

# JAARVERSLAG

19

|    |    |           |    |    |    |    |
|----|----|-----------|----|----|----|----|
| 30 | 31 | 32        | 33 | 34 | 35 | 36 |
| 37 | 38 | 39        | 40 | 41 | 42 | 43 |
| 44 | 45 | 46        | 47 | 48 | 49 | 50 |
| 51 | 52 | 53        | 54 | 55 | 56 | 57 |
| 58 | 59 | 60        | 61 | 62 | 63 | 64 |
| 65 | 66 | 67        | 68 | 69 | 70 | 71 |
| 72 | 73 | 74        | 75 | 76 | 77 | 78 |
| 79 | 80 | 81        | 82 | 83 | 84 | 85 |
| 86 | 87 | <b>88</b> | 89 | 90 | 91 | 92 |
| 93 | 94 | 95        | 96 | 97 | 98 | 99 |



Stichting Mathematisch Centrum

# JAAARVERSLAG

88



Stichting Mathematisch Centrum



## VOORWOORD

In het jaar 1988 heeft bij de Stichting Mathematisch Centrum (SMC) een voortgaande bezinning plaatsgehad op enkele belangrijke kwesties die ook in 1987 reeds aan de orde kwamen: het aflopen van het Informatica Stimuleringsplan (INSP) aan het eind van 1988 en de continuering van het met deze stimulering in gang gezette onderzoek, de balans tussen wiskunde- en informatica-onderzoek, en die tussen strategisch en fundamenteel onderzoek. De gedachten hierover binnen de Stichting vonden hun neerslag in de Beleidsnota 1990-1995, die voortbouwt op de in 1987 tot stand gekomen Beleidsnota CWI 1988-1993.

Een en ander werd getoetst aan de internationale opinie: in verband met eventueel te nemen stappen voor de post-INSP periode liet de Nederlandse organisatie voor wetenschappelijk onderzoek NWO in april het CWI evalueren door een internationale commissie. Ondanks de zeer positieve conclusies van deze evaluatie is de INSP-stimulering (gemiddeld 2 Mfl per jaar) echter voornamelijk slechts voor een klein deel omgezet in een structurele financiering door NWO, terwijl het overige deel (niet eens totaal) wordt gedekt door een tijdelijke toewijzing. Zelf stelde het CWI bovengenoemde kwesties in september in nationaal verband aan de orde op de *Workshop Strategisch Onderzoek in Informatica en Wiskunde*. De conclusies die werden getrokken uit deze toetsingen aan zowel de nationale als de internationale opinie, hebben de Stichting gesterkt in de overtuiging dat op de ingeslagen weg moet worden voortgegaan.

De Stichting i.o. Informatica Onderzoek in Nederland (SION) is betrokken bij de ontwikkeling en uitvoering van het beleid van het CWI op het gebied van de informatica via een Vaste Overlegcommissie SMC-SION. In het verslagjaar werd de discussie voortgezet om tot een juiste afstemming te komen tussen beide stichtingen.

Het belang dat de Nederlandse overheid hecht aan het werk op het CWI werd aangetoond door een werkbezoek van minister W.J. Deetman van Onderwijs & Wetenschappen eind oktober. Tijdens dit bezoek werd een samenwerkingsovereenkomst getekend tussen de computerfirma DEC en de SMC op het gebied van apparatuur. Tevens werd een intentieverklaring ondertekend tussen de SMC en de stichting SURF betreffende integratie en uitbreiding van netwerkdiensten.

Een veel gehoord thema binnen de discussies over de nabije toekomst van het CWI is internationalisering. Dit aspect kreeg in 1988 vooral gestalte door de nauwere samenwerking met het Westduitse Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD) en het Franse Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA). In het voorjaar werd afgesproken de reeds bestaande werkcontacten in het onderzoek tot een serie workshops uit te bouwen. Na een voorbereidende bijeenkomst op het CWI in juli werd in november de eerste - buitengewoon succesvolle - workshop georganiseerd, eveneens op het CWI. Andere te ondernemen activiteiten zijn onder meer het opstellen van een beleidsdocument betreffende gemeenschappelijke onderzoeksprojecten en het uitbrengen van een GMD-INRIA-CWI Newsletter.

Verwacht wordt dat deze vorm van internationale samenwerking de basis

voor de verwerving van contractonderzoek zal verbreden. Deze overweging is des te actueler nu niet alleen de INSP-stimulering wegvalt, maar ook valt te vrezen dat CWI-deelname aan de tweede fase van het Europese ESPRIT-programma - dat veel sterker op toepassingen is gericht - aanzienlijk zal teruglopen.

In 1987 constateerde prof. R.B.K. Dewar (Courant Institute New York) in een rapport dat de computerinfrastructuur van het CWI een ernstige achterstand had opgelopen ten opzichte van vergelijkbare buitenlandse onderzoeksinstituten. Hoewel de achterstand in het verslagjaar voor een deel is ingelopen, blijft dit de komende jaren voortdurende aandacht van het CWI vergen.

In september van het verslagjaar werd een reorganisatie van de wetenschappelijke afdelingen doorgevoerd. De vroegere afdelingen Zuivere Wiskunde en Toegepaste Wiskunde zijn samengevoegd tot één afdeling Analyse, Algebra & Meetkunde, en de afdelingen Mathematische Statistiek en Mathematische Besliskunde & Systeemtheorie tot de afdeling Besliskunde, Statistiek & Systeemtheorie. Hierdoor wordt nu ook organisatorisch de nagestreefde balans tussen wiskunde- en informatica-onderzoek op het CWI beter weerspiegeld.

Wat betreft het onder de SMC ressorterende onderzoek in het kader van de Landelijke Projecten kon met voldoening worden geconstateerd dat het totaal aantal aanvragen opnieuw was gestegen. In verband met de beperkte financiële ruimte nam het aantal nieuw te starten projecten echter af.

Bijzondere waardering is hier op zijn plaats voor de grote inzet van velen, binnen en buiten de Stichting, waardoor in 1988, ondanks zorgen over de toekomst, verder is gebouwd aan versterking van de positie van de Stichting en haar instituut, het CWI. In het bijzonder past hier waardering voor de goede samenwerking met NWO, de belangrijkste subsidiegever van de Stichting.

P.J. Zandbergen  
Voorzitter Curatorium

# Inhoud

## DEEL I ALGEMEEN VERSLAG

|  |    |
|--|----|
| <i>Inleiding</i>                                   | 1  |
| Doelstelling van de Stichting Mathematisch Centrum | 1  |
| Organisatie van de Stichting Mathematisch Centrum  | 2  |
| <br>   |    |
| <i>Algemene beschouwing</i>                        | 3  |
| Doelstelling                                       | 3  |
| Beleidsnota SMC 1990-1995                          | 3  |
| Continuïteit                                       | 5  |
| Internationalisering                               | 5  |
| Officiële bezoeken, nieuwe overeenkomsten          | 6  |
| Reorganisatie                                      | 7  |
| Projecten CWI                                      | 7  |
| Publikaties  | 8  |
| Conferenties, cursussen                            | 8  |
| Landelijke projecten                               | 9  |
| Financiën  | 9  |
| <br>   |    |
| <i>Algemeen verslag van de Stichting</i>           | 10 |
| Curatorium   | 10 |
| Directie   | 11 |
| Wetenschapscommissie                               | 12 |
| Financiën  | 13 |
| Personele zaken                                    | 13 |
| Stichting Academisch Rekencentrum Amsterdam (SARA) | 13 |

|  |     |
|--|-----|
| Educatieve werkzaamheden   | 173 |
| Opdrachten   | 175 |
| Deelname aan colloquia, werkgroepen, cursussen e.d. buiten het CWI | 177 |
| Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.                         | 177 |
| Bezoekers  | 179 |
| Voordrachten door medewerkers                                      | 179 |
| Publikaties  | 182 |
| <br>   |     |
| <i>Verslag van de afdeling Programmatuur</i>                       | 186 |
| Overzicht van de onderzoeksprojecten                               | 186 |
| Wetenschappelijk verslag   | 186 |
| Educatieve werkzaamheden   | 196 |
| Samenwerking en consultaties                                       | 200 |
| Deelname aan colloquia, cursussen en werkgroepen buiten het CWI    | 201 |
| Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.                         | 202 |
| Bezoekers  | 205 |
| Voordrachten door medewerkers                                      | 206 |
| Publikaties  | 210 |
| <br>   |     |
| <i>Verslag van de afdeling Algoritmiek en Architectuur</i>         | 215 |
| Overzicht van de onderzoeksprojecten                               | 215 |
| Wetenschappelijk verslag   | 215 |
| Consultatieve en beleidsmatige werkzaamheden                       | 223 |
| Educatieve werkzaamheden   | 225 |
| Deelname aan colloquia, cursussen en werkgroepen buiten het CWI    | 226 |
| Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.                         | 226 |
| Bezoekers  | 230 |
| Voordrachten door medewerkers                                      | 231 |
| Publikaties  | 234 |
| <br>   |     |
| <i>Verslag van de afdeling Interactieve Systemen</i>               | 237 |
| Overzicht van de onderzoeksprojecten                               | 237 |
| Wetenschappelijk verslag   | 237 |
| Educatieve werkzaamheden   | 243 |
| Deelname aan colloquia, cursussen en werkgroepen buiten het CWI    | 244 |
| Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.                         | 245 |
| Bezoekers  | 246 |
| Voordrachten door medewerkers                                      | 246 |
| Publikaties  | 247 |
| <br>   |     |
| <i>Verslag van de Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde</i>           | 250 |
| Overzicht van de lopende projecten                                 | 250 |
| Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden                             | 250 |
| Verslag van de projecten   | 252 |
| Educatieve werkzaamheden   | 256 |
| Wetenschappelijke bijeenkomsten van de WGM                         | 258 |

|   |     |
|---|-----|
| <i>Verslag van de Werkgemeenschap Stochastiek</i>   | 259 |
| Overzicht van de uitgevoerde projecten  | 259 |
| Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden  | 259 |
| Verslag van de projecten  | 260 |
| <br>  |     |
| <i>Verslag van de Werkgemeenschap Mathematische Besliskunde en<br/>Systeemtheorie</i>           | 265 |
| Overzicht van de projecten  | 265 |
| Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden  | 265 |
| Wetenschappelijke activiteiten  | 266 |
| Verslag van de projecten  | 267 |
| <br>  |     |
| <i>Verslag van de Werkgemeenschap Discrete Wiskunde</i>   | 279 |
| Overzicht van de onderzoeksprojecten  | 279 |
| Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden  | 279 |
| Verslag van de projecten  | 280 |
| Publikaties   | 281 |
| Voordrachten  | 281 |
| Educatieve werkzaamheden en externe contacten   | 281 |
| <br>  |     |
| <i>Verslag van de Werkgemeenschap Analyse</i>   | 282 |
| Overzicht van de uitgevoerde projecten  | 282 |
| Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden  | 282 |
| Verslag van de projecten  | 283 |
| <br>  |     |
| <i>Verslag van het Landelijk Samenwerkingsverband Algebra en Meetkunde</i>                      | 296 |
| Overzicht van de projecten  | 296 |
| Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden  | 296 |
| Verslag van de projecten  | 297 |
| <br>  |     |
| <i>Verslag van het Landelijk Samenwerkingsverband Logica en Grondslagen<br/>van de Wiskunde</i> | 304 |
| Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden  | 304 |
| <br>  |     |
| <i>Verslag van het Samenwerkingsverband FOM/SMC Mathematische Fysica</i>                        | 306 |
| Overzicht van de projecten  | 306 |
| Onderzoeksterrein en aandachtsgebieden  | 306 |
| Verslag van de projecten  | 307 |
| Seminaria   | 310 |





**Deel I**  
**Algemeen Verslag**



# Inleiding

## DOELSTELLING VAN DE STICHTING MATHEMATISCH CENTRUM

De Stichting Mathematisch Centrum (SMC) werd op 11 februari 1946 opgericht door prof.dr. J.G. van der Corput, prof.dr. D. van Dantzig, prof.dr. J.F. Koksmas, prof.dr. H.A. Kramers, prof.dr. M.G.J. Minnaert en prof.dr.ir. J.A. Schouten.

De Stichting heeft als doel de bevordering van de systematische beoefening van de zuivere en toegepaste wiskunde in de meest ruime zin.

De Stichting tracht haar doel te bereiken, zoals uit haar statuten blijkt, enerzijds door het bevorderen van de onderlinge samenwerking der Nederlandse wiskundigen, het bevorderen van de samenwerking der Nederlandse wiskundigen met beoefenaren van andere gebieden van wetenschap, techniek en maatschappelijk leven, waarin de wiskunde wordt toegepast, het bevorderen van de samenwerking van Nederlandse wiskundigen met buitenlandse wiskundigen en beoefenaren der aangrenzende gebieden, anderzijds door het uitvoeren van wiskundig onderzoek, het leiden en begeleiden van wetenschappelijk onderzoek van jonge wiskundigen, het uitgeven en ondersteunen van wiskundige publikaties, het organiseren van cursussen, colloquia en voordrachten, het verlenen van consultaties, het uitvoeren van opdrachten, het verlenen van computerfaciliteiten, het in stand houden en uitbreiden van een bibliotheek, het instellen van werkgroepen, enz.

Een belangrijk statutair middel tot verwezenlijking van de doelstelling is het in stand houden van een instituut: het Centrum voor Wiskunde en Informatica (CWI). Bovendien heeft de SMC als NWO-stichting vijf Werkgemeenschappen en drie Samenwerkingsverbanden, waarvan één samen met de Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie (FOM).

## ORGANISATIE VAN DE STICHTING MATHEMATISCH CENTRUM

De Stichting Mathematisch Centrum wordt bestuurd door een Curatorium, waarin de minister van Onderwijs en Wetenschappen is vertegenwoordigd. De dagelijkse leiding van de werkzaamheden van de Stichting en haar instituut berust bij de Directie. Een Wetenschapscommissie dient het Curatorium en de Directie van advies aangaande het algemene wetenschappelijk beleid.

Onder de Stichting ressorteren het Centrum voor Wiskunde en Informatica (CWI) en acht werkgemeenschappen en samenwerkingsverbanden. Het CWI telde tot 1 september 1988 acht wetenschappelijke afdelingen en vijf ondersteunende sectoren. Na 1 september zijn de afdelingen ZW en TW samengevoegd in een nieuwe afdeling genaamd Analyse, Algebra en Meetkunde (AM) en de afdelingen MS en MB zijn samengevoegd in de afdeling Besliskunde, Statistiek en Systeemtheorie (BS).

Hieronder volgt een overzicht van de organisatie van de Stichting zoals deze tot 1 september was.

### *Curatorium*

#### *Directie*

#### *Wetenschapscommissie*

### *Centrum voor Wiskunde en Informatica*

- Wetenschappelijke afdelingen
  - Afdeling Zuivere Wiskunde (ZW)
  - Afdeling Toegepaste Wiskunde (TW)
  - Afdeling Mathematische Statistiek (MS)
  - Afdeling Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie (MB)
  - Afdeling Numerieke Wiskunde (NW)
  - Afdeling Programmatuur (AP)
  - Afdeling Algoritmiek en Architectuur (AA)
  - Afdeling Interactieve Systemen (IS)
- Ondersteunende sectoren
  - Bibliotheek en Informatiedienst
  - Sector Computersystemen en Telematica (CST)
  - Sector Onderzoeksbeheer en -Voorlichting (OBV)
  - Sector Technische Ondersteuning (STO)
  - Sector Sociaal-Economische Zaken (SEZ)

### *Werkgemeenschappen en Samenwerkingsverbanden*

- Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde
- Werkgemeenschap Stochastiek
- Werkgemeenschap Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie
- Werkgemeenschap Discrete Wiskunde
- Werkgemeenschap Analyse
- Landelijk Samenwerkingsverband Algebra en Meetkunde
- Landelijk Samenwerkingsverband Logica en Grondslagen van de Wiskunde
- Samenwerkingsverband FOM/SMC Mathematische Fysica

# Algemene Beschouwing

## DOELSTELLING

De doelstelling van de Stichting Mathematisch Centrum wordt verwezenlijkt, enerzijds door de coördinatie en ondersteuning van landelijk projectonderzoek op het gebied van de wiskunde, onder de naam *Nederlandse Stichting voor de Wiskunde SMC*, anderzijds door de instandhouding van een instituut, het CWI. Voor de uitvoering van de eerste taak houdt de SMC werkgemeenschappen en samenwerkingverbanden in stand.

