimmende vorm die nog het meest doet denken aan een feestelijke taart, maar die in werkelijkheid een met hoge precisie gemaakt Gaussisch random oppervlak is. Deze vormen worden in onze studio in een speciale opstelling ingeklemd



EEN KAST VOL TASTVORMEN

(ook gemaakt door de IGF) en kunnen zo in allerlei standen en onder allerlei verschillende lichtomstandigheden worden gefotografeerd. We hopen hiermee twee soorten vragen te kunnen beantwoorden: Waarom zien ruwe oppervlakken er op een bepaalde manier uit, en omgekeerd, als we een ruw oppervlak zien, kunnen we dan iets zeggen over de vorm? Naast fundamentele kennis, levert dit onderzoek ook een bijdrage aan allerlei toepassingen. Te denken valt aan computer graphics (computer games!), remote sensing en natuurlijk kennis van het menselijke visuele systeem.

Een andere belangrijke tak van onderzoek is de waarneming van de ruimte om ons heen, zowel met onze ogen als met de tast. Deze metingen voeren we uit met een aantal opstel-

DE FREESMACHINE BIJ IGF VOOR
ONS AAN HET WERK

lingen die uiteraard ook weer door de IGF zijn gemaakt. Veel collega's (ook van de IGF) hebben wel eens ervaren dat wat evenwijdig voelt, dat zeker niet is. Beweegbare staafjes in horizontale of verticale vlakken of zelfs driedimensionale ruimtes maken het mogelijk om te



OPSTELLING DIE VOOR DE VISUELE RUIMTE
WORDT GEBRUIKT

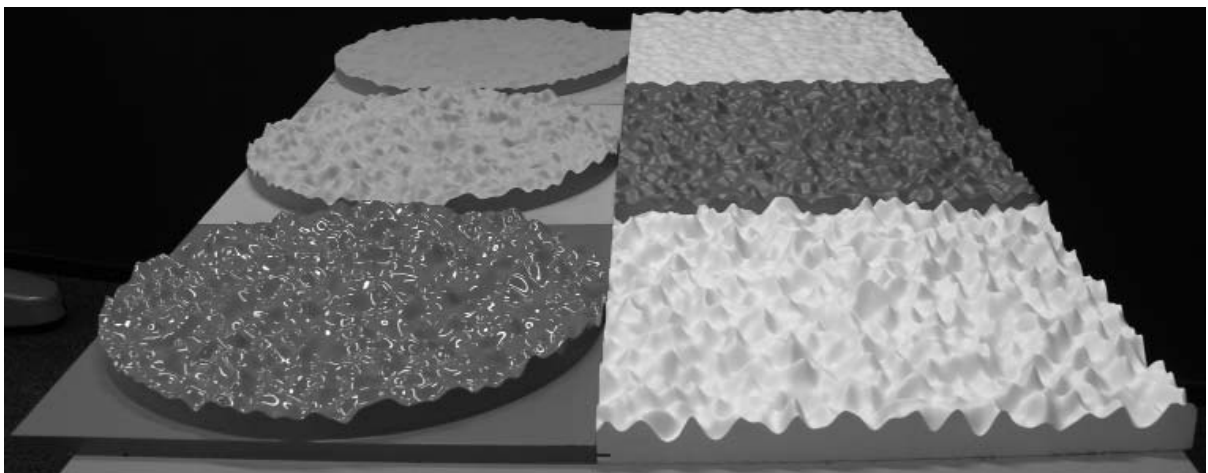
meten hoe onze tastwereld "vervormd" is. Ook onze ogen kunnen we wat dat betreft niet zonder meer vertrouwen. Met op afstand bestuurbare pijlen kunnen we proefpersonen naar ballen laten wijzen (maar ze wijzen er systematisch naast!).

Ik zou zo nog wel een tijdje door kunnen gaan, maar ik denk dat deze bloemlezing in combinatie met de foto's een aardig overzicht geeft van wat de IGF voor onze groep betekent. Op dit moment zijn ze nog met allerlei andere interessante projecten voor ons bezig, dus we zullen ook in de toekomst nog vaak

met elkaar te maken hebben. Van harte gefeliciteerd met dit jubileum!