## BELEIDSNOTA SMC 1990-1995

Nadat in 1987 een beleidsnota CWI 1988-1993 was verschenen, diende ingevolge een wettelijke verplichting voor NWO een nieuwe nota te worden opgesteld. Deze Beleidsnota SMC 1990-1995 betreft zowel de Landelijke Projecten Wiskunde als het CWI. In de nieuwe opzet worden door NWO nieuwe steunvormen geïntroduceerd, zoals persoonsgerichte groepssteun en programmasteun aandachtsgebieden. In de nota wordt door de SMC onder meer de zorgelijke financiële situatie van het wiskunde-onderzoek in Nederland aan de orde gesteld. Het beleid binnen de Landelijke Projecten Wiskunde zal er nog verder op worden gericht om een deel van het onderzoek te structureren in de vorm van grotere projecten, waarbij meer instellingen betrokken zijn. Daarbij wordt met name gedacht aan jonge onderzoeksterreinen. Daarnaast moet er voldoende ruimte overblijven voor individuele veelbelovende onderzoekers met goede originele plannen. Zowel bij de groot- als kleinschalige projecten zal waar mogelijk samenwerking worden gestimuleerd tussen universitaire (groepen van) onderzoekers. De omvang in de tweede geldstroom is te klein, zo blijkt ook in de Herbezinningsnota van NWO. De SMC ondersteunt dit, en bepleit een vergroting van het volume aan wiskunde-onderzoek binnen de Landelijke Projecten.

De in vorig jaar gereedgekomen Beleidsnota CWI 1988-1993 maakt integraal deel uit van de Beleidsnota SMC 1990-1995. De drie wezenlijke aspecten van het beleid zijn: (1) het uitvoeren van excellent onderzoek, (2) kennisoverdracht en kadervorming en (3) het functioneren als internationale ontmoetingsplaats. Het uitvoeren van fundamenteel onderzoek op internationaal niveau is voor het CWI de belangrijkste activiteit, waarbij het samengaan van wiskunde en informatica in één instituut optimaal wordt benut. Behoud van een goede balans tussen enerzijds fundamenteel en anderzijds strategisch- en toepassingsgericht onderzoek vereist een financiering van het CWI, die steeds grotendeels ten laste van NWO zal komen. Daarboven is financiering uit andere bronnen gewenst, waarbij wordt gestreefd naar een aandeel van ongeveer 30% in de totale financiering van het CWI.

Het CWI zal deelnemen in belangrijke ontwikkelingen in de wiskunde. Dat vereist het betreden van nieuwe gebieden en soms ook, mede in verband met de problematiek van de reallocatie bij teruggang van de reguliere middelen, het ombuigen van bestaande lijnen. In het informatica-onderzoek is door deelname in diverse samenwerkingsprojecten het evenwicht tussen fundamenteel onderzoek enerzijds en strategisch en toepassingsgericht onderzoek anderzijds in gevaar gekomen. De nieuwe projecten zijn daarom vooral van fundamentele aard. De gekozen thema's sluiten aan bij de internationale ontwikkelingen en de eigen expertise. Van essentieel belang is, dat de extra bijdrage vanuit het INSP van 2 Mf per jaar - die in 1988 afloopt - vanaf 1989 structureel wordt toegekend.

Een belangrijke voorwaarde voor het uit te voeren beleid is de aanwezigheid van een goede computerinfrastructuur. Daartoe is het Beleidsplan Computervoorzieningen CWI 1988-1993 opgesteld. Hierin wordt de benodigde computerapparatuur aangegeven. Voor de financiering daarvan zal mede een beroep worden gedaan op het Intentioneel Apparatuur Schema (IAS). Door de groei in personeel gedurende de afgelopen jaren is de huisvesting in het huidige gebouw beslist ontoereikend voor een goede taakvervulling. Vanwege de kamernood is een twintigtal personen sinds november 1988 zelfs tijdelijk elders gehuisvest. Uitvoering van het voorgenomen beleid zal leiden tot een nog grotere vraag naar huisvesting. Dit geldt zowel voor eigen personeel als bezoekers, stagiairs en gedetacheerden. Het is daarom van het grootste belang, dat het CWI de mogelijkheid krijgt tot uitbreiding van het huidige gebouw.

Wat betreft de nieuwe steunvormen van NWO zal binnen de Landelijke Projecten een drietal aandachtsgebieden binnen de wiskunde worden aangegeven. In december 1988 is Mathematische Fysica als eerste van de drie vastgesteld. Voor het CWI zijn het thema Parallele en Gespreide Processen en het onderwerp Telematica als aandachtsgebied aangewezen. Voorts zijn in december door de SMC bij NWO twee aanvragen voor persoonsgerichte groepssteun binnen de Landelijke Projecten ingediend.

### CONTINUÏTEIT

Het jaar 1988 werd, wat het CWI betreft, beheerst door dezelfde grote kwesties als in 1987: het aflopen van het Informatica Stimuleringsplan (INSP) aan het eind van het jaar en de continuering van het met deze stimulering in gang gezette onderzoek, de balans tussen wiskunde- en informatica-onderzoek, en die tussen strategisch en fundamenteel onderzoek. Een en ander werd in april getoetst aan de internationale opinie: in verband met eventueel te nemen stappen voor de post-INSP periode liet NWO in april het CWI evalueren door een internationale commissie, bestaande uit A. Bensoussan (INRIA, Parijs), N.G. de Bruijn (TU Eindhoven), J.M. Goethals (Philips MBL, Brussel), A.N. Habermann (Carnegie-Mellon University, Pittsburgh), R. Milner (University of Edinburgh) en R.P. van de Riet (VU Amsterdam, voorzitter). Ondanks de zeer positieve conclusies van deze evaluatie is de INSP-stimulering (2 Mfl per jaar) echter vooralsnog slechts voor een deel omgezet in een structurele financiering door NWO, terwijl het overige deel (niet eens totaal) wordt gedekt door een tijdelijke toewijzing.

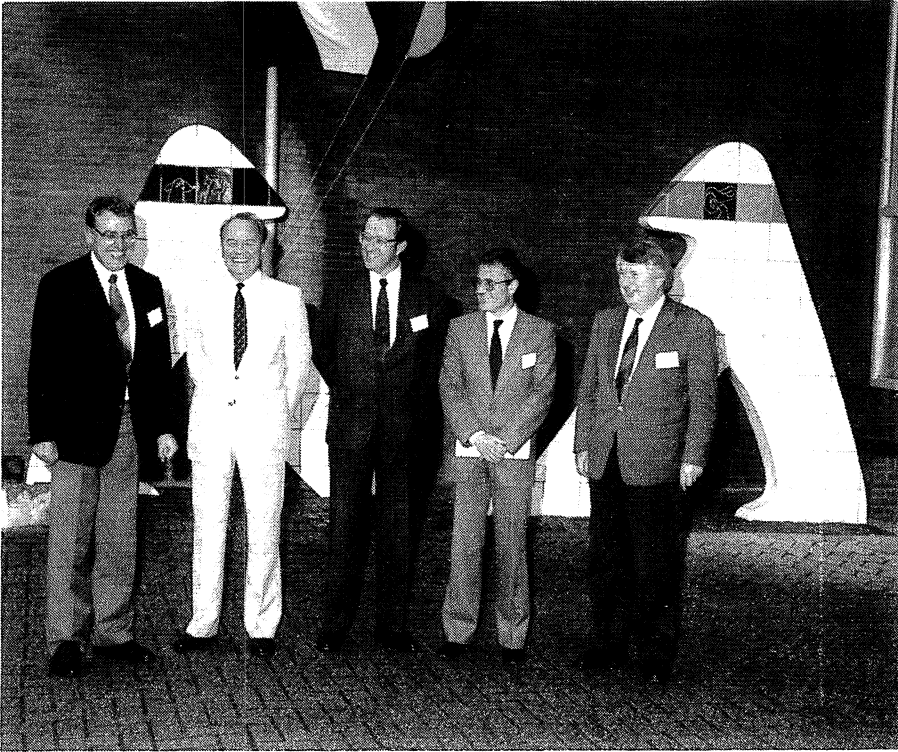
Zelf stelde het CWI bovengenoemde kwesties in september in nationaal verband aan de orde op de *Workshop Strategisch Onderzoek in Informatica en Wiskunde*, waaraan werd deelgenomen door een vijftigtal vertegenwoordigers van de industrie, overheid, grote technische instituten en universiteiten.

De conclusies, die werden getrokken uit deze toetsingen aan zowel de nationale als de internationale opinie, hebben het CWI gesterkt in de overtuiging dat de ingeslagen weg moet worden voortgezet.

### INTERNATIONALISERING

Een veel gehoord thema binnen de discussies over de nabije toekomst van het CWI is internationalisering. Dit aspect kreeg in 1988 vooral gestalte door de nauwere samenwerking met het Westduitse Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (GMD) en het Franse Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA). In maart vond een 'twinning' workshop met INRIA plaats in Frankrijk (Sophia-Antipolis), als onderdeel van een afzonderlijk Frans-Nederlands programma voor wetenschappelijke samenwerking. De directeurs van alle drie instellingen kwamen in april bijeen op het hoofdkwartier van GMD in Sankt Augustin, en spraken af de reeds bestaande werkcontacten in het onderzoek op een serie workshops uit te bouwen. Na een voorbereidende bijeenkomst op het CWI in juli werd in november de eerste - buitengewoon succesvolle - workshop georganiseerd, eveneens op het CWI. Andere te ondernemen activiteiten zijn onder meer het opstellen van een beleidsdocument betreffende gemeenschappelijke onderzoeksprojecten en het uitbrengen van een GMD-INRIA-CWI Newsletter. De intensivering van de internationale contacten kwam behalve via deze samenwerking ook tot uiting in een sterke toename van het aantal buitenlandse bezoekers.





*De nauwere samenwerking tussen de nationale onderzoeksinstituten GMD (Bondrepubliek), INRIA (Frankrijk) en het CWI kreeg concreet gestalte met de eerste gemeenschappelijke workshop, georganiseerd door en gehouden bij het CWI in november. Ruim 100 onderzoekers discussieerden over speciale onderwerpen van gemeenschappelijk belang. Directeuren der drie instellingen bespraken meer algemene zaken zoals een gemeenschappelijk onderzoeksbeleid. Van links naar rechts: G. Goos (GMD), G. Seegmüller (GMD), P.C. Baayen (CWI), A. Bensoussan (INRIA) en F. Winkelhage (GMD).*

#### OFFICIËLE BEZOEKEN, NIEUWE OVEREENKOMSTEN

Het belang dat de Nederlandse overheid hecht aan het werk op het CWI werd aangetoond door een werkbezoek van minister W.J. Deetman van Onderwijs & Wetenschappen op 26 oktober. Na afloop van dit werkbezoek werd in aanwezigheid van de Minister een samenwerkingsovereenkomst getekend tussen de computerfirma Digital Equipment B.V. en de Stichting Mathematisch Centrum (SMC), waarbij Digital apparatuur beschikbaar stelt ten behoeve van het CWI-onderzoek aan gespreide systemen (met name het *Amoeba*-project). Tevens werd een intentieverklaring ondertekend tussen de SMC en de stichting SURF, de nationale organisatie voor computerdienstverlening ten behoeve van het hoger onderwijs en onderzoek. Beide partners zullen streven naar integratie

en uitbreiding van de netwerkdiensten voor de gezamenlijke doelgroep van gebruikers van EUnet (het CWI is hierbij de gateway met betrekking tot USEnet) en SURFnet, het Nederlandse academische netwerk.

Op 1 november bracht het nieuw gevormde Algemeen Bestuur van de Nederlandse organisatie voor wetenschappelijk onderzoek NWO - de grootste geldgever van het CWI - in het kader van een algemene kennismakingsronde langs de stichtingen en instituten van NWO, een bezoek aan het CWI.

#### REORGANISATIE

Met betrekking tot de interne ontwikkelingen op het CWI verdienen de volgende zaken vermelding. Per 1 september werd een reorganisatie van een aantal wetenschappelijke afdelingen doorgevoerd: de afdelingen Zuivere Wiskunde en Toegepaste Wiskunde gingen op in één afdeling Analyse, Algebra en Meetkunde (AM), terwijl hetzelfde gebeurde met de afdelingen Mathematische Statistiek en Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie onder de naam Besliskunde, Statistiek en Systeemtheorie (BS). Op dezelfde datum werd de chef van de afdeling Mathematische Statistiek R.D. Gill benoemd tot hoogleraar in de Stochastiek aan de Rijksuniversiteit van Utrecht. Enkele maanden later bereikte de chef van de voormalige afdeling Toegepaste Wiskunde H.A. Lauwerier de pensioengerechtigde leeftijd. Behalve genoemde twee chefs verlieten nog twee leidinggevenden het CWI: in februari ging adjunct-directeur F.J.M. Barning vervroegd met pensioen, terwijl de chef van de sector Onderzoeksbeheer en -Voorlichting J.C.P. Bus in september een functie aanvaardde bij de Europese Gemeenschap in Brussel. Verder is in 1988, na de komst van een chef voor de sector Computersystemen en Telematica, de uitbreiding begonnen van deze, oorspronkelijk op ondersteuning van bedrijfssystemen en netwerken gerichte sector naar een onderzoekgerichte component van de informatica-afdelingen binnen het CWI.

Tenslotte werd de ruimtenood op het instituut door het nog steeds groeiende personeelsbestand en de aanschaf van extra computerapparatuur zo nijpend, dat - in afwachting van de realisatie van de reeds jaren bestaande nieuwbouwwplannen - voor een tijdelijke oplossing is gekozen in de vorm van portakabins, waarin tegen het eind van het jaar de afdeling Algebra, Analyse en Meetkunde haar intrek nam.

#### PROJECTEN CWI

In 1988 gingen geen nieuwe projecten van start. Wel kregen enkele lopende activiteiten nieuwe impulsen. In juni zag de Stichting Computeralgebra Nederland het licht. Doel van de stichting is om in de vorm van een expertisecentrum de over verscheidene wetenschappelijke disciplines verspreide Nederlandse onderzoekers en gebruikers van computeralgebra centrale faciliteiten te bieden en diensten te verlenen. Desgevraagd heeft de SMC zich bereid verklaard hieraan haar medewerking te verlenen. Voorts werden de activiteiten op het gebied van de cryptografie uitgebreid, in de zin dat het CWI als prime contractor optreedt in het project RIPE (RACE Integrity Primitives Evaluation), een onderdeel van het EG-programma RACE (Research & Development

in Advanced Communications-technologies in Europe). Doordat het onderzoek naar termherschrijfsystemen (TRS) steeds meer gewicht heeft gekregen, zal dit in 1989 een apart project worden.

Verder liet het CWI weer van zich horen op het gebied van het factoriseren van grote getallen. Nadat in april het wereldrecord weer in ons bezit was gekomen (uitgevoerd op de NEC SX/2 supercomputer van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium), was het CWI één der partners in de factorisering van een getal van 100 cijfers, die werd uitgevoerd door de rekenkracht van 400 over de hele wereld verspreide minicomputers te bundelen.

Omdat de belangrijke steun voor de afdeling Programmatuur vanuit het EG-programma ESPRIT I in 1989 zal eindigen, heeft die afdeling in 1988 veel aandacht besteed aan de voorbereiding van voorstellen voor de nieuwe programma's ESPRIT II en ESPRIT Basic Research.

#### PUBLIKATIES

Op het gebied van publikaties (een volledige lijst is zoals gebruikelijk elders in dit jaarverslag opgenomen) sprongen de volgende in het oog. In de serie CWI Monographs verscheen nummer 7: *Queueing Theory and its Applications*, een Liber Amicorum ter gelegenheid van J.W. Cohen's 65ste verjaardag (Cohen is adviseur van het CWI), onder redactie van O.J. Boxma (CWI) en R. Syski (Maryland). Voorts verscheen bij Reidel het tweede deel van de Engelse vertaling van de *Russian Encyclopaedia of Mathematics*. Van P.J.F. Lucas en L.C. van der Gaag verscheen bij Academic Service *Principes van Expertsystemen*; Addison-Wesley zal hiervan later een vertaling uitbrengen. A.M. Cohen was, samen met M. Aschbacher en W.M. Kantor, redacteur van *Geometries and Groups* (Reidel).

De CWI Newsletter veranderde met ingang van 1989 haar naam in *CWI Quarterly*. De nieuwe naam weerspiegelt beter de aard van deze wereldwijd verspreide publikatie: een kwartaalblad, waarvan de kern bestaat uit wetenschappelijke artikelen van hoog niveau die interessant zijn voor een brede kring van wiskundigen en informatici.

#### CONFERENTIES, CURSUSSEN

Het CWI organiseerde, al dan niet in samenwerking met anderen, een aantal conferenties, workshops en cursussen. Zoals gebruikelijk verzorgde het CWI postacademische cursussen, met dit jaar als onderwerpen Kunstmatige Intelligentie, Netwerken, Prolog, Lisp, Software Engineering en Vector- en parallel rekenen. Verder werd in februari een cursus gegeven over ABC (een eenvoudige, gestructureerde en gebruikersvriendelijke programmeertaal ontwikkeld op het CWI), in maart gevolgd door een cursus over de programmeertaal  $C^{++}$ . De *Second Eurographics Workshop on Intelligent CAD Systems* in april in Veldhoven telde 40 deelnemers, waarvan 25 buitenlanders. De buitengewoon geslaagde workshop gewijd aan REX (Research and Education in Concurrent Systems), die het CWI samen met de TU Eindhoven en de RU Leiden in mei-juni organiseerde in Noordwijkerhout werd bijgewoond door 180 deelnemers. Aan een serie van zes colloquia over Beeldreconstructie in het

najaar, met sprekers uit binnen- en buitenland, namen gemiddeld 25 belangstellenden uit het hele land deel. De jaarlijkse vakantiecursus voor leraren in de exacte vakken - een activiteit die het CWI zonder onderbreking vanaf de oprichting van het Mathematisch Centrum (de oorspronkelijke naam van het instituut) in 1946 heeft georganiseerd - had dit jaar tot onderwerp Differentie- en differentiaalvergelijkingen. In het kader van de activiteiten van het CWI op het gebied van kennisoverdracht werd in oktober een symposium *Regeling en Planning in het Verkeer* georganiseerd, waaraan werd deelgenomen door een zestigtal personen uit bedrijfsleven, overheid en universiteiten. Tenslotte werkte het CWI mee aan de organisatie van het jaarlijkse SION-congres, dat in november in Utrecht plaatsvond onder de titel *Computing Science in the Netherlands*.

#### LANDELIJKE PROJECTEN

De Stichting steunde in 1988 45 Landelijke Projecten Wiskunde met in totaal 46 onderzoekersmedewerkers. Hiervan zijn er 14 gestart in 1988. Tien projecten werden afgerond in het verslagjaar. De SMC en de stichting FOM steunden elk twee projecten in het door beide stichtingen beheerde landelijk samenwerkingsverband op het gebied van de Mathematische Fysica.

#### FINANCIËN

De belangrijke financiële steun van NWO aan de Stichting Mathematisch Centrum bedroeg in 1988 f 11.012.000,- ten behoeve van de exploitatie van het CWI en f 1.712.000,- ten behoeve van de Landelijke Projecten. Daarnaast droeg NWO bij in de investeringen van het Instituut voor een bedrag van f 2.050.000,- waarvan f 1.750.000,- ten laste kwam van de gelden die NWO ontving van de Minister van Onderwijs en Wetenschappen in het kader van het Intentioneel Apparatuur Schema (IAS). In deze NWO-steun was begrepen een bedrag van maximaal f 1.800.000,- voor de exploitatie en f 300.000,- voor de investeringen van de Stichting Academisch Rekencentrum Amsterdam (SARA). Deze bedragen betreffen mede de financiering van het computergebruik bij SARA door het CWI en door andere met NWO gelieerde instanties en onderzoekers die door tussenkomst van de Stichting toegang hadden tot de SARA-apparatuur.

## Algemeen Verslag van de Stichting

### CURATORIUM

De samenstelling van het Curatorium onderging in 1988 geen wijzigingen, zodat het op 31 december als volgt was samengesteld:

|                             |                                |
|-----------------------------|--------------------------------|
| prof.dr.ir. P.J. Zandbergen | voorzitter                     |
| prof.dr. W.T. van Est       | plv. voorzitter                |
| prof.dr. P. de Wolff        | secretaris-penningmeester      |
| prof.dr. A. van der Sluis   | plv. secretaris-penningmeester |
| dr. G. Nieuwpoort           | vertegenwoordiger Minister O&W |
| prof.dr. G.A. Blaauw        |                                |
| prof.drs. B.K. Brussaard    |                                |
| ir. W.A. Koumans            |                                |
| ir. W. Loeve                |                                |
| prof.dr. T.A. Springer      |                                |

Dr. J.C.P. Bus trad tot 1 september op als uitvoerend secretaris. De plaatsvervangend uitvoerend secretaris, mevr.mr.drs. M.Y. van der Heijden nam per 1 september zijn taken over. Het Curatorium kwam in het verslagjaar drie maal met de Directie in vergadering bijeen: op 25 februari, 6 juni en 24 oktober. Het Dagelijks Bestuur van het Curatorium (bestaande uit voorzitter, secretaris-penningmeester en hun plaatsvervangers) vergaderde met de Directie in 1988 vier maal: 14 april, 6 juli, 6 oktober en 21 december. Belangrijke onderwerpen van bespreking waren:

- Ontwikkelingsplan Wetenschappelijk Centrum Watergraafsmeer;
- Participatie in de Academie voor Informatica, een post-academisch opleidingsinstituut op het gebied van informatica en informatiekunde;
- Rapport van het door NWO ingestelde CWI-Evaluation Panel;
- Herindeling van vier wetenschappelijke afdelingen wiskunde van het CWI,

- resultierend in drie wiskunde-afdelingen en drie informatica-afdelingen;
- Workshop Strategisch Onderzoek in Informatica en Wiskunde te Noordwijk in verband met het aflopen van de stimuleringsubsidie van de overheid in het kader van het INSP;
  - Wetenschappelijke samenwerking met GMD en INRIA;
  - Verslaglegging zowel wetenschappelijk als financieel;
  - Beleidsnota CWI 1990-1995 en de hierover uitgebrachte adviezen van de adviesorganen van de Stichting;
  - Begroting 1989 en het daaraan ten grondslag liggende Wetenschappelijk Programma 1989/Meerjarenplan 1990-1994, de adviezen van de Wetenschapscommissie in deze en het overleg aangaande financiering met het NWO-Gebiedsbestuur i.o. Exacte Wetenschappen;
  - Personele zaken: aanstellingen, o.a. van een chef voor de Sector Onderzoeksbeheer en -Voorlichting en voor de Sector Technische Ondersteuning, en bevorderingen;
  - Externe contacten en de relatie van het CWI met universiteiten en bedrijfsleven.

Elders in dit jaarverslag, bijvoorbeeld in de Algemene Beschouwing, wordt nader op sommige van deze onderwerpen ingegaan.

De vergaderingen van het Curatorium werden bijgewoond door de directeur van NWO, dr. H.J. van der Molen. Prof.dr. G. de Leve trad ook in het verslagjaar op als beleidsadviseur van Curatorium en Directie, vooral waar het de contacten met overheid en bedrijfsleven betrof. Als gevolg van de inwerkingtreding van de NWO-wet trok de Minister van Onderwijs en Wetenschappen zijn besluit, inhoudende de aanwijzing van zijn vertegenwoordiger in het Curatorium, dr. G. Nieuwpoort, per 1 januari 1989 in.

#### DIRECTIE

Deze was als volgt samengesteld:

|                      |                                    |
|----------------------|------------------------------------|
| prof.dr. P.C. Baayen | wetenschappelijk directeur         |
| drs. F.J.M. Barning  | adjunct-directeur (tot 1 februari) |
| drs. J. Nuis         | directeur beheerszaken             |

Naast de dagelijkse leiding over het instituut, het CWI, bestond de taak van de Directie onder meer uit de voorbereiding van beleid en besluitvorming van het Curatorium, alsmede uit de nadere uitwerking en uitvoering van het door dit bestuurslichaam vastgestelde algemene beleid. Dit gold zowel voor het CWI als voor de landelijke werkgemeenschappen en samenwerkingsverbanden die op het gebied van de wiskunde in NWO-verband onder de SMC ressorteren en opereren.

Wat het CWI betreft werd de Directie bij haar uitvoerende taak ter zijde gestaan door het Managementteam, waarvan naast de Directie de sectorchefs deel uitmaakten. De chefs van de afdelingen ZW resp. AM en IS woonden de vergaderingen bij. Daarnaast vond geregeld overleg plaats in onder meer de interne overlegorganen op het gebied van beleid en beheer met de hoofden van

de wetenschappelijke afdelingen en van de ondersteunende sectoren, alsook met de beleidsadviseur prof.dr. G. de Leve.

In het bijzonder ten aanzien van het onderzoeksbeleid (CWI en landelijk) vond ook overleg plaats met de Wetenschapscommissie, onder meer bij de behandeling van het Wetenschappelijk Programma van de Stichting. Tevens dient in dit verband te worden genoemd het contact met de NWO-stichting i.o. SION, met name met betrekking tot de onderzoeksplannen van het CWI op het gebied van de informatica.

Extern werd met diverse instanties en functionarissen uit de kring van rijk en gemeente, onderzoek en onderwijs, bedrijfsleven en industrie contact onderhouden, nationaal zowel als internationaal. Vermeldenswaard is in dit opzicht de voordracht door de wetenschappelijk directeur op het Symposium Informatietechnologie van de Sociaal Wetenschappelijke Raad van de KNAW, Hoog Soeren, 16 december, getiteld *Het eigenaardige van de informatietechnologie*.

#### WETENSCHAPSCOMMISSIE

De wetenschapscommissie bestond in 1988 uit de volgende personen:

prof.dr. W.R. van Zwet, voorzitter  
 prof.dr.ir. H. Kwakernaak, vice-voorzitter vanaf 1 juli  
 prof.dr. J.F.A.K. van Benthem  
 prof.dr.ir. O.J. Boxma (vanaf 1 oktober)  
 prof.dr. O. Diekmann  
 prof.dr. L.F.M. de Haan  
 dr. J.A.C. Kolk (vanaf 1 oktober)  
 prof.dr. J.K. Lenstra (tot 1 oktober)  
 prof.dr.ir. L.A. Peletier  
 prof.dr. M. van der Put  
 prof.dr. A. Schrijver  
 prof.dr. J.H.M. Steenbrink (vanaf 1 oktober)  
 prof.dr. E.G.F. Thomas (tot 1 oktober)  
 prof.dr. R. Tijdeman (tot 1 oktober)  
 prof.dr. G.W. Veltkamp (tot 1 oktober), vice-voorzitter tot 1 juli  
 prof.dr.ir. P. Wesseling (vanaf 1 oktober)  
 benevens met raadgevende stem:  
 prof.dr. P.C. Baayen, wetenschappelijk directeur SMC  
 prof.dr. J.H. van Lint, namens de Nederlandse Commissie voor de wiskunde van de KNAW  
 en als secretaris:  
 dr. J.C.P. Bus (tot 1 september)  
 drs. A.R. Kloost (vanaf 1 september)

Het Dagelijks Bestuur van de Wetenschapscommissie werd gevormd door prof.dr. W.R. van Zwet (voorzitter), prof.dr. G.W. Veltkamp (vice-voorzitter tot 1 juli) en prof.dr.ir. H. Kwakernaak (vice-voorzitter vanaf 1 juli). Het

Dagelijks Bestuur werd bij het vervullen van zijn taak bijgestaan door dr. J.C.P. Bus (uitvoerend secretaris tot 1 september) en drs. A.R. Kloost (uitvoerend secretaris vanaf 1 september).

De Wetenschapscommissie kwam in het verslagjaar twee maal bijeen en wel op 4 mei en 31 oktober. Deze vergaderingen werden bijgewoond door dr. N.J. Kos (NWO) en prof.dr. T.A. Springer (namens het Curatorium van de Stichting).

De vergadering in mei was gewijd aan het beleid t.a.v. de wiskunde in Nederland, het wiskunde-onderzoek bij het CWI alsmede de relatie universiteiten-CWI.

De vergadering in oktober was zoals gebruikelijk voornamelijk gewijd aan de advisering betreffende de beoordeling en prioritering van de projectaanvragen voor 1989 in het kader van de Nederlandse Stichting voor de Wiskunde. In totaal werden 34 continueringsaanvragen ingediend, die alle voor honorering werden voorgedragen. Daarnaast werd geadviseerd tot honorering met hoge prioriteit van negen nieuwe aanvragen, uit in totaal 14 nieuwe projectaanvragen. Vijf aanvragen werden tevens honorabel, doch wegens beperkte financiële ruimte van lagere urgentie geacht. De Wetenschapscommissie besteedde ook aandacht aan de voortgang van de lopende projecten. Persoonsgerichte groepssteun is één van de nieuwe steunvormen die door NWO is geïntroduceerd. Twee aanvragen van een dergelijke ondersteuning werden ontvangen: één aanvraag op het gebied van Mathematische Fysica en één aanvraag op het gebied van de Mathematische Statistiek. De Wetenschapscommissie adviseerde het Curatorium beide aanvragen voor subsidiëring bij NWO voor te dragen.

#### FINANCIËN

Door het accountantskantoor Deloitte Dijker Van Dien is een afzonderlijk rapport uitgebracht over de financieel-administratieve verantwoording inzake het boekjaar 1987. In bijlage 1 van deel I zijn van toelichting voorziene samenvattingen opgenomen van de definitieve balans en de rekeningen van baten en lasten (gewone en buitengewone dienst) over de boekjaren 1988 en 1987.

#### PERSONELE ZAKEN

Over personele aangelegenheden wordt in het Sociaal Jaarverslag van de Stichting gerapporteerd. Een verslag van de activiteiten van de OR en van de personeelsvereniging van het CWI treft u daar eveneens aan.

Met betrekking tot de bij de afdelingen werkzame personen wordt u verwezen naar het verslag van de diverse afdelingen.

#### STICHTING ACADEMISCH REKENCENTRUM AMSTERDAM (SARA)

De Universiteit van Amsterdam (UvA), de Vrije Universiteit (VU) en de Stichting Mathematisch Centrum (SMC) zijn de drie stichters van SARA. De computerfaciliteiten van SARA staan in de eerste plaats ter beschikking van de



drie stichters, met uitzondering van de supercomputer die is opgezet als landelijke voorziening.

Via de SMC maakt niet alleen het bijbehorende onderzoeksinstituut CWI gebruik van SARA, maar ook de FOM-instituten Plasmafysica Rijnhuizen, NIKHEF-H, NIKHEF-K en AMOLF en de bureaus van NWO, FOM en KNAW. Van de drie stichters is de SMC de kleinste gebruiker van SARA.

Het CWI zelf bezit een aantal minicomputersystemen en werkstations, die worden gebruikt voor ontwikkelingswerk en onderzoek waarvoor specifieke apparatuur nodig is. Het produktiewerk van het CWI gebeurt voor zover mogelijk op SARA-apparatuur.

Naast de IBM-4381, die gebruikt wordt voor administratieve toepassingen, had SARA in 1988 de beschikking over de twee - in het vorig jaar geïnstalleerde - mainframes een Cyber 990 en een IBM 3090-180.

De performance van de Cyber 990 bleek in de praktijk achter te blijven. Overleg met de leverancier Control Data leidde ertoe, dat bij wijze van compensatie een tweede processor op deze machine werd geïnstalleerd, waarbij deze formeel van een Cyber 990 werd uitgebreid tot een Cyber 995. De IBM-3090 werd in de loop van het jaar van een vectorfaciliteit voorzien.