Tekst en foto's
Astrid Kappers
Fysica van de Mens

VORMEN DIE WORDEN GEBRUIKT VOOR DE
ECOLOGISCHE OPTICA. LINKSVOOR DE KNALRODE
GAUSSISCHE RANDOM VORM



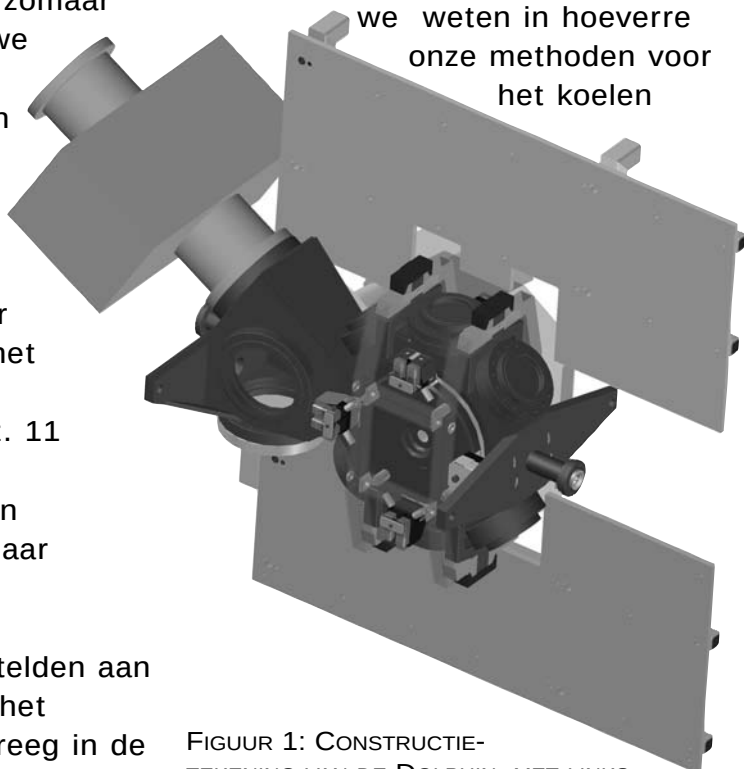
BOSE-EINSTEIN CONDENSATIE IN DE DOLPHIN

Als wetenschapper doe je onderzoek, dat zich op de grens van de mogelijkheden bevindt. Voor een experimentator speelt de techniek daarbij een belangrijke rol om de ontwikkeling van een nieuwe, hoogwaardige experimentele opstelling mogelijk te maken. Een technische ondersteuning op hoog niveau is van essentieel belang om concurrerend te zijn vandaag de dag. Voor grote projecten betekent dit voor ons een beroep op de Instrumentele Groep Fysica (IGF), zoals de werkplaats officieel heet.

Onze onderzoeksvraag kan je op veel niveaus bespreken, maar voor het vervolg van dit verhaal is het voldoende op dit op het meest elementaire niveau te doen; we wilden het koudste plekje van Nederland maken. Maar niet zomaar het koudste plekje, immers we wilden onze atomen zover afkoelen dat ze spontaan een fase-overgang maken van de gasfase naar de Bose-Einstein gecondenseerde fase. Dat deze kritische temperatuur slechts een paar honderd nano-Kelvin boven het absolute nulpunt van de temperatuurschaal ligt, d.w.z. 11 ordes van grootte beneden kamertemperatuur, maakt een dergelijke uitdaging alleen maar interessanter.

Voor de eisen, die wij stelden aan onze opstelling, die al gauw het koosnaampje 'Dolphin' meekreeg in de stukken, kan ik putten uit de dikke projectmap in de kast. Omdat dit misschien voor dit verhaal teveel van het goede is, kan ik u uit de losse pols de volgende eisen meedelen. We wilden, dat de atomen gevangen

konden worden in een extreem goed ultra-hoog vacuüm, omdat elke wisselwerking van de atomen bij dergelijk lage temperaturen met de omgeving catastrofaal is. De eis voor de einddruk ligt echter wel een factor 100 onder de voor ons gebruikelijke drukken. Verder wilden we de atomen opsluiten in een sterk, schakelbaar magneetveld, dat er zorg voor draagt, dat de atomen gedurende lange tijd gevangen kunnen worden gehouden. Tot slot wilden we de atomen van alle kanten kunnen belichten met laserlicht. Enerzijds doet dat dienst als een medium, waarin bewegingsenergie van de atomen gedissipeerd kan worden, en anderzijds als belichting van de atomen in hun 'koelkast', zodat we weten in hoeverre onze methoden voor het koelen



FIGUUR 1: CONSTRUCTIE-TEKENING VAN DE DOLPHIN, MET LINKS DE INGANG VOOR DE FLUX VAN LANGZAME ATOMEN, IN HET MIDDEN DE MAGNETO-OPTISCHE VAL GECOMBINEERD MET DE MAGNEETVAL EN LINKS DE GROTE VACUÛMPOMPEN. ALLE OPTICA VOOR DE OPSTELLING IS GEMONTEERD OP DE OPTISCHE TAFELS, DIE VOOR EEN MAKKELIJKE TOEGANG VERTICAAL GEMONTEERD ZIJN

effectief blijken te zijn. De laatste twee van onze eisen zijn tegenstrijdig, omdat we voor een sterk magneetveld de spoelen zo dicht mogelijk bij het centrum van de opstelling willen plaatsen, terwijl we voor het laserlicht liever helemaal geen spoelen in de buurt hebben. Hoewel het formuleren van de eisen niet altijd een eenvoudige klus is, is het voldoen aan deze eisen technisch gezien vaak een huzarenwerk.