De voor landelijk gebruik bestemde supercomputer Cyber 205 werd in 1987 uitgebreid tot 2 vectorpijpen en 4 M woorden geheugen. In 1988 werd overeenstemming bereikt met de leverancier over de financiering van deze uitbreiding.

Voor het operating systeem VM op de IBM-3090 en het operating systeem VE op de Cyber 990/995 was vanaf de start nog geen budgetteringssysteem beschikbaar. In de loop van 1988 kwam op de Cyber 995 naast het al bestaande budgetteringssysteem van het (oude) operating systeem BE er tevens één voor VE beschikbaar.

De ervaring in de eerste helft van het jaar waren dusdanig dat medio 1988 besloten werd om (met terugwerkende kracht tot 1 januari) de doorberekenings (= accounting)-formule van het VE en VM gebruik aanzienlijk bij te stellen, waarmee het gebruik onder deze twee operating systemen aanmerkelijk goedkoper werd. In verband met de bezuinigingsdruk zal een gedeelte van de BE-service op de Cyber 995 sneller dan gepland worden afgesloten.

Gebruik 1988 van de drie stichters in Miljoen Systeem Eenheden (MSE).

|        | IBM-4381 | IBM-3090 | Cyber-995 | totaal |          |
|--------|----------|----------|-----------|--------|----------|
| UvA    | 8,38     | 23,51    | 34,55     | 66,44  | (42,8%)  |
| VU     | 13,86    | 2,16     | 44,79     | 60,81  | (39,1%)  |
| SMC    | 3,98     | 0,14     | 24,00     | 28,12  | (18,1%)  |
| totaal | 26,22    | 25,81    | 103,34    | 155,37 | (100,0%) |

De verdeling van het SMC gebruik (in MSE) is als volgt:

|                | 1988  | 1987  | 1986  |
|----------------|-------|-------|-------|
| CWI            | 6,10  | 7,73  | 6,16  |
| FOM-instituten | 22,02 | 9,96  | 13,63 |
| totaal         | 28,12 | 17,69 | 19,79 |

De stijging in 1988 in het gebruik werd geheel veroorzaakt door het FOM-instituut AMOLF.

De gebruikers van SARA binnen het CWI en de verschillende FOM-instituten zijn vertegenwoordigd in NWOSARA. Deze overleggroep, waarin tevens de directeur van SARA participeert, kwam in 1988 drie maal bijeen.

Met ingang van 1 november is de SMC-afvaardiging van 6 personen in het adviescollege ADSARA gewijzigd, en meer in overeenstemming gebracht met het huidige gebruik van de SARA-faciliteiten, dus minder personen uit het CWI en meer vertegenwoordigers van de FOM-instituten.

De financiële mogelijkheden voor SARA staan onder forse druk. Zo sprak ADSARA er zijn zorg over uit, dat ter dekking van de uitgaven in 1988 een fors beroep moest worden gedaan op de reserves.

Over de begroting voor 1989 heeft ditzelfde adviescollege wederom bezorgdheid geuit, omdat deze sluitend is gemaakt door het aanvaarden van een zeker bedrijfsrisico in de vorm van het uitstellen van de vervanging c.q. de uitbreiding van de koelinstallatie.

In de loop van 1988 zijn de eerste verkenningen uitgevoerd naar een mogelijke vergaande samenwerking tussen SARA en ACCU, het rekencentrum van de Rijksuniversiteit Utrecht, met de bedoeling door een bundeling van krachten te komen tot kwaliteits- en doelmatigheidsverbetering.

## Verslag CWI

### INTERNE OVERLEGORGANEN

Het *Managementteam*, bestaande uit de directie en de chefs van de sectoren OBV (als secretaris), SEZ (die een deel van de periode het secretariaat heeft waargenomen), STO en CST. De vergaderingen werden bijgewoond door de chefs van de afdelingen ZW (resp. AM) en IS, vergaderde in het algemeen om de veertien dagen.

Het *Overleg Beleidszaken* kwam in de regel maandelijks bijeen. Hieraan namen deel: de wetenschappelijk directeur als voorzitter, de directeur beheerszaken, de chefs van de wetenschappelijke afdelingen, de chefs van de sectoren CST en OBV (de laatste als secretaris). De overige sectorchefs namen aan de besprekingen deel voorzover voor hun werkzaamheden van belang. Maandelijks werd het *Overleg Beheerszaken* gehouden onder het voorzitterschap van de directeur beheerszaken. De chef SEZ voerde het secretariaat. Aan dit overleg namen de wetenschappelijk directeur en de chefs (of hun vervangers) van de wetenschappelijke afdelingen en sectoren deel.

Ter stimulering van de contacten met het bedrijfsleven functioneerde de *Adviesgroep CWI*. Het voorzitterschap hiervan werd vervuld door G. de Leve. J.C.P. Bus vervulde tot 1 september 1988 het secretariaat, daarin bijgestaan door mw. M.Y. van der Heijden (OBV). De leden waren M. Hazewinkel (ZW), N.M. Temme (TW), R. Helmers (MS), J.M. Anthonisse (MB), J. Kok (NW), P.J.F. Lucas (AP), M.L. Kersten (AA), A.A.M. Kuijk (IS), F. Bakker (STO/vanaf 1 september 1988 tevens OBV), H.M. Nieland (OBV) en F. Snijders (OBV).

Ter bespreking van het beleid computervoorzieningen en de uitvoering ervan functioneerde het *Overleg Computervoorzieningen*, waaraan deelnamen de directie en vertegenwoordigers van alle afdelingen en sectoren. De directeur beheerszaken vervulde het voorzitterschap en de chef STO het secretariaat.

De *Stuurgroep Kantoor- en bibliotheekautomatisering*, bestaande uit de bibliothecaris, de chefs van de sectoren CST, OBV, SEZ en STO, de laatste als voorzitter, kwam bijeen ter bespreking van de voortgang van de automatisering ten behoeve van de bibliotheek, de administratieve en financiële ondersteuning in het algemeen en van het management in het bijzonder.

#### EXTERNE ADVIESORGANEN

In de Vaste Overlegcommissie SMC-SION vond overleg plaats tussen beide stichtingen op bestuurlijk niveau. De samenstelling van deze commissie is in het verslagjaar gewijzigd. Bovendien is het aantal leden groter geworden. Daarnaast werden het voorzitterschap en het secretariaat, voorlopig voor een periode van twee jaren, verdeeld over de stichtingen. Prof.dr. A. van der Sluis werd als voorzitter opgevolgd door prof.dr. M. Rem en het uitvoerend secretariaat ging van dr. J.C.P. Bus over naar mw.mr.drs. M.Y. van der Heijden.

SMC werd vertegenwoordigd door prof.drs. B.K. Brussaard, ir. W. Loeve en prof.dr. A. van der Sluis. Prof.dr. P.C. Baayen woonde als adviseur de vergaderingen bij.

SION werd vertegenwoordigd door prof.dr. P.M.G. Apers, prof.dr. J. van den Bos en prof.dr. M. Rem.

De Vaste Overlegcommissie SMC-SION kwam in 1988 drie maal bijeen en wel op 17 februari, 4 oktober en 15 december.

#### VERSLAGEN VAN DE VAKADVIESCOMMISSIES

In 1988 is er ook weer met vrucht gebruik gemaakt van de adviezen van de vakadviescommissies. Samenstelling en korte verslagen van deze commissies worden hieronder gegeven.

#### *Adviescommissie voor de Zuivere Wiskunde*

##### *Samenstelling*

|                           |                            |
|---------------------------|----------------------------|
| prof.dr. G. van Dijk      | RU Leiden                  |
| prof.dr. J.J. Duistermaat | RU Utrecht                 |
| prof.dr. E.J.N. Looijenga | Universiteit van Amsterdam |
| prof.dr. E.G.F. Thomas    | RU Groningen               |

*Verslag van de werkzaamheden.* Er is meerdere malen uitvoerig schriftelijk en telefonisch overleg geweest tussen de afdelingsleiding en de afzonderlijke commissieleden, met name in verband met de samenvoeging van de afdelingen ZW en TW tot één afdeling (o.a.: advisering omtrent samenstelling adviescommissie voor de nieuwe afdeling).

*Adviescommissie voor Toegepaste en Numerieke Wiskunde**Samenstelling*

|                          |                                  |
|--------------------------|----------------------------------|
| dr. A. van Harten        | Universiteit Twente (voorzitter) |
| prof.dr. A.O.H. Axelsson | KU Nijmegen                      |
| prof.dr. J. Boersma      | TU Eindhoven                     |
| prof.dr. E.M. de Jager   | Universiteit van Amsterdam       |
| prof.dr. M.N. Spijker    | RU Leiden                        |
| dr.ir. T.T.M. Verheggen  | Koninklijke Shell, Amsterdam     |

*Verslag van de werkzaamheden.* De adviescommissie voor de afdelingen TW en NW kwam dit jaar bijeen op 10 oktober. Er werd aandacht besteed aan het lopende afdelingsonderzoek en de personele aangelegenheden. Daarnaast werd de samenstelling van nieuw te vormen adviescommissies besproken in verband met de herindeling van de betreffende wetenschappelijke afdelingen, waaronder TW.

*Adviescommissie voor Statistiek en Waarschijnlijkheidsrekening**Samenstelling*

|                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| prof.dr. J. Oosterhoff     | VU Amsterdam (voorzitter)  |
| prof.dr. W. Albers         | Universiteit Twente        |
| prof.dr. M.S. Keane        | TU Delft                   |
| dr. J.P.M. de Kroon        | Philips Eindhoven          |
| prof.dr. F.H. Ruymgaart    | KU Nijmegen                |
| prof.dr. J.Th. Runnenburg  | Universiteit van Amsterdam |
| prof.dr.ir. J.H.A. de Smit | Universiteit Twente        |

*Verslag van de werkzaamheden.* De adviescommissie kwam in het verslagjaar bijeen op 21 april. Er werd aandacht besteed aan de voorgenomen reorganisatie van de wiskunde-afdelingen. Daarnaast besprak de commissie het concept jaarverslag 1987 van de afdeling MS en werd gesproken over het lopende afdelingsonderzoek.

*Adviescommissie voor Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie**Samenstelling*

|                             |                           |
|-----------------------------|---------------------------|
| prof.dr. H.C. Tijms         | VU Amsterdam (voorzitter) |
| prof.dr. P. van Beek        | LU Wageningen             |
| prof.dr.ir. M.L.J. Hautus   | TU Eindhoven              |
| prof.dr. G.J. Olsder        | TU Delft                  |
| prof.dr. A.H.G. Rinnooy Kan | EU Rotterdam              |
| prof.dr. J. Wessels         | TU Eindhoven              |

*Verslag van de werkzaamheden.* De adviescommissie kwam in het verslagjaar niet bijeen. Wel werd zij om advies gevraagd over de reorganisatie van de wiskunde-afdelingen van het CWI.

*Adviescommissie voor Informatica*

*Samenstelling*

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| prof.dr.ir. A.J.W. Duijvestijn | Universiteit Twente (voorzitter)              |
| prof.dr. P.M.G. Apers          | Universiteit Twente                           |
| drs. R.H. Bourgonjon           | AT&T en Philips Telecommunicatie Bedrijven BV |
| prof. C.H.A. Koster            | KU Nijmegen                                   |
| dr. A.J. Nijman                | Philips Nat. Lab., Eindhoven                  |
| G.A.M. Otten                   | Database Consultants Europe BV, Amsterdam     |
| prof.dr. M. Rem                | TU Eindhoven                                  |
| prof.dr. G. Rozenberg          | RU Leiden                                     |

*Verslag van de werkzaamheden.* De adviescommissie kwam in het verslagjaar éénmaal bijeen, op 29 september. Besproken werd het Wetenschappelijk Plan 89 en het Meerjarenplan 90-94.

VERSLAG VAN DE AFDELING ZUIVERE WISKUNDE

*Samenstelling*

|  |              |
|--|--------------|
| prof.dr. M. Hazewinkel (chef)                                  | [ZW 3, MB 3] |
| dr. J. de Vries (souschef)                                     | [ZW 4]       |
| drs. G. Alberts (wet. medew., vanaf 1 april)                   | [ZW 6]       |
| dr. H. den Boer (wet. medew.)                                  | [ZW 5]       |
| drs. J.T.M. van Bon (wet. medew.)                              | [ZW 1]       |
| ir. J.N.E. Bos (wet. medew.)                                   | [ZW 5]       |
| G. Brassard (gastmedew., tot 16 maart)                         | [ZW 5]       |
| prof.dr. A.E. Brouwer (wet. medew.)                            | [ZW 1]       |
| dr. D. Chaum (wet. medew.)                                     | [ZW 5]       |
| dr. A.M. Cohen (wet. medew.)                                   | [ZW 1]       |
| dr. M.J. Coster (wet. medew., vanaf 1 aug.)                    | [ZW 5]       |
| I.M. Duursma (assistent, van 1 jan. tot 31 nov.)               | [ZW 1]       |
| dr. J.-H. Evertse (medew., tot 31 jan.)                        | [ZW 5]       |
| ir. E.J.L.J. van Heijst (wet. medew., vanaf 1 juni)            | [ZW 5]       |
| dr. T.H. Koornwinder (wet. medew.)                             | [ZW 2]       |
| dr. J. van de Lune, Ph.D. (wet. medew.)                        | [ZW 2]       |
| S.F. Mjølness (gastmedew., tot 31 mei)                         | [ZW 5]       |
| dr. S.N.M. Ruijsenaars (wet. medew.)                           | [ZW 3]       |
| dr. G.C.M. Ruitenburg (wet. medew., tot 31 aug; vanaf 16 okt.) | [ZW 1,2]     |
| drs. J.K. Scholma (wet. medew.)                                | [ZW 3]       |
| B. de Smit (assistent, vanaf 1 jan.)                           | [ZW 1]       |

drs. R. Sommeling (wet. medew., tot 31 mei)

[ZW 1]

mw. W.E.G. van Eijk

secretaresse

mw. N. Mitrovič

secretaresse

### *Algemeen*

Per 1 september werd de afdeling samengevoegd met de afdeling TW tot één nieuwe afdeling AM (Analyse, Algebra en Meetkunde). Chef van de nieuwe afdeling werd M. Hazewinkel. De projectgroep ZW 5 (Cryptografie) ging bij deze reorganisatie in zijn geheel over naar de afdeling Algoritmiek en Architectuur.

Evenals vorig jaar waren A.M. Cohen en M. Hazewinkel voor één dag per week verbonden aan de RU Utrecht, laatstgenoemde als buitengewoon hoogleraar. Gedurende de eerste helft van het jaar was T.H. Koorwinder verbonden aan de RU Leiden (voor één dag per week) en als gasthoogleraar aan de Katholieke Universiteit van Leuven (België).

Op 13 januari promoveerde G.C.M. Ruitenburg aan de RU Leiden op een proefschrift getiteld *Invariant Ideals of Multiplicity Free Algebraic Group Actions*; Promotor was prof.dr. J.P. Murre.

### *Wetenschappelijk onderzoek*

De afdeling kende de volgende onderzoeksprojecten:

ZW 1 Algebra, discrete wiskunde en computeralgebra.

ZW 2 Analyse.

ZW 3 Algebraïsche mathematische fysica.

ZW 4 Dynamische systemen.

ZW 5 Cryptografie.

ZW 6 Geschiedenis van mathematisering.

Een gedetailleerd verslag van het wetenschappelijk onderzoek is in deel II van dit jaarverslag opgenomen.

## VERSLAG VAN DE AFDELING TOEGEPASTE WISKUNDE

### *Samenstelling*

prof.dr. H.A. Lauwerier (chef)

[TW 3]

dr. N.M. Temme (souschef)

[TW 2.1, 4]

prof.dr. O. Diekmann (wet. medew.)

[TW 3]

drs. B. Dijkhuis (wet. medew.)

[TW 2.2, 2.3, 2.4]

prof.dr. P.P.B. Eggermont (gastmedew., tot 1 juli)

[TW 4]

dr. A. Grabosch (gastmedew., tot 1 april)

[TW 3]

drs.ir. J.A.P. Heesterbeek (wet. medew., vanaf 1 okt.)

[TW 3]

dr.ir. H.J.A.M. Heijmans (wet. medew.)

[TW 3, 4]

drs. P. Hofstee (medew., verv. dienstplicht, vanaf 1 juli)

[TW 4]

dr. H. Inaba (gastmedew., vanaf 1 juli)

[TW 3]

|   |                  |
|---|------------------|
| prof. Jin Cheng-fu (gastmedew., vanaf 1 sept.)          | [TW 3]           |
| dr. M. Kretzschmar (gastmedew., vanaf 1 juli)           | [TW 3]           |
| prof.dr. J.A.J. Metz (adviseur)                         | [TW 3]           |
| drs. J.M.A.M. van Neerven (wet. medew., vanaf 1 okt.)   | [TW 3]           |
| prof. Y. Nishiura (gastmedew., van 21 jan. tot 2 maart) | [TW 3]           |
| dr. J.B.T.M. Roerdink (wet. medew.)                     | [TW 1.2, 4]      |
| ir. H.N.M. Roozen (wet. medew.)                         | [TW 1.1]         |
| drs. M. Zwaan (wet. medew.)                             | [TW 4]           |
| <br>mw. W.E.G. van Eijk                                 | <br>secretaresse |

### *Algemeen*

De afdeling werd op 1 september samengevoegd met de afdeling Zuivere Wiskunde tot de nieuwe afdeling Analyse, Algebra en Meetkunde, met als chef prof.dr. M. Hazewinkel. Dit verslag vermeldt de TW-aangelegenheden voor het gehele verslagjaar 1988.

Tot 1 september berustte de leiding van de afdeling bij prof.dr. H.A. Lauwerier; tot aan zijn pensionering per 30 november was hij co-chef. Op 9 december werd te zijner ere een afscheidssymposium georganiseerd en werd hem een receptie aangeboden. Er werd een boek getiteld *TW in Beeld* aangeboden met voor deze gelegenheid door TW-medewerkers geschreven artikelen.

De dagelijkse leiding van de afdeling was tot 1 september in handen van de souschef dr. N.M. Temme. Dr.ir. J. Grasman (RU Utrecht) trad op als begeleider voor het onderzoek in het deelproject Stochastische populatiedynamica (TW 1.1).

Bij de planning en evaluatie van het wetenschappelijk onderzoek werd de afdeling bijgestaan door de Adviescommissie voor Toegepaste en Numerieke Wiskunde.

Het assistentschap van drs.ir. J.A.P. Heesterbeek werd per 1 oktober omgezet in een aanstelling als onderzoeker in opleiding.

### *Wetenschappelijk onderzoek*

De afdeling kende de volgende onderzoeksprojecten:

- TW 1 Dynamische systemen met stochastische storingen.
- TW 2 Asymptotiek en toegepaste analyse.
- TW 3 Niet-lineaire analyse en biomathematica.
- TW 4 Verwerking en reconstructie van beelden.

Een gedetailleerd verslag van het wetenschappelijk onderzoek is in deel II van dit jaarverslag opgenomen.



## VERSLAG VAN DE AFDELING MATHEMATISCHE STATISTIEK

*Samenstelling*

|   |          |
|---|----------|
| prof.dr. R.D. Gill (chef, tot 1 sept.)                            | [MS 1,4] |
| dr. R. Helmers (souschef)   | [MS 1]   |
| dr. A.J. Baddeley (wet. medew., vanaf 1 okt.)                     | [MS 4]   |
| drs. D. Bakker (wet. medew., verv. dienstplicht, vanaf 1 dec.)    | [MS 1]   |
| drs L.G. Barendregt (wet. medew., gedetacheerd)                   | [MS 4]   |
| dr. H.C.P. Berbee (wet. medew.)                                   | [MS 2]   |
| drs. A.L.M. Dekkers (wet. medew.)                                 | [MS 1]   |
| dr. K.O. Dzhaparidze (wet. medew.)                                | [MS 1]   |
| mw.dr. S.A. van de Geer (wet. medew.)                             | [MS 1]   |
| prof.dr. P. Groeneboom (adviseur)                                 | [MS 2]   |
| prof.dr. L.F.M. de Haan (adviseur)                                | [MS 1]   |
| drs. A. Hoogendoorn (wet. medew., verv. dienstplicht, tot 1 aug.) | [MS 1]   |
| dr. R.A. Moyeed (wet. medew., vanaf 1 okt)                        | [MS 4]   |
| prof.dr. S. Tardif (gastmedew., tot 1 aug.)                       | [MS 1]   |
| drs. E.A.G. Weits (wet. medew., tot 1 aug.)                       | [MS 2]   |

mw.drs. L.M. Schultze

secretaresse

*Algemeen*

Bij de planning en evaluatie van het wetenschappelijk onderzoek werd de afdeling bijgestaan door de Adviescommissie voor Stochastiek en Waarschijnlijkheidsrekening.

Prof.dr. R.D. Gill (chef) verliet de afdeling op 1 september. Per ingang van deze datum werd hij benoemd tot hoogleraar in de Stochastiek aan de RU Utrecht. Tevens werd hij bij het CWI aangesteld als adviseur bij het project Analyse en (re)constructie van beelden (MS 4). Op 1 september werden de afdelingen Mathematische Statistiek en Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie samengevoegd tot de afdeling Besliskunde, Statistiek en Systeemtheorie, en werd J.K. Lenstra benoemd tot chef van de nieuwe afdeling.

Met ingang van 1 oktober werden aangesteld dr. A.J. Baddeley (projectleider MS 4) en dr. R.A. Moyeed (wet. medewerker MS 4).

*Wetenschappelijk onderzoek*

De afdeling kende de volgende onderzoeksprojecten:

MS 1 Semiparametrische statistiek.

MS 2 Stochastische processen.

MS 4 Analyse en (re)constructie van beelden.

Een gedetailleerd verslag van het wetenschappelijk onderzoek is in deel II van dit jaarverslag opgenomen.

VERSLAG VAN DE AFDELING MATHEMATISCHE BESLISKUNDE EN SYSTEEMTHEORIE

*Samenstelling*

|  |              |
|--|--------------|
| prof.dr. J.K. Lenstra (chef)   | [MB 1]       |
| J.M. Anthonisse (wet. medew.)  | [MB 1]       |
| dr. J. van den Berg (wet. medew., vanaf 1 dec.)                                  | [MB 2]       |
| drs. J.L. van den Berg (wet. medew.)   | [MB 2]       |
| C. Bibo (stagiair, vanaf 1 nov.)   | [MB 1]       |
| J. Borst (stagiair, van april-juli)  | [MB 1]       |
| prof.dr.ir. O.J. Boxma (wet. medew.)   | [MB 2]       |
| prof.dr.ir. J.W. Cohen (adviseur)  | [MB 2]       |
| prof.dr. F.A. van der Duyn Schouten (wet. medew.)                                | [MB 2]       |
| drs. W.P. Groenendijk (wet. medew.)  | [MB 2]       |
| (prof.dr. M. Hazewinkel (chef ZW))   | [MB 3]       |
| drs. J.A. Hoogeveen (wet. medew., NFI)   | [MB 1]       |
| L. Jans (stagiair, van 22 febr.-1 okt.)  | [MB 1]       |
| mw.drs. M. Kuijper (wet. medew., vanaf 15 febr.)                                 | [MB 3]       |
| drs. B.J.B.M. Lageweg (wet. medew.)  | [MB 1]       |
| drs. H. Oosterhout<br>(stagiair, van 22 febr.-1 okt.; wet. medew., vanaf 1 nov.) | [MB 1]       |
| dr. M.W.P. Savelsbergh (Shell fellow)  | [MB 1]       |
| prof.dr. A. Schrijver (wet. medew.)  | [MB 1]       |
| J.N.T. Schuit (stagiair, van 15 juni-15 okt.)                                    | [MB 3]       |
| prof.dr. J.M. Schumacher (wet. medew.)   | [MB 3]       |
| dr.ir. J.H. van Schuppen (wet. medew.)   | [MB 3]       |
| A. Siekerman (stagiair, van april-juli)  | [MB 1]       |
| ir. S.A. Smulders (wet. medew., tot 31 dec., STW)                                | [MB 3]       |
| drs. S.L. van de Velde (wet. medew., NFI)  | [MB 1]       |
| drs. B. Veltman (wet. medew.)  | [MB 1]       |
| ir. P.R. de Waal (wet. medew., STW)  | [MB 3]       |
| drs. P. Wartenhorst (wet. medew., vanaf 16 okt.)                                 | [MB 2]       |
| dr. J.W. van der Woude (Shell fellow, vanaf 1 jan.)                              | [MB 3]       |
| mw. C. Zwaneveld (stagiair, van 22 febr.-1 okt.)                                 | [MB 1]       |
| mw.drs. L.M. Schultze  | secretaresse |

*Algemeen*

Bij de planning en evaluatie van het onderzoek werd de afdeling bijgestaan door de Adviescommissie voor Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie.

Op 31 maart promoveerde M.W.P. Savelsbergh aan de Erasmus Universiteit te Rotterdam op een proefschrift getiteld *Computer Aided Routing*; promotor was J.K. Lenstra.

Op 1 september werden de afdelingen Mathematische Statistiek en Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie samengevoegd tot de afdeling

Besliskunde, Statistiek en Systeemtheorie, en werd J.K. Lenstra benoemd tot chef van de nieuwe afdeling.

J.K. Lenstra bracht de periode van 10 september tot 17 december door aan het Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA.

### *Wetenschappelijk onderzoek*

De afdeling kende de volgende onderzoeksprojecten:

MB 1 Combinatorische optimalisering.

MB 2 Analyse en besturing van informatiestromingen in netwerken.

MB 3 Systeem- en regeltheorie.

Een gedetailleerd verslag van het wetenschappelijk onderzoek is in deel II van dit jaarverslag opgenomen.

### VERSLAG VAN DE AFDELING NUMERIEKE WISKUNDE

#### *Samenstelling*

|   |          |
|---|----------|
| prof.dr. P.J. van der Houwen (chef)   | [NW 1,4] |
| dr.ir. H.J.J. te Riele (souschef)   | [NW 3,4] |
| drs. M. Bergman (wet. assistent, tot en met 31 dec.)  | [NW 4]   |
| mw.drs. J.G. Blom (programmeur)   | [NW 1]   |
| drs. E.D. de Goede (wet. medew.)  | [NW 1,4] |
| drs. P.W. Hemker (wet. medew.)  | [NW 2]   |
| dr. W.H. Hundsdorfer (wet. medew.)  | [NW 1]   |
| drs. J. Kok (wet. medew.)   | [NW 4]   |
| ir. B. Koren (wet. medew.)  | [NW 2]   |
| drs. W.M. Lioen (programmeur)   | [NW 3,4] |
| mw.drs. M. Louter-Nool (programmeur)  | [NW1,4]  |
| H. Meckering (stagiair, tot 1 juni)   | [NW 1]   |
| drs. J. Molenaar (wet. medew., vanaf 15 febr.)  | [NW 2]   |
| ir. J. Mooiman (wet. medew., vanaf 1 aug.; voorlopig<br>gedetacheerd bij Waterloopkundig Laboratorium; STW) | [NW 1]   |
| mw.drs. P.A. van Mourik (wet. medew., vanaf 1 mei)  | [NW 4]   |
| drs. R.R.P. van Nooyen (wet. medew., vanaf 15 febr.)  | [NW 2]   |
| drs. J.J.F.M. Schlichting (wet. medew., CDC)  | [NW 4]   |
| B.P. Sommeijer (programmeur)  | [NW 1,4] |
| dr.ir. J.H.M. ten Thije Boonkkamp (wet. medew., tot 1 dec.)   | [NW 1]   |
| dr. J.G. Verwer (wet. medew.)   | [NW 1]   |
| prof.dr. H.A. van der Vorst (adviseur)  | [NW 4]   |
| prof.dr.ir. P. Wesseling (adviseur)   | [NW 2]   |
| D.T. Winter (programmeur)   | [NW 3,4] |
| drs. P.M. de Zeeuw (programmeur)  | [NW 2]   |
| drs. P. Zegeling (wet. medew., STW)   | [NW 1]   |

mw. W.E.G. van Eijk (tot 16 dec.)  
 mw. L.C. Verdonk-Heeneman (vanaf 16 dec.)

secretaresse  
 secretaresse

### *Algemeen*

Bij de planning en evaluatie van het wetenschappelijk onderzoek werd de afdeling bijgestaan door de Adviescommissie voor Toegepaste en Numerieke Wiskunde.

P.W. Hemker werd voor 0.1 van de werktijd onbetaald verlof verleend voor het vervullen van een adviseurschap bij Philips te Eindhoven. P.W. Hemker was tot 1 september voor 0.1 deeltijd werkzaam voor de RU Utrecht, waar hij een caputcollege numerieke wiskunde (multiroostermethoden) verzorgde. Prof.dr. P.J. van der Houwen is tevens verbonden aan de Universiteit van Amsterdam als bijzonder hoogleraar in de Toepassingen van de Wiskunde.

Op 7 september promoveerde J.H.M. ten Thije Boonkkamp aan de Universiteit van Amsterdam op een proefschrift getiteld *The Numerical Computation of Time-Dependent Incompressible Fluid Flow*; promotor was prof.dr. P.J. van der Houwen en co-promotor dr. J.G. Verwer.

Op 13 april studeerde W.M. Lioen af bij de Faculteit Wiskunde en Informatica van de Universiteit van Amsterdam, alsook M. Bergman op 22 juni.

J.H.M. ten Thije Boonkkamp verliet op 30 november de dienst om een functie te aanvaarden bij het Natuurkundig Laboratorium van Philips te Eindhoven.

### *Wetenschappelijk onderzoek*

De afdeling kende de volgende onderzoeksprojecten:

- NW 1 Discretisatie van beginwaardeproblemen.
- NW 2 Multiroostertechnieken voor randwaardeproblemen.
- NW 3 Getaltheorie met behulp van de computer.
- NW 4 Numerieke programmatuur.

Een gedetailleerd verslag van het wetenschappelijk onderzoek is in deel II van dit jaarverslag opgenomen.