FIGUUR 2: DETAILTEKENING VAN DE HART VAN DE OPSTELLING VAN DE DOLPHIN. VOOR EEN BETERE DOORZICHT IN DE OPSTELLING IS HET BOVENBLAD VAN DE DOLPHIN DOORZICHTIG AFGEBEELD

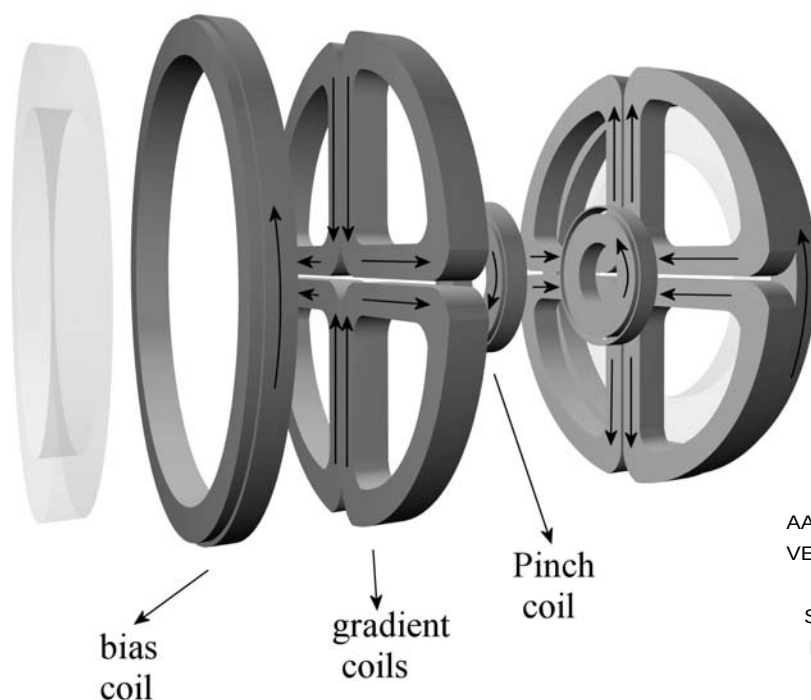
De constructie-tekening van de vacuümkamer is te bewonderen in de eerste figuur. Het overgrote deel van deze constructie was in handen van Joost Brand, hier en daar bijgestaan door de collega's van het constructiebureau. Voor ons als onderzoeker is het belangrijkste gedeelte de magnetisch-optische val/magneetval, die het hart van de opstelling vormt. De tweede figuur toont dit onderdeel in meer detail. Zichtbaar zijn de poorten aan de opstelling, die toegang bieden aan de vele laserbundels in de opstelling. Links de staart van de dolfin, die het mogelijk maakt om het hart van de

opstelling met voldoende pomp-capaciteit te pompen. In de tekening boven op de opstelling (in werkelijkheid bevestigd aan beide zijkanten) bevindt zich een roze doos met daarin de spoelen voor de magnetische val. Het ontwerp van de vacuümkamer is opgestuurd naar een Italiaans bedrijf, dat in korte tijd de benodigde onderdelen produceerde en in elkaar gelast heeft.

Grote problemen ontstonden pas bij het afdichten van de vensters onder de spoelen, waarvoor we een constructie hadden bedacht met metaalringen. Door verkeerde keuze van de metaalringen bezweken de kwartsvensters onder de druk, die we nodig hadden om de metaalringen te vervormen voor een goede vacuüm-afdichting. Hier bewees de werkplaats zijn grote waarde in de persoon van Mari Hanegraaf, die in kleine stapjes met constant overleg met de opdrachtgever het probleem te lijf ging en na veel 'trial-and-error' uiteindelijk het probleem oploste. Daarbij bleek

de juiste combinatie van de metaalringen en het met het van bijna optische kwaliteit polijsten van de vensters door John Jansen nodig voor een optimale afdichting. Na het wegwerken van een klein, maar o zo vervelend lek in een lasnaad, kon de kamer afgepompt worden naar een einddruk, die op dit moment te laag is om met onze drukmeters nauwkeurig te kunnen bepalen.

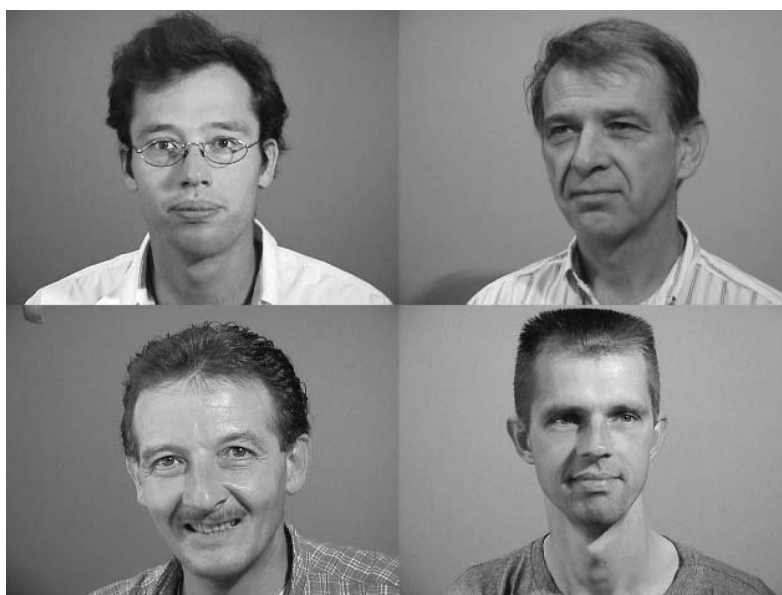
Naast de vacuümkamer was ook de constructie van de magneetspoelen een mechanisch hoogstandje. Voor voldoende 'vangend' vermogen



FIGUUR 3: SCHEMATISCHE TEKENING VAN DE KLAVERBLAD MAGNEETVAL. VOOR DE DUIDELIJKHEID ZIJN DE SPOELEN AAN DE LINKERKANT T.O.V. ELKAAR VERPLAATST. DE PIJLEN GEVEN DE LOOPRICHTING AAN VAN DE STROMEN, DIE IEDER IN DE ORDE LIGGEN VAN EEN PAAR HONDERD AMPÈRE

moeten door de spoelen stromen lopen in de orde van een paar honderd Ampère. Om de spoelen te koelen is gekozen voor hol koperdraad, waarbij door de holtes koelwater gepompt wordt met een druk van 15 bar. Een schets van de klaverbladen, die zorgen voor het beperken van de beweging van de atomen, is te zien in de derde figuur. Het nauwkeurig wikkelen van de diverse lagen van wikkelingen op elkaar, zonder dat de draden onderling sluiting maken, werd ter hand genomen door Manfred van den Berg.

Hoewel het makkelijk is om op papier alle wikkelingen netjes in elkaar te laten overlopen, is de praktijk weerbarstiger, als je vele wikkelingen van koperdraad van 3.5 mm dik tot op de millimeter nauwkeurig moet buigen. Zeker als de hiervoor geplande tijd verre van toereikend is en de wetenschappers nu wel eens het resultaat willen beoordelen. Door met een groot doorzettingsvermogen zich van zijn taak te kwijten, kon Manfred bereiken, dat we uiteindelijk slechts minimale afwijkingen konden vaststellen tussen het gemeten en het door ons gewenste magneetveld.



VIER VAN DE HOOFDROLSPELERS, DIE VANUIT DE WERKPLAATS BETROKKEN WAREN BIJ HET ONTWERP EN CONSTRUCTIE VAN DE DOLPHIN:

JOOST BRAND (ONTWERP)
MARI HANEGRAAF (CONSTRUCTIE)
JOHN JANSEN (VENSTERS)
MANFRED VAN DEN BERG
(MAGNEETSPOELEN)



TEAM VAN
ONDERZOEKERS/TECHNICI, DIE
VANUIT DE GROEP BETROKKEN
WAREN BIJ HET ONDERZOEK.
BOVEN: RICHARD VAN DER
STAM, DRIES VAN OOSTEN,
FRITS DITEWIG, JITSE VAN DER
WEG EN ERIK VAN OOIJEN.
ONDER: PETER VAN DER
STRATEN EN JOHNNY VOGELS

kurken van de
champagne-flessen
knallen.

Sindsdien zijn met
de opstelling vele
duizenden condensaten

Begin 2004 kwamen langzamerhand alle onderdelen van de opstelling binnen en kon de opstelling gekoppeld worden aan de 'oude' bundellijn (al eerder ontworpen in de IGF), die een ruime flux van atomen levert met voldoende lage energie om ingevangen te worden in de magneto-optische val. De nodige tegenslagen werden geïncasseerd. Maar al gauw bleek dat de einddruk van de opstelling zo laag, dat de gevangen atomen een levensduur van gemiddeld 250 seconde in de val hadden. De geschatte druk in de opstelling ligt daarmee onder de 10-11 mbar, waarbij voldaan werd aan onze eerste eis. Vervolgens werden de atomen in de magneto-optische val overgeladen in de magneetval en afgekoeld door het verdampen van de heetste atomen. Uiteindelijk na vele avondsessies van de promovendi en post-doc werd op 11 augustus 2004, 's middags om 3 uur, voor het eerst in onze groep een condensaat geproduceerd en konden we de

geproduceerd en we kunnen nu zeggen, dat we routinematig een condensaat kunnen maken. De opstelling is na kleine aanpassingen robuust gebleken, hetgeen bewijst dat het gekozen ontwerp van hoge kwaliteit is. Daarbij is een nauwe samenspraak tussen de onderzoekers/technici uit de groep en de technici uit de werkplaats vereist. In dit spel kan een ieder zijn eigen expertise inbrengen om zo te komen tot een goed compromis tussen datgene dat wenselijk is en datgene wat mogelijk is. Van dit project hebben we geleerd, hoe we dit proces beter kunnen stroomlijnen en de opgedane ervaring komt goed van pas bij het nieuwe project van Atom Optics in de werkplaats, waar nog hogere eisen worden gesteld aan het ontwerp. Hopelijk zal blijken, dat de uitkomst van dit project met de uitdagende titel 'Atom Laser' net zo succesvol zal blijken te zijn als het Dolphin project.