### VERSLAG VAN DE AFDELING PROGRAMMATUUR

#### *Samenstelling*

|  |          |
|--|----------|
| prof.dr. J.W. de Bakker (chef)                     | [AP 1]   |
| prof.dr. K.R. Apt (wet. medew.)                    | [AP 6]   |
| prof.dr. J.A. Bergstra (adviseur)                  | [AP 2,3] |
| dr. M. Bezem (wet. medew.)                         | [AP 5,6] |
| drs. F.S. de Boer (wet. medew.)                    | [AP 1]   |
| drs. R.N. Bol (wet. medew.)                        | [AP 6]   |
| drs. N.W.P. van Diepen (wet. medew., tot 31 maart) | [AP 3]   |

|   |                |
|---|----------------|
| drs. M.H.H. van Dijk (wet. medew., BSO)                   | [AP 3]         |
| drs. A. Eliëns (wet. medew.)                              | [AP 5]         |
| dr. P. van Emde Boas (adviseur)                           | [AP 5,6]       |
| mw.ir. L.C. van der Gaag (wet. medew.)                    | [AP 5]         |
| drs. R.J. van Glabbeek (wet. medew.)                      | [AP 4]         |
| drs. H.J.M. Goeman (wet. medew., RU Leiden, tot 15 dec.)  | [AP 2]         |
| ir. J.F. Grootte (wet. medew., vanaf 16 febr.)            | [AP 2]         |
| J. Heering (wet. medew.)                                  | [AP 3]         |
| drs. P.R.H. Hendriks (wet. medew.)                        | [AP 3]         |
| mw. M.C.L. Kempenaar (stagiair, tot 30 juni)              | [AP 5]         |
| prof.dr. P. Klint (wet. medew.)                           | [AP 3]         |
| prof.dr. J.W. Klop (wet. medew.)                          | [AP 4]         |
| drs. J.N. Kok (wet. medew., SION, tot 30 sept.)           | [AP 1]         |
| drs. J.W.C. Koorn (wet. medew., BSO, vanaf 1 sept.)       | [AP 3]         |
| drs. L. Kossen (wet. medew., vanaf 1 mei)                 | [AP 5]         |
| H.W. Lenferink (stagiair, tot 1 sept.)                    | [AP 5]         |
| drs. P.J.F. Lucas (wet. medew.)                           | [AP 5]         |
| mw. drs. E.A. van der Meulen (wet. medew., vanaf 1 april) | [AP 3]         |
| drs. J.C. Mulder (wet. medew., tot 31 maart)              | [AP 2]         |
| drs. A. Ponse (wet. medew., vanaf 16 maart)               | [AP 2]         |
| drs. J.G. Rekers (wet. medew.)                            | [AP 3]         |
| drs. J.M. Rukkers (wet. medew., tot 31 aug.)              | [AP 5]         |
| drs. J.J.M.M. Rutten (wet. medew.)                        | [AP 1]         |
| drs. J.W. Spee (wet. medew., vanaf 1 nov.)                | [AP 5]         |
| M. Teunisse (wet. assistent)                              | [AP 5]         |
| drs. F.W. Vaandrager (wet. medew.)                        | [AP 2]         |
| drs. F.-J. de Vries (wet. medew., vanaf 1 okt.)           | [AP 4]         |
| drs. W.P. Weijland (wet. medew.)                          | [AP 2]         |
| mw. L. Vasmel-Kaarsemaker                                 | (secretaresse) |

### *Algemeen*

Bij de planning en evaluatie van het wetenschappelijk onderzoek werd de afdeling bijgestaan door de Adviescommissie voor Informatica.

Van september tot en met december was prof.dr. K.R. Apt als hoogleraar verbonden aan de Universiteit van Texas, afdeling Informatica, te Austin. Prof.dr. J.W. de Bakker en prof.dr. J.W. Klop zijn tevens verbonden aan de Vrije Universiteit Amsterdam, als buitengewoon hoogleraar in de Informatica resp. Toegepaste Logica. Prof.dr. P. Klint is buitengewoon hoogleraar in de Informatica aan de Universiteit van Amsterdam.

Dr. M. Bezem, drs. R.J. van Glabbeek en drs. P.J.F. Lucas verzorgden ieder een college aan de Universiteit van Amsterdam, vakgroep Programmatuur.

*Wetenschappelijk onderzoek*

De afdeling kende de volgende onderzoeksprojecten:

- AP 1 Concurrency.
- AP 2 Formele specificatiemethoden.
- AP 3 Uitbreidbare programmeeromgevingen.
- AP 4 Termherschrijfsystemen.
- AP 5 Expertsystemen.
- AP 6 Logische aspecten van kunstmatige intelligentie.

Een gedetailleerd verslag van het wetenschappelijk onderzoek is in deel II van dit jaarverslag opgenomen.

#### VERSLAG VAN DE AFDELING ALGORITMIEK EN ARCHITECTUUR

*Samenstelling*

|  |             |
|--|-------------|
| prof. L.G.L.T. Meertens (chef)                               | [AA 3, 5.2] |
| mw. C. Algeo, B.A. (programmeur, vanaf 1 sept.)              | [AA 2]      |
| A.F. Bakker (stagiair, van 10 maart tot 27 aug.)             | [AA 4]      |
| drs. C.A. van den Berg (wet. medew.)                         | [AA 4]      |
| K.T.L. Blom (stagiair, vanaf 1 sept.)                        | [AA 3]      |
| ir. E.D.G. Boeve (verv. dienstplicht, vanaf 1 sept.)         | [AA 3]      |
| H. van het Bolscher (stagiair, tot 1 febr.)                  | [AA 3]      |
| P. Bosch (stagiair, van 7 maart tot 1 juli)                  | [AA 2]      |
| F.A. Bosman (stagiair, vanaf 22 aug.)                        | [AA 4]      |
| J.-H. Bührman (stagiair, van 7 maart tot 1 juli)             | [AA 2]      |
| K.C. Chan (stagiair, van 29 maart tot 1 dec.)                | [AA 4]      |
| drs. F. van Dijk (programmeur)                               | [AA 3]      |
| E.G.M. Embsen (stagiair, vanaf 15 aug.)                      | [AA 3]      |
| drs. M.M. Fokkinga (wet. medew., vanaf 1 juli, Univ. Twente) | [AA 5]      |
| M. Gathier (stagiair, vanaf 22 aug.)                         | [AA 4]      |
| drs. L.J.M. Geurts (wet. medew., tot 1 maart)                | [AA 3]      |
| J.C. van der Heide (stagiair, tot 27 jan.)                   | [AA 3]      |
| A.J. Jansen (programmeur)                                    | [AA 2]      |
| drs. J.T. Jeurig (o.i.o., vanaf 1 jan.)                      | [AA 5]      |
| dr. M.L. Kersten (wet. medew.)                               | [AA 4]      |
| K. Kim (gastmedew., vanaf 7 nov.)                            | [AA 2]      |
| dr. E. Kranakis (wet. medew.)                                | [AA 1]      |
| drs. T.J.G. Krijnen (programmeur)                            | [AA 3]      |
| D.D.M. Krizanc Ph.D. (gastmedew., vanaf 15 sept.)            | [AA 1]      |
| F. Lim (stagiair, tot 1 febr.)                               | [AA 3]      |
| H.E. Lohuis (stagiair, van 1 febr. tot 1 juli)               | [AA 3]      |
| J.E. Lyons M.Sc. (gastmedew., van 29 aug. tot 8 sept.)       | [AA 2]      |
| D. McAuley (gastmedew., van 8 tot 27 aug.)                   | [AA 2]      |
| dr. S.J. Mullender (wet. medew.)                             | [AA 2]      |

|  |              |
|--|--------------|
| S. Pemberton B.A. (wet. medew.)                        | [AA 3]       |
| drs. G. van Rossum (wet. medew.)                       | [AA 2, 3]    |
| drs. F.H. Schippers (wet. medew., tot 1 juli)          | [AA 4]       |
| I. Shizgal M.S. (wet. medew.)                          | [AA 2]       |
| drs. A.P.J.M. Siebes (wet. medew.)                     | [AA 4]       |
| J.T. Tromp (stagiair, vanaf 16 aug.)                   | [AA 1]       |
| mw. N.Th. Verbrugge (wet. medew., vanaf 1 maart)       | [AA 4]       |
| prof.dr.ir. P.M.B. Vitányi (wet. medew.)               | [AA 1]       |
| mw.drs. M.H. van der Voort (wet. medew., vanaf 1 juni) | [AA 4]       |
| K.S. Yap M.Sc. (gastmedew., tot 10 jan.)               | [AA 2]       |
| ing. S. van der Zee (verv. dienstplicht, vanaf 1 mei)  | [AA 2]       |
| mw. M.W.A. Hegt  | secretaresse |

### *Algemeen*

Bij de planning en evaluatie van het wetenschappelijk onderzoek werd de afdeling bijgestaan door de Adviescommissie voor Informatica.

Met ingang van 1 september werd het onderzoeksproject Cryptografie ingedeeld bij de afdeling AA. Voor een verslag van de werkzaamheden van dit project wordt verwezen naar het verslag van de afdeling Zuivere Wiskunde.

Dr. M.L. Kersten is als universitair hoofddocent voor 0.2 f.t.e. in dienst bij de Vrije Universiteit.

Prof. L.G.L.T Meertens was tevens als hoogleraar verbonden aan de RU Utrecht.

In het kader van het Amoeba project verbleef dr. S.J. Mullender in de maanden januari, maart en mei aan het Computer Laboratory van de University of Cambridge, UK.

Prof.dr.ir. P.M.B. Vitányi was tevens als hoogleraar verbonden aan de faculteit Wiskunde en Informatica van de Universiteit van Amsterdam.

### *Wetenschappelijk onderzoek*

De afdeling kende de volgende onderzoeksprojecten:

- AA 1 Complexiteit en algoritmen.
- AA 2 Transparantie van architecturen.
- AA 3 Computersystemen en ergonomie.
- AA 4 Gespreide adaptieve informatiesystemen.
- AA 5 Constructieve algoritmiek.

Een gedetailleerd verslag van het wetenschappelijk onderzoek is opgenomen in deel II van dit jaarverslag.

*Samenwerking en Consultaties***NFI/STOP**

Voor een verslag van het CWI-aandeel in dit landelijke project, dat in 1988 is aangevangen, zij verwezen naar het wetenschappelijk verslag van project AA 5. Zie voorts het verslag Educatieve werkzaamheden.

**VERSLAG VAN DE AFDELING INTERACTIEVE SYSTEMEN***Samenstelling*

|   |                  |
|---|------------------|
| drs. P.J.W. ten Hagen (chef)                                  | [IS 1,2,3,4,5]   |
| dr. V. Akman (wet. medew., tot 1 juni)                        | [IS 4]           |
| prof.dr. F. Arbab (gastmed., van 8 juni-27 juli)              | [IS 4]           |
| R.J. van Bavel (stagiair, tot 1 juli)                         | [IS 2]           |
| dr. P. Bernus (gastmedew.)                                    | [IS 4]           |
| E.H. Blake B.Sc. (Hons.) (wet. medew., vanaf 1 april, STW)    | [IS 1]           |
| drs. C.L. Blom (wet. medew.)                                  | [IS 2]           |
| P.W.M. Booyen (stagiair, vanaf 16 okt.)                       | [IS 1]           |
| M. van Dijk (assistent tot 1 maart; programmeur vanaf 1 aug.) | [IS 1]           |
| drs. W. Eshuis (wet. medew.)                                  | [IS 5]           |
| I. Herman M.Sc. (wet. medew., vanaf 1 okt.)                   | [IS 1]           |
| drs. A.A.M. Kuijk (wet. medew.)                               | [IS 1]           |
| R. van Liere (programmeur)                                    | [IS 3]           |
| ing. D.B.M. Otten (wet. medew., vanaf 1 jan.)                 | [IS 4]           |
| R. Pieters Kwiers (stagiair, vanaf 1 sept.)                   | [IS 4]           |
| ir. J.L.H. Rogier (wet. medew., TNO-ITI)                      | [IS 4]           |
| mw. Zs. Ruttkay M.Sc (gastmedew., van 28 maart-16 april)      | [IS 3,4]         |
| drs. M.M. de Ruiter (wet. medew.)                             | [IS 2]           |
| drs. H.J. Schouten (wet. medew.)                              | [IS 3]           |
| ir. P. Spilling (wet. medew., vanaf 1 jan.)                   | [IS 5]           |
| mw.ir. C.G. Trienekens (wet. medew., STW)                     | [IS 1]           |
| drs. P.J. Veerkamp (wet. medew.)                              | [IS 4]           |
| mw.drs. J. van der Vegt (wet. medew., vanaf 1 mei)            | [IS 2]           |
| E.J. Weijers (stagiair, tot 1 maart)                          | [IS 4]           |
| R. Willemsen (stagiair, tot 1 juli)                           | [IS 2]           |
| <br>mw. M.W.A. Hegt   | <br>secretaresse |

*Algemeen*

Bij de planning en evaluatie van het wetenschappelijk onderzoek werd de afdeling bijgestaan door de Adviescommissie voor Informatica.

*Wetenschappelijk onderzoek*

De afdeling kende de volgende onderzoeksprojecten:

IS 1 Computer-grafiek.



- IS 2 Gebruikersinterfaces.
- IS 3 Dialoogprogrammering.
- IS 4 Intelligente CAD-systemen.
- IS 5 Gebruikersbesturingssystemen.

Een gedetailleerd verslag van het wetenschappelijk onderzoek is in deel II van dit jaarverslag opgenomen.

## VERSLAG VAN DE BIBLIOTHEEK EN INFORMATIEDIENST

### *Samenstelling*

|                                    |                      |
|------------------------------------|----------------------|
| drs. F.A. Roos                     | bibliothecaris       |
| mw. K.J. van Gemert                | assistent            |
| mw. E.J. Herweijer                 | medewerker           |
| mw. Th. de Hoog                    | assistent            |
| drs. M.W. Mettrop (vanaf 16 maart) | informatiemedewerker |
| H.A. Meyer                         | medewerker           |
| mw. A.L. Ong                       | medewerker           |
| R.M. van Rooijen                   | medewerker           |
| mw.drs. J. Sterringa               | medewerker           |
| H.W. Stoffel                       | medewerker           |

### *Algemeen*

In het verslagjaar kwam de Bibliotheekcommissie (samenstelling per 1 januari: prof.dr. H.A. Lauwerier (voorzitter), dr. H.C.P. Berbee (MS), mw.ir. L.C. van der Gaag (AP), drs. B.J. Lageweg (MB), dr.ir. H.J.J. te Riele (NW), dr. N.M. Temme (TW) en dr. J. de Vries (ZW)) zes maal bijeen.

In de loop van het jaar deed zich een aantal wijzigingen voor in de samenstelling van de Bibliotheekcommissie. De afdelingen AA en IS kregen een vertegenwoordiger in de commissie. Dit zijn dr. M.L. Kersten (AA) en drs. H.J. Schouten (IS). Door de samenvoegingen van de afdelingen ZW en TW, resp. MB en MS verlieten drs. B.J. Lageweg (MB) en dr. N.M. Temme (TW) de commissie. De nieuwe afdeling BS wordt vertegenwoordigd door dr. H.C.P. Berbee en de nieuwe afdeling AM door dr. J. de Vries.

Wegens pensionering legde prof.dr. H.A. Lauwerier na 11 jaren de vergaderingen geleid te hebben het voorzitterschap in november neer. Hij werd opgevolgd door dr.ir. H.J.J. te Riele, die tevens vertegenwoordiger bleef van de afdeling NW.

De vergaderingen werden door de bibliothecaris bijgewoond; mw. J. Sterringa trad op als notulist.

De wetenschappelijke afdelingen gaven advies inzake de aanschaf van boeken en van abonnementen op tijdschriften. Daarnaast verleenden zij medewerking bij het classificeren van de nieuwe boeken. In het kader van de herindeling rest nog de vertaling van de tabellen en publikaties in het Russisch. Wegens ziekte is in de behandeling hiervan vertraging opgetreden. Door het

aantrekken van een uitzendkracht gedurende 3 maanden kon de achterstand enigszins worden verkleind. Data-entry (STO) verzorgde een belangrijk deel van de invoer van nieuwe rapporten in het rapportenbestand.

In het verslagjaar werd door STO de verdere automatisering van de bibliotheek met behulp van het INGRES-softwarepakket voortgezet. Zo werd begonnen met automatisering van de uitleenadministratie. Eind van het jaar werd het de bibliotheek mogelijk gemaakt te experimenteren met een sterk vereenvoudigde versie van de online catalogus. Kleine problemen met de automatisering van de tijdschriftenadministratie werden opgelost. Door de bibliotheek werd begonnen met het invoeren van de basisgegevens van de tijdschriften. Met PICA (Centrum voor Bibliotheekautomatisering) werden besprekingen gevoerd over afstemming van de automatiseringsactiviteiten t.b.v. de bibliotheek. Bij de gesprekken waren vertegenwoordigers van STO aanwezig.

Omdat er bij de open kastplaatsing van de boeken knelpunten ontstonden werd een aantal kasten bijgeplaatst. Het benutten van de daardoor beschikbaar gekomen ruimte ging gepaard met een grote doorschuifoperatie. Het op microfilm zetten van rapportseries werd voortgezet.

Een delegatie van de bibliotheek van de Akademie van Wetenschappen van de USSR te Leningrad bracht op 22 januari een bezoek aan de CWI-bibliotheek.

Een stagiair van de Faculteit Informatie en Communicatie (voormalige Frederik Muller Academie voor bibliotheekopleidingen) van de Hogeschool Amsterdam deed gedurende 3 maanden op de bibliotheek praktische ervaring op.