Peter van der Straten

VOETNOOT: HOEWEL EEN GROOT AANTAL PERSONEN VANUIT DE IGF BETROKKEN IS GEWEEST BIJ DE DOLPHIN EN HUN BIJDRAGE ZEKER OOK OP PRIJS IS GESTELD, ZIJN IN DIT VERHAAL ALLEEN DEGENE GENOEMD, DIE VANUIT ONZE OPTIEK DE BELANGRIJKSTE BIJDRAGE HEBBEN GELEVERD. DIT VERHAAL BESCHRIJFT VERDER ALLEEN DE ONTWIKKELING VAN HET MECHANISCHE GEDEELTE VAN DE DOLPHIN, TERWIJL ER TEGELIJKERTIJD VANUIT DE IGF OOK GEWERKT IS AAN DE BESTURING VAN HET EXPERIMENT.

NIET ALTIJD OP ROLLETJES MAAR WEL UNIEK

Toen ik in september 1999 bij de groep "Devices" van Ruud Schropp werd aangesteld als karakterisatietechnicus kreeg ik van Ruud een lijstje met de titel "Queue van te verrichten werkzaamheden in volgorde van prioriteit". Het lijstje bevatte 12 punten. Punt twee was het ontwikkelen van een nieuwe temperatuur geregelde samplehouder voor de zonn simulator. Verderop in het lijstje stond nog wat over het aanschaffen van een gekalibreerde detector en een betere kalibratieprocedure voor de "zonsimulator". Enige tijd later ontdekte ik dat er ook nog ideeën waren om de meetapparatuur van de zonn simulator uit te breiden met meerdere probes en een multiplexer, zodat er 'automatisch' meerdere metingen gedaan konden worden. Op het eerste gezicht leek het een overzichtelijk wensenlijstje. Ik had toen geen flauw idee dat dit lijstje me minstens vier jaar bezig zou houden.

Gaandeweg kwam ik er achter dat de "Queue" meer een middel- of langetermijn wensenlijst was. De eerste tijd heb ik me namelijk met zaken beziggehouden die een nog hogere prioriteit hadden. Na vier maanden had ik eindelijk eens tijd om me te gaan verdiepen in de zonn simulatorproblematiek. Er bleek ondertussen een duidelijke wens te bestaan om alle verbeteringen ten aanzien van het zonn simulatormeet-systeem in één keer in samenwerking met het IGF te realiseren. Met dat idee ging ik begin 2000 aan de slag. Na een gesprek met Rob Klöpping, toenmalig chef van de ontwerpafdeling, werd besloten om er een formeel IGF project van te maken. Ik heb Rob uitgelegd wat ongeveer de plannen waren. Volgens hem zou in een maand of vijf gerealiseerd moeten kunnen

worden. Een week later heb ik het eerste uitgewerkte projectvoorstel aan hem voorgelegd. Uit dit projectvoorstel heb ik het volgende gekopieerd:

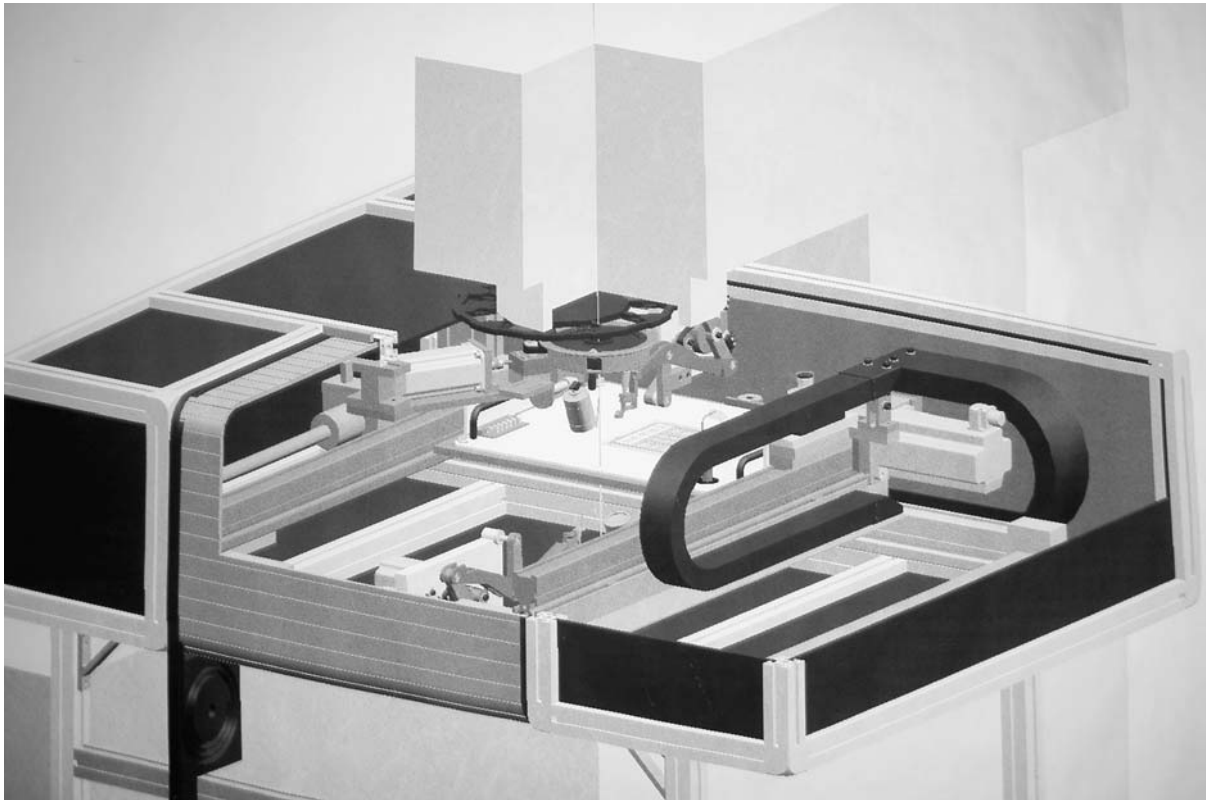
Projectleider: Jan Leideman
(IGF) CB ontw., 4101
Ruurd Lof (GF) OL 020, 2906
Tim Lansink (GF) RvdG 104, 2904

Planningsvoorstel
01-02-2000 Start project
15-03-2000
Voltooing specificatie/offerte
15-06-2000
Voltooing hardware en
software; start testen
01-07-2000 Oplevering

Beschikbare tijd:
350 uur mechanisch
100 uur electronica/software

Op dat moment hadden we nog geen idee wat de werkelijke omvang het project zou worden.

Jan Leideman, altijd verlegen lachend, werd aangewezen als projectleider en Tim Lansink als extra meedenker van onze kant. Op de startdatum van het project hadden we onze eerste bespreking met z'n drieën in een kamertje op de begane grond van het Ornstein Laboratorium. Het project zou uitgevoerd worden in verschillende fasen. In de eerste fase hadden Jan, Tim en ik regelmatig gesprekken gehad over onze wensen. Er werd gediscussieerd over mogelijkheden en onmogelijkheden. Een paar dingen kwamen daarbij snel bovendrijven. Het moest een afgesloten bak worden, met daarin



DE ONTWERPTEKENING IN 3D VAN HET ZONNESIMULATORMEETSISTEEM

een opening voor het licht en een in twee richtingen beweegbare tafel, die ervoor zou zorgen dat de te meten cel onder de opening gemanoeuvreerd zou kunnen worden. De bak moest op rolletjes gezet worden, zodat hij verrijdbaar was. Er moest een shutter in de opening komen om naar buiten licht door te laten. Er werd een probe arm bedacht die mechanisch contact kon maken met de cel die onder de opening was geplaatst. Er kwamen referentiecellen bij, verwarming en ingebouwde checks en veiligheidsmaatregelen. Om in de bak te kunnen kijken tijdens de metingen wilden we camera's hebben. En zo groeide het wensenlijstje gestaag. Gaandeweg werd duidelijk dat het project veel meer inhield dan we oorspronkelijk hadden ingeschat. Twee maanden na de oorspronkelijk geplande opleveringsdatum legde Jan de laatste hand aan het voorbereidende rapport over de probleemdefinitie van het project. De omvang van de

geplande werkzaamheden was intussen met minimaal een factor vijf gegroeid. Maar het was nu goed onderbouwd en tot in detail doordacht, tot aan de CE-certificering toe.

In de volgende fase werden twee trajecten parallel gevolgd. Jan Leideman ging de kast en mechanische onderdelen ontwerpen en de kant-en-klaar verkrijgbare onderdelen bestellen. Jan Builtjes, van de elektronica afdeling, werd het vierde lid van het projectteam. Hij kreeg de opdracht om zich te ontfemen over de software. Het contract van Tim Lansink bij onze vakgroep hield rond deze tijd op, dus gingen we wederom als driemanschap verder. De gesprekken met de beide Jannen spitsten zich meer en meer toe op de details van het computer-programma dat alles moest gaan aansturen. Omdat het een veelzijdig apparaat zou worden en er met een groot aantal omstandigheden rekening



RUURD LOF BIJ HET
GEREALISEERDE
ZONNESIMULATORMEET-
SYSTEEM

flowdiagrammen
aangepast worden
en zo kwam er eind
2001 nog een
vervolgrapport.

Gedurende 2001
waren de tekeningen
van Jan Leideman
uitgegroeid tot een
fraai totaalontwerp.
Uit alles bleek dat
Jan een begaafde
ontwerper was.
Tegelijkertijd waren
er op softwaregebied
minder goede

gehouden moest worden bleek ook de ontwikkeling van de software een grotere uitdaging dan verwacht. Op 20 maart 2001 legde Jan Bultjes de laatste hand aan zijn rapport "Functionaliteit Software Meetsysteem Zonnesimulator". In dit rapport heeft Jan o.a. in fraaie flowdiagrammen duidelijk gemaakt hoe de software zou moeten functioneren. Daarbij heeft hij lange lijsten opgemaakt met meetparameters, opstellingsparameters, omgevingsparameters, afregelparameters etc.. Jan was niet eerder tevreden dan dat alles tot in de puntjes op papier stond. Achteraf ben ik hem daar dankbaar voor geweest, maar soms kon ik hem wel achter het behang plakken. Omdat ik een tijd later opeens bedacht dat ik ook zonder shutter en filterwiel zou moeten kunnen meten, moesten alle