Evenals in het vorige verslagjaar werden de volgende activiteiten gecontinueerd:

- de verzorging van ruil van wiskundige publikaties tussen de mathematische instituten in Nederland (en België). In totaal werden 514 (v.j. 309) rapporten en andere publikaties gedistribueerd;
- de uitgaven van de door de Bibliotheek verzorgde aanwinstenlijsten van boeken en rapporten (AW- en AR-series);
- het houden van een tentoonstelling van boeken en tijdschriften tijdens de Vakantiecursus voor leraren te Eindhoven en Amsterdam. In Amsterdam werd medewerking verleend door een boekhandel.

Via het interbibliothecair leenverkeer zijn 3636 aanvragen (v.j. 3936) binnengekomen, waarvan er 1892 (v.j. 2282) gehonoreerd konden worden. Van de aanvragen die niet gehonoreerd konden worden bleken 724 items (nog) niet aanwezig te zijn in de collectie. Daarnaast werden aan de bezoekers van buiten het CWI 1569 titels (v.j. 1522) uitgeleend en aan eigen medewerkers 1891 titels (v.j. 1780).

Drs. M.W. Mettrop volgde S.I. Thé op als informatiemedewerker voor de informatieverzorging ten behoeve van het wetenschappelijk onderzoek. Bij de informatieverzorging werd gebruik gemaakt van moderne auto-dial-up apparatuur voor het automatisch in contact treden met externe databases. In

het verslagjaar zijn 39 (v.j. 30) opdrachten uitgevoerd. Voor derden werd het mogelijk (tegen betaling) gebruik te maken van de diensten van de informatie-medewerker voor het online raadplegen van externe databases.

De collectie van de bibliotheek werd uitgebreid met 1176 boeken (v.j. 1215), 6873 rapporten (v.j. 6566) en 72 nieuwe tijdschriftenabbonementen (v.j. 61) waarvan er 26 door ruil werden verworven. Hiervan behoort een aantal titels tot de lopende WG-tijdschriftencollectie, die op het CWI is ondergebracht.

Enkele nieuwe tijdschrifttitels zijn:

- Annals of differential equations (Fuzhou Univ., Fuzhou)
- Asymptotic analysis (North-Holland, Amsterdam)
- Communication on applied mathematics and computation (Shanghai)
- Complex systems (Complex Systems Publ. Inc., Champaign)
- Computing systems (Univ. of California, Berkeley)
- International journal of adaptive control and signal processing (Wiley, Chichester)
- International journal of expert systems (JAI Press, Greenwich)
- Izvestiya Akademii Nauk SSSR. Tekhnicheskaya kibernetika (Nauka, Moskva)
- Journal of the American Mathematical Society (AMS, Providence)
- Journal of combinatorial mathematics and combinatorial computing (Charles Babbage Research Centre, Winnipeg)
- Journal of cryptology (Springer, New York)
- Journal of new generation computer systems (Akademie Verlag, Berlin)
- Journal of theoretical probability (Plenum Press, New York)
- LISP and symbolic computation (Kluwer, Boston)
- Machine vision and applications (Springer, New York)
- Neural networks (Pergamon, New York)
- Nonlinearity (IOP, Bristol)

De *Online Informatie Konferentie Nederland*, die op 23 en 24 februari te Rotterdam plaats vond, werd bezocht door F.A. Roos.

Mw. A.L. Ong en F.A. Roos bezochten op 18 november in Amsterdam de studiedag *Informatieverlies* georganiseerd door de Stichting Wetenschappelijke en Technische Informatie.

Informatiemedewerker M.W. Mettrop bezocht 6-8 december de *12th International Online Information Meeting* te Londen.

Aan de bijeenkomsten van de *Werkgroep PAD* (Programmatuur, Apparatuur en Datatransmissie) van de Vereniging van Online Gebruikers In Nederland (VOGIN) werd deelgenomen door M.W. Mettrop en F.A. Roos. Voorts bezocht M.W. Mettrop gebruikersdagen van hostorganisaties die de mogelijkheid bieden externe databases te raadplegen.

## VERSLAG VAN DE SECTOR COMPUTERSYSTEMEN EN TELEMATICA

### *Samenstelling*

|                                      |                      |
|--------------------------------------|----------------------|
| dr. D.C.A. Bulterman                 | chef                 |
| J.N. Akkerhuis (tot 1 mei)           | systeemprogrammeur   |
| P. Beertema                          | systeemprogrammeur   |
| M. Carrasquer (vanaf 1 oktober)      | programmeur          |
| mw. D.L. Draper                      | systeemprogrammeur   |
| E. Gronke (tot 1 maart)              | systeemprogrammeur   |
| A.C. IJsselstein                     | programmeur          |
| D. Karrenberg                        | systeemprogrammeur   |
| A. van de Klaauw (vanaf 1 september) | technisch medewerker |
| B. Kotterink                         | technisch medewerker |
| R. ten Kroode (vanaf 1 september)    | programmeur          |
| F. Kuiper                            | programmeur          |
| K.S. Mullender (vanaf 1 september)   | systeemprogrammeur   |
| mw. C. Orange                        | programmeur          |
| F. M. Rahmani                        | technisch medewerker |
| mw. C. Pelder                        | secretaresse         |

### *Algemeen*

De taak van de sector Computersystemen en Telematica (CST) is zorg te dragen voor en ondersteuning te geven bij aankoop, installatie, ontwikkeling en onderhoud van computersystemen voor ontwikkelingswerk en onderzoek van het CWI. Door deze diversiteit aan taken heeft CST zowel een ondersteunende als een onderzoekstaak (het laatste betreft vooral de ontwikkeling van operating systems, netwerkvoorzieningen en tekstverwerkingsfaciliteiten).

De hoofdgebieden van aandacht voor de sector gedurende 1988 waren het ontwerpen en aanleggen van een nieuwe local-area netwerk infrastructuur voor het CWI, de vernieuwing van de centrale computerfaciliteiten en de uitbreiding van de werkstationinfrastructuur op het CWI, en de versterking van de onderzoekstaken van de sector. Daarnaast heeft de sector ook veel aandacht moeten besteden aan de uitbreiding van het Europese EUnet wide-area netwerk en aan het ondersteunen van tekstverwerkingsfaciliteiten binnen het CWI.

Het nieuwe instituutsnetwerk voor het CWI kwam eind 1988 gereed. Het netwerk bestaat uit een aantal thin-wire ethernets die met elkaar verbonden zijn door gebruik van vier backbone netwerken. Iedere kamer op het CWI heeft nu toegang tot drie verschillende ethernetnetwerken; ieder ethernetwerk heeft toegang tot alle centrale CWI-computers en tot de diverse file servers van de werkstations. Het netwerk wordt ook gebruikt als een verbindingsmiddel voor onze diverse personal computers (voornamelijk Apple Macintosh PCs) en ongeveer tien laserprinters.

De plaatsing van vernieuwde centrale computerfaciliteiten is begonnen rond eind 1988. Een Encore Multimax-320 werd in dienst genomen om de belasting

van onze bestaande VAX apparatuur te verminderen. Naast de Encore is ook een Alliant parallel processing system aangeschaft om het onderzoek op het gebied van numerieke wiskunde te ondersteunen. Dankzij de aanschaf van een aantal SUN 3/60 clients en een derde SUN-3/280 fileserver, heeft het CWI de eerste grote stappen gezet in de omschakeling van een 'centrale computers'-model naar een op werkstations gebaseerd 'client/server'-model.

Op het gebied van wide-area networking heeft het CWI een aantal nieuwe lijnen opgezet met onderzoekinstellingen in Engeland (University of Kent) en Frankrijk (INRIA). Deze lijnen zullen worden gebruikt als een onderdeel van de door CWI ondersteunde EUnet infrastructuur. Wat betreft EUnet hebben wij ook de bestaande samenwerkingsverbanden met andere internationale netwerken uitgebreid. Als gevolg hiervan is het CWI nu rechtstreeks met het Amerikaanse Internet verbonden en zijn nieuwe (of verbeterde) verbindingen gerealiseerd met HEPnet. Op binnenlands niveau heeft de NLUUG de eerste stappen genomen om de last van het EUnet-verkeer binnen Nederland over te nemen. Ook op dit niveau heeft het CWI een intentieverklaring ondertekend met de stichting SURF om samen te werken op het gebied van de opbouw van een verbeterde binnenlandse netwerk infrastructuur.

Naast het al bestaande ondersteuningswerk van de sector CST, is aan een uitbreiding van onze onderzoekstaken begonnen. In een in januari gestart project, Euromath, heeft CST, in samenwerking met partners in Ierland en Denemarken, een volledige functional specification ontworpen. De sector is nu bezig met een implementatie van een prototype-versie van Euromath om de basiscomponenten van het systeem te demonstreren. Er is ook begonnen aan twee nieuwe onderzoeksprojecten: een netwerk-protocol project dat een RFC-822/X.400 electronic mail gateway zal onderzoeken voor een UNIX-omgeving, en een network services project dat netwerkdiensten binnen een LAN-omgeving (zoals print- en backup-services) zal gaan coördineren.

Het aantal medewerkers binnen CST is gegroeid van 11 naar 13 mensen. K.S. Mullender en R. ten Kroode zijn in dienst getreden als systeemprogrammeurs die verantwoordelijkheid dragen voor, respectievelijk, onze grote systemen (de Harris, de Vaxen, de Alliant en de Encore), en onze werkstations. A. van der Klaauw is in dienst gekomen in verband met aanleg en beheer van ons nieuwe netwerk. M. Carrasquer is in dienst gekomen in verband met het Euromath project. Helaas heeft de sector CST gedurende 1988 ook twee zeer gewaardeerde medewerkers zien vertrekken: na een dienstverband van negen jaar is J.N. Akkerhuis vertrokken naar Carnegie-Mellon University en na anderhalf jaar is E. Gronke naar de USA teruggekeerd. Daarentegen kwam dr. D.C.A. Bulterman vanuit de USA in dienst om de nieuwe sectorchef van CST te worden op 1 januari 1988.

**VERSLAG VAN DE SECTOR ONDERZOEKSBEHEER EN -VOORLICHTING**  
Gedurende het verslagjaar was de sector als volgt samengesteld:

dr. J.C.P. Bus (tot 1 september) chef  
drs. F. Bakker (per 1 september) chef

|                                 |                            |
|---------------------------------|----------------------------|
| mw. D.C.M. Amende-Konijn        | medewerker                 |
| mw. A.C. Baanders               | medewerker                 |
| mw. R. Brouwer (per 1 juli)     | secretaresse OBV           |
| mw. W.E.G. van Eijk             | secretaresse ZW, TW en NW  |
| mw. C. Goedhart                 | documentalist              |
| mw. M.W.A. Hegt                 | secretaresse AA en IS      |
| mw.mr.drs. M.Y. van der Heijden | stafmedewerker             |
| drs. A.R. Kloost                | stafmedewerker             |
| mw. N. Mitrovič                 | secretaresse chef ZW       |
| dr. H.M. Nieland                | stafmedewerker             |
| mw. C. Pelder                   | secretaresse CST, SEZ, STO |
| mw.drs. L.M. Schultze           | secretaresse MS en MB      |
| drs. F. Sniijders (per 1 juli)  | medewerker                 |
| C.E. Thomson                    | medewerker                 |
| mw. L. Vasmel-Kaarsemaker       | secretaresse AP            |
| mw. L. Verdonk-Heeneman         | secretaresse NW            |

In de werkzaamheden van de sector OBV kan men verschillende taakgroepen onderscheiden. De sector verzorgt de begeleiding van beoordeling en uitvoering van de Landelijke Projecten Wiskunde van de stichting. Ook de beleidsvoorbereiding, de begrotingsvoorbereiding en -bewaking behoren tot dit takenpakket. In het verslagjaar heeft de sector tevens het Bureau van de Stichting i.o. Informatica Onderzoek in Nederland (SION) verzorgd. Tot 1 mei 1988 was dr. J.C.P. Bus uitvoerend secretaris van SION.

Een tweede taak betreft de wetenschapsvoorlichting en -presentatie. In het verslagjaar werd veel aandacht besteed aan het realiseren van de nieuwe opzet van het Annual Report. Ook de vormgeving en afwerking van de Beleidsnota CWI 1988-1993 met Supplement, die zowel in het Nederlands als in het Engels verscheen, vergde veel tijd. Naast enkele persberichten verscheen in de serie WIN een artikel over de voorspelbaarheid van het weer (promotie-onderzoek van dr. H.E. de Swart in het kader van een STW-project). Dr. H.M. Nieland trad toe tot de redactie van de CWI Quarterly (per 1 januari 1988 de nieuwe naam van de CWI Newsletter), werd eindredacteur van de interne CWI-mededelingen (het uitvoerende werk was in handen van mw. C. Goedhart) en voerde tevens de eindredactie van het verslag van de workshop Strategisch Onderzoek in Informatica en Wiskunde (22-23 september), waaraan onder meer ook meewerkten mw. M.Y. van der Heijden en mw. J.A.C. Reissaus. Voorts coördineerde hij de voorbereidingen van het symposium Regeling en Planning in het Verkeer (12 oktober), dat werd georganiseerd in het kader van de rol van het CWI bij kennistransfer. Van 19 tot 23 september bezocht, op uitnodiging van het Wiskundig Genootschap en het CWI, dr. S. Garfunkel (USA) ons land met een videoshow van educatief materiaal op het gebied van de wiskunde, die hij op vier plaatsen vertoonde; Nieland verzorgde de voorbereiding en begeleiding. Tenslotte benutte Nieland een verblijf in Japan voor een vijftiental gesprekken met diverse personen rond de thema's kennistransfer, educatie, wetenschapsvoorlichting en uitwisseling.

Een derde belangrijke taak is de stafondersteuning aan bestuur en directie alsmede de ondersteuning bij opzet en beheer van nationale en internationale samenwerkingsprojecten. Veel aandacht werd besteed aan de versterking en uitbouw van de contacten met overheidsorganisaties, grote technologische instituten en TNO, en met het bedrijfsleven. Hierbij hoort uiteraard ook het opstellen van contracten en licenties en andere zaken van juridische aard. Mw. van der Heijden nam deel aan de Studiedag Europa 1992 en aan de PAO-cursus Ins en Outs van Automatiseringscontracten.

De verzorging van de secretariële ondersteuning van de afdelingen door detachering van secretaresses en coördinatie van hun werkzaamheden is eveneens een taak van OBV. Dit geldt ook de secretariële ondersteuning van diverse besturen en commissies. Zo verzorgde OBV gedurende het verslagjaar het uitvoerend secretariaat van het Curatorium, alsmede tot 1 september 1988 het secretariaat van het Overleg Beleidszaken en het Managementteam. Van diverse commissies en groepen werd het secretariaat door medewerkers van OBV verzorgd.

Per 1 juli trad de heer drs. F. Snijders in dienst als Coördinator cursus- en conferentieorganisatie. In deze functie verleent hij organisatorische en administratieve ondersteuning ten behoeve van congressen, symposia, bezoeken en cursussen. Belangrijke bijeenkomsten in 1988 waren de workshop 'Research and Education in Concurrent Systems' (30 mei-3 juni, Noordwijkerhout), de workshop 'Strategisch Onderzoek in Informatica en Wiskunde (22-23 september, Noordwijk), het symposium 'Regeling en Planning in het Verkeer' (12 oktober, CWI) en de 'GMD/INRIA/CWI Workshop' (17-18 november, CWI). De heer Snijders nam in 1988 deel aan de cursus 'Conference management voor gevorderden' (Delden, 6-9 oktober) en aan de studiedag van het Nederlands Congresbureau (Utrecht, 29 november). Verder was hij als adviseur verbonden aan het vakblad voor de congresbedrijfstak 'Congresvisie'.

Het secretariaat van de Stichting Opleidingen Statistiek (SOS) werd door mw. Baanders verzorgd.

Tenslotte werd de verkoop en distributie van door het CWI verzorgde publikaties, alsmede een aantal werkzaamheden t.b.v. het secretariaat van het Wiskundig Genootschap en de redactie van de Mededelingen van het WG verzorgd door OBV.