ontwikkelingen. Vanwege het grote aantal zonnecelconfiguraties, dat automatisch gemeten moest kunnen worden, zou de programmatuur gevoed moeten worden door een database waarin alle mogelijke varianten tot in detail zouden worden vastgelegd. Bij het IGF was er niet veel ervaring op dit gebied. In overleg werd besloten dat ik zelf de database zou ontwerpen. Daarmee had ik namelijk al ervaring opgedaan in mijn vorige baan. Om diezelfde reden nam ik ook de ontwikkeling van de gebruikersinterface op mij.

De aansturing van de hardware kwam voor rekening van het IGF. Toen in het voorjaar van 2002 Olf Jalving ermee aan de slag ging, kon niemand bevroeden dat dit zijn laatste opdracht zou zijn. Op 18 april dat jaar overleed

hij plotseling. En met hem ging ook zijn expertise verloren en de vrolijkheid die om hem heen hing. Dit was een hele klap voor het IGF. Er was niemand om hem te vervangen en er was ook niemand die de programmeertaal machtig was, waarin de hardwareaansturing was geschreven.

Na die zomer is de klus opgepakt door Christian Straman. Hij moest echter zo goed als opnieuw beginnen omdat het te veel tijd zou kosten om eerst een nieuwe programmeertaal te leren. Ondertussen waren er aan de lopende band onderdelen gefabriceerd in de werkplaats. De twee Jannen hebben vervolgens de kast in elkaar geschroefd en zich ontfermd over de bedrading van alle probes, switches en alle elektrische en elektronische apparatuur. Ook dit bleek tegen te vallen. Jan Leideman had in zijn ontwerp de hele bedrading vergeten mee te nemen. Er moest vervolgens veel geïmproviseerd worden.

Na een aantal moeilijke maanden lukte het Christian om in november 2002 een werkende versie af te leveren van de hardware aansturingsoftware. Na het testen en het bijschaven was de XY-tafel, zoals ik het apparaat ben gaan noemen, gereed om te verhuizen naar zijn uiteindelijke bestemming in het Robert van de Graaff laboratorium. De verhuizing liep op rolletjes en aangekomen op zijn plek bleek alles perfect te passen rondom de bestaande zonn simulator. Er kon nu echt mee worden gemeten!

Nadat de Jannen begin 2003 de laatste documentatie hadden afgerond, was het project in principe beëindigd, hoewel niet alle

doelstellingen gehaald waren. In februari van dat jaar nam Jan Leideman afscheid van het IGF en is het dossier overgegaan naar ontwerpers Joost Brand en Aswin Jagers. Als toegift is er toen nog een samplehouder ontwikkeld voor temperatuurafhankelijke metingen, waarbij de zonnecellen tot 100 °C opgewarmd kan worden. Hiermee zijn onlangs uitstekende metingen gedaan door één van onze studenten. De automatische probearmen, inclusief de probes, zijn recentelijk nog verbeterd. En waarschijnlijk zullen we in de toekomst nog aanpassingen blijven doen, maar dat hoort ook wel bij een dergelijk project.

Hoewel de bestede tijd ruim boven de planning is uitgekomen, is het project toch afgekomen. Gezamenlijk hebben we een uniek apparaat gecreëerd dat snel, nauwkeurig, en bovenal automatisch, IV-metingen kan verrichten aan uiteenlopende soorten zonnecellen. Voor mij en het IGF is het project ook een leerproject geweest. Behalve het apparaat zelf (letterlijk) liep niet alles op rolletjes, maar er is toch een groot aantal doelstellingen gerealiseerd, vooral dankzij het enorme doorzettingsvermogen en de gedrevenheid van Jan Leideman en Jan Builtjes, maar ook dankzij al die andere IGF'ers die hun steentje hebben bijgedragen aan dit project. De XY-tafel heeft het dagelijkse gebruik van de zonn simulator voor de gebruikers in onze groep behoorlijk vereenvoudigd en versneld. Ook is de betrouwbaarheid van de metingen enorm toegenomen. Hierdoor is er een flinke stap gezet in ons onderzoek. En daar draait het allemaal om.

Ruurd Lof

HENK LANGEDIJK MET DE FPU



HENK LANGEDIJK
Foto Ad van Gameren

wel leuk. Deze dubbelgedachte verklaart wellicht het plezier dat hij had bij de enorme hoeveelheid werk die hij heeft verricht bij de mechanische groep van de IGF. Vrijwel alle computer-gestuurde frees- en draaibanken zijn door hem in de loop van de tijd voorzien van de modernste besturingen. Ook aan andere grote en kleine mechatronische projecten verleende hij assistentie of deed hij in zijn eentje.

Henk was vaak de "eerste-lijn" elektronicus die voor snelle service bij de diverse onderzoeksgroepen kwam. Zo was hij bekend met name bij de versnellers en de opdampinstallaties

voor de zonnecellen. Maar dat is maar een kleine greep.

Buiten het werk trokken de bergen en de vogels. Al eerder in de fylakra heeft Henk verteld van zijn passie voor het vogelen. Als het zo te pas komt, trekt hij de vogels achterna om te genieten van de trek, maar ook om ze te beschermen tegen boeren met grasmaaiers.

Per 1 augustus is Henk Langedijk met de FPU. Ondanks dat Henk pas 61 jaar is, heeft hij er toch al vierenviertigeneenhal dienstjaren opzitten en werkte de laatste jaren bij de elektronische afdeling van de IGF. Een prestatie die hij zelf niet zo groot vindt. Gewoon doorwerken was de leus. Als stagiaire kwam Henk bij de universiteit met de gedachte om instrumentmaker te worden. Maar na enige tijd leek hem elektronicus ook

Henk houdt van informeel en kleinschalig. Het liefst had hij willen vertrekken met stille trom, even zwaaien en weg. Maar dat zou te snel zijn. Op 25 augustus hebben de collega's afscheid van Henk genomen bij Café Jan Primus. Dit paste goed bij Henk, geen groots afscheid, maar een gezellige borrel met collega's die dan ook speciaal voor hem gekomen waren. Op verzoek van Henk waren de toespraken zeer kort en de tijd om te borrelen en praten lang. Het was een waardig afscheid.

Ten slotte zouden we Henk nog jaren verdiende rust kunnen toewensen, maar Henk kennende zal dat er wel niet van komen. We hopen daarom dat Henk en zijn vrouw Anneke samen nog vele jaren achter de vogels aankunnen, desnoods door berg en dal en wensen dat ze daar nog veel geluk en plezier aan zullen beleven.

Dante Killian en collega's
IGF



HET AFSCHIEDSFEESTJE BIJ PRIMUS. EEN GEZELLIGE BORREL MET COLLEGA'S EN OUDCOLLEGA'S
Foto Dante Killian

GERARD FREEMAN (1921-2005)

Wat kunnen sommige van onze alumni toch wonderlijk terecht komen," dacht ik, toen ik kennis nam van het overlijden, op 13 juli jl. te Hilversum, van dr. G.P. Freeman. Een naam, die waarschijnlijk niemand in onze fysieke gemeenschap iets te zeggen heeft. Toch wil ik Gerard Freeman even in herinnering roepen

Hij werd op 30 juli 1921 in Amsterdam geboren, maar het gezin verhuisde al snel naar Eindhoven, waar hij de HBS doorliep. Op het moment dat hij in Utrecht wis- en natuurkunde zou gaan studeren, brak W.O. II uit. Freeman, voorzitter van het Brabantse (katholieke) Studentengilde, kwam in het verzet terecht, waarvoor hij vele jaren later het Verzetsherdenkingskruis kreeg opgespeld.

In 1947 studeerde Freeman af aan onze faculteit en op 12 mei 1952 promoveerde hij bij prof.dr. J.M.W. Milatz op een proefschrift, getiteld Diamond, a crystal counter. Het in het proefschrift beschreven onderzoek betrof een methode om grootheden te bepalen van foto-electrische kristallen, die karakteristiek zijn voor de electronengeleiding; gemeten werden de afzonderlijk door α - en β -deeltjes veroorzaakte stroomstootjes, waartoe het kristal als kristalteller opgenomen in de schakeling, aldus een beschrijving in de samenvatting van de dissertatie. Het onderzoek, dat mede mogelijk werd gemaakt door de Stichting FOM en ZWO



(nu NWO), werd o.a. verricht met assistentie van het diamantbedrijf D. Drukker en Zn.te Amsterdam.

Na zijn promotie vestigde hij zich in Hilversum, waar hij bestuurslid werd van de plaatselijke afdeling van de KVP, de Katholieke Volkspartij. (in 1970

opgegaan in het CDA). In 1958 werd hij lid van de gemeenteraad en het jaar erop voorzitter van de KVP-fractie. Van 1966 tot zijn afscheid uit de raad in 1986 was hij wethouder in Hilversum met een grote variatie aan portefeuilles. De eerste acht jaar van zijn wethouderschap deelde hij bovendien met het lidmaatschap van Provinciale Staten van Noord-Holland.

Gerard Freeman is voor zijn verdiensten in het plaatselijk en landelijke politiek geëerd: behalve de al genoemde onderscheiding voor zijn rol in het verzet, ontving hij de gouden legpenning van de gemeente Hilversum en werd zijn naam bijgeschreven in het Gulden Boek van die stad. Ook werd hij benoemd tot Ridder in de Orde van Oranje-Nassau. Gerard Freeman is op 16 juli in Hilversum ter aarde besteld.

Zo ziet men hoe een alhier gepromoveerde fysicus zich als een schoenmaker van zijn leest afkeerde en zich verdienstelijk maakte in een geheel andere sector van onze maatschappij.

Evert Landré

N.B. De foto komt uit het dagblad De Gooi- en Eemlander van 15 juli 2005

IM