In het verslagjaar heeft per 1 september 1988 een wisseling van chef plaatsgevonden. Dr. J.C.P. Bus aanvaardde een functie bij de Europese Gemeenschap in Brussel en drs. F. Bakker, chef STO, nam de functie per bovengenoemde datum over.

## VERSLAG VAN DE SECTOR SOCIAAL-ECONOMISCHE ZAKEN

### *Samenstelling*

drs. G.F.Ch. Hardeveld Kleuver (chef)

mw. C. Pelder (secretaresse)

*Financiële Dienst*

W.J. Mol (hoofd)  
 H.G. van den Berg  
 E. de Boer  
 mw. M.C. Principaal-la Bast  
 J.T. Schlepers  
 mw. M. Seveke-Bloedjes

*Personeelsdienst*

G.M.A. Reniers (hoofd per 1 juli)  
 mw. A.K. van den Berg  
 P.W. den Hertog  
 mw. W.S. van Geenhuizen (per 1 september)

*Civiele Dienst*

T.A.C. van Campenhout (hoofd)  
 mw. E. Binnenmarsch-Nagtegaal  
 mw. M.I. Braxhoofden-Lieuwen  
 mw. J.H. van Dijk-Groesbeek  
 F.R.B. Heerenveen  
 mw. G.H.A. Hemminga-Meijer  
 mw. M. Koot-de Groot  
 E.E. Lamping (per 1 december)  
 mw. M. Lioen-Beemer  
 F.F. Mulder (1 september-31 oktober)  
 C.O. Poku  
 R.A. Resin  
 mw. M. Steehouder-van Nigtevegt  
 F.J. van Suchtelen (1 september-31 december)

*Algemeen*

Deze sector is verantwoordelijk voor het financieel beheer en de personele en civiele zaken van de Stichting en het instituut.

Per 1 januari 1988 is er een aantal taken op het gebied van het projectbeheer door SEZ van de sector OBV overgenomen.

*Financiële Dienst*

De Financiële Dienst (FD) voerde de administratie van alle financiële zaken en de daarmee samenhangende correspondentie van de SMC en het CWI en de gemeenschappelijke voorzieningen van het Wetenschappelijk Centrum Watergraafsmeer (WCW). Tot het takenpakket behoorden ook het verzorgen van de inkoop van goederen en diensten en het materieelbeheer.

Verder had de dienst een belangrijk aandeel in het opstellen van begrotingen, de jaarlijkse rekening en verantwoording, en in het uitvoeren van een aantal financiële analyses gedurende het verslagjaar. Ook behoorde tot de taakvervulling de administratief-financiële begeleiding van het wetenschappelijk



onderzoek en de opdrachten voor derden alsmede de voorbereiding en de afwikkeling van bezoeken van personeelsleden aan binnen- en buitenlandse conferenties, congressen, cursussen, etc. in samenwerking met de Personeelsdienst.

Met betrekking tot de uitvoering van deze taken moet worden opgemerkt dat het bestaande boekhoudkundige en administratieve systeem is gemoderiseerd en is vervangen door nieuwe hard- en software. De medewerkers van de FD hebben een aantal cursussen gevolgd om effectief met het nieuwe systeem te kunnen werken.

#### *Personeelsdienst*

De Personeelsdienst (PD) was belast met behartiging van de personele zaken en de daaraan verbonden administratie en correspondentie en werd ook ingeschakeld bij de opstelling van de begroting van de personele lasten. Bij de uitvoering van enkele taakonderdelen werd gebruik gemaakt van de beschikbare computerfaciliteiten. De automatische verwerking van de salarissen werd verzorgd met medewerking van Centraal Beheer-CEA.

De aan de pensioenverzekeringen bij Centraal Beheer Pensioenverzekering en bij het Algemeen Burgelijk Pensioenfonds verbonden administratie en correspondentie werd eveneens door de Personeelsdienst verzorgd. Tevens verleende de Personeelsdienst bemiddeling bij de ontvangst en huisvesting van buitenlandse gasten.

Per 1 september werd om de sterk toegenomen werkzaamheden van de PD uit te kunnen blijven voeren een nieuwe personeelsfunctionaris, t.w. mw. W.S. van Geenhuizen, aangetrokken.

#### *Civiele Dienst*

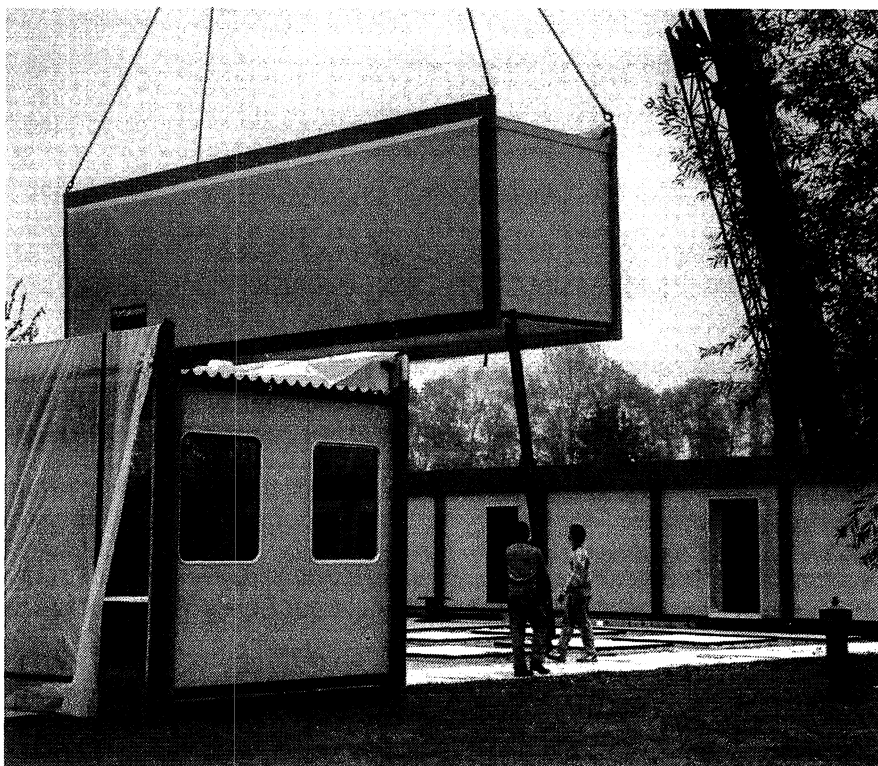
De taken van de Civiele Dienst (CD) vallen in een drietal onderdelen uiteen, t.w. het beheer van het gebouw, de receptie en de kantine (WCW-taak). Het beheer van het gebouw omvat het toezicht houden op en de verzorging van het gebouw. Hiertoe behoren o.a. het verrichten van kleine onderhoudswerkzaamheden, het beheer van zalen, magazijnen en kantoorartikelen, alsmede de postverwerking. In 1988 is als gevolg van de bestaande ruimtenood, besloten om tijdelijke huisvesting in de onmiddellijke omgeving van het huidige gebouw te realiseren. Dit in afwachting van de realisatie van nieuwbouw. Aan de realisatie van de portakabins is veel tijd besteed, zo ook aan de toewijzing van de vrijgekomen kamers na verhuizing van medewerkers.

De schoonmaak van het gebouw was evenals vorige jaren uitbesteed aan een schoonmaakbedrijf.

De receptie verzorgde inkomende en uitgaande interlokale en internationale telefoongesprekken en verleende haar diensten bij de ontvangst van bezoekers. Deze werkzaamheden, evenals het verzorgen van uitgaande post, het versturen van telexberichten en het verlenen van assistentie bij voorkomende administratieve werkzaamheden worden door een drietal dames in parttime dienst uitgevoerd.

De kantine is een gemeenschappelijke voorziening voor het WCW-complex.

De medewerkers/sters verzorgen de maaltijdverstrekking, recepties en lunches voor het personeel van de WCW-partners, evenals de koffie- en theeronden voor het CWI. Ook droeg men zorg voor de diverse automaten die in het CWI staan opgesteld. De exploitatie van de kantine is in handen van het CWI.



*Huisvesting is een van de taken van de sector Sociaal-Economische Zaken. In 1988 werden Portakabins geplaatst, als tijdelijke oplossing voor het nijpende ruimtegebrek. In november werden alle leden van de afdeling Analyse, Algebra en Meetkunde in de Portakabins ondergebracht.*

#### VERSLAG VAN DE SECTOR TECHNISCHE ONDERSTEUNING (STO)

##### *Samenstelling*

drs. F. Bakker - chef (vanaf 1 september waarnemend chef)  
mw. C. Pelder - secretaresse

[STO]  
[STO]

##### *Samenstelling Computer Service en Applicatie Programmering*

dr. M. Bakker  
F.J. Burger

[ap 1]  
[ap 1]

|  |             |
|--|-------------|
| H.P. Dijkhuis (coördinator ap 1)                 | [ap 1]      |
| drs. C.Th. Everaars                              | [ap 1]      |
| K. van 't Hoff                                   | [ap 2]      |
| R. van der Horst                                 | [ap 1]      |
| drs. B. Lisser                                   | [ap 1]      |
| M.C. Nieuwland                                   | [ap 2]      |
| drs. H. Noot (coördinator CAP, coördinator ap 2) | [ap 2]      |
| B.P. Rouwhorst                                   | [ap 1]      |
| drs. D. Soede                                    | [ap 1]      |
| J. van der Steen                                 | [CSO]       |
| A.G. Steenbeek                                   | [ap 1]      |
| drs. M. de Vries                                 | [ap 2]      |
| F.A.M. van de Wiel                               | [CSO]       |
| drs. J. Wolleswinkel (coördinator CSO)           | [CSO, ap 2] |

### *Taakgroep Computerservice en Applicatie Programmering (CAP)*

De taakgroep is samengesteld uit 3 deelgroepen, te weten:

- Computer Services en Ondersteuning (CSO).
- Applicatie Programmering 1 (ap 1)
- Applicatie Programmering 2 (ap 2)

*Computer Services en Ondersteuning (CSO).* De taak van deze groep bestaat uit het geven van ondersteuning aan medewerkers van het CWI bij het gebruik van computersystemen, met name gericht op de interne Unix-systemen, Mac's en MS-DOS-machines. Deze ondersteuning valt uiteen in 4 delen: individuele advisering, het ontwikkelen en presenteren van cursussen, de vervaardiging van documentatie en het beheer en onderhoud (en incidenteel ontwikkelen) van programmatuur en/of speciale apparatuur.

Het zwaartepunt van de individuele advisering ligt bij het inwerken van nieuwe gebruikers, en bij het oplossen van problemen met tekstverwerking. Ook wordt op dit gebied geadviseerd bij bijzondere wensen. Tenslotte heeft de groep een algemene loketfunctie: voor ieder automatiseringsprobleem is de groep aanspreekbaar, zonodig wordt het contact gelegd met de betreffende specialisten.

Eerste versies van een handleiding bij het nieuwe ms-macro-pakket (te gebruiken bij de \*troff-tekstverwerkingssystemen), een inleiding op de Korn-shell en een beschrijving van de standaard door CSO geïnstalleerde KSH-environment, kwamen zover gereed, dat deze aan gebruikers konden worden verstrekt.

Voor Mac-Microsoft-Word-gebruikers werd aanvullende documentatie vervaardigd.

Aan eigen programmatuur werden (voor gebruik bij het \*troff-tekstverwerkend systeem) ontwikkeld:

- de accenten preprocessor 'a2s',
- een checker voor de syntax van matrices binnen eqn,

- programmatuur en macro's voor de automatische generatie van een index en inhoudsopgave.

In het verslagjaar werd ook het onderhoud van het relationele database-systeem Ingres bij de groep ondergebracht. In dit kader werd een actieve rol gespeeld in de Ingres-gebruikersvereniging (IUGB), o.a. werd een belangrijke bijdrage geleverd aan de organisatie van de op 3 november gehouden eerste gebruikersconferentie.

Aan speciale apparatuur werd door de groep beheerd een 'Imagemaker', een apparaat voor het produceren van (kleuren-)dia's m.b.v. standaard programmatuur op Mac of MS-DOS-machine, en een LCD-scherm, een apparaat om een Mac-scherm op een projectiescherm zichtbaar te maken.

In het verslagjaar werd door het Managementteam voor een andere vorm van de standaard-layout voor wetenschappelijke publikaties gekozen. Aan de totstandkoming van deze keuze, en de implementatie van hulpmiddelen voor het verkrijgen van de layout werd een aanzienlijke bijdrage geleverd. Deze implementatie zal zich uitstrekken tot in 1989.

*Applicatie Programmering 1 (ap 1).* Deze groep verrichtte werkzaamheden voor eigen externe opdrachtgevers en voor een aantal wetenschappelijke afdelingen van het CWI.

- *Externe Opdrachten*

In onderstaande lijst van opdrachten van derden, uitgevoerd door of met medewerking van ap1, worden alleen de wat omvangrijker projecten vermeld.

- Cursussen Pascal (overheidsinstelling)
- Archivering van chemische analyses (universitair instituut)
- Evaluatie tentamen- en examengegevens (enkele instituten)
- Ontwikkeling en onderhoud tabellenpakket (overheidsinstituut)
- Ontwikkeling en onderhoud uniformeringspakket programmatuur (overheidsinstituut)
- Complete automatisering wetenschappelijke taalkundige gegevens (wetenschappelijk instituut)
- Onderzoek basispeilen kustgebied (overheidsinstituut)
- Ontwikkeling, documentatie en overdracht van een pakket voor het rekenen met absorptie simulatie modellen (industrie)

- *Ondersteuning wetenschappelijke afdelingen*

Dit betrof:

- Ondersteuning van de afdeling Numerieke Wiskunde bij diverse projecten, waaronder het EEG-project Diamond. Dit project behelst de ontwikkeling van een programmatheek van numerieke standaardprogrammatuur in de programmeertaal Ada. Hierin wordt gerekend met accurate operaties. Na de implementatie is er in het verslagjaar voornamelijk getest met de ontwikkelde programmatuur.
- Ondersteuning van de afdeling Analyse, Algebra en Meetkunde:
  - Groep Cryptografie. Er werd verder gewerkt aan een

elektronisch betalingssysteem, waarbij een gebruiker met behulp van een PC kan betalen, waarbij hij anoniem blijft. Er werd een begin gemaakt met het RIPE-project: het ontwerpen van gereedschap voor cryptografische doeleinden.

- Ontwikkeling van de interpretator van het Lie-programmapakket. Dit pakket stelt wiskundigen en fysici in staat om on-line informatie op te vragen over en berekeningen uit te voeren met matrices, vectoren en Lie-algebra's.
- Ondersteuning van de afdeling Interactieve Systemen bij diverse projecten, zoals:
  - Actieve deelname aan ISO-standaardisatie werkzaamheden op gebied van Computer Graphics (internationale werkgroepen over PHIGS, CGI, GKS-review).
  - Het implementeren van een grafisch systeem op een dataflow computer.
  - Een consultatie project (een overheidsinstelling).
  - Integreren van splines in GKS-3D door ontwerp van geschikte datastructuren.
  - Het implementeren van een Fortran- en een C schil om de C kernel van GKS-3D.
  - Diverse bestuurlijke en organisatorische activiteiten ten aanzien van het grafisch gebeuren.
  - Diverse publikaties i.v.m. bovenstaande projecten.

Een belangrijk project was het Dataflow Computing voor Graphics: In het kader van een onderzoekscontract met Dataflow Technology Nederland bv werd een bijdrage geleverd aan het ontwerp van de architectuur en programmatuur van een zeer geavanceerd grafisch systeem, gebaseerd op dataflow processors.

In tegenstelling tot de traditionele Von Neumann computers, is het bij een dataflow computer niet nodig om de volgorde van executie van de uit te voeren instructies in het programma vast te leggen. Daarentegen moet de stroom van de te verwerken data beschreven worden.

Iedere instructie is een apart proces, dat parallel met andere instructies kan worden uitgevoerd. De arithmetische processors zijn 'data-driven', d.w.z. ze voeren een instructie uit zo gauw alle invoerdata beschikbaar zijn. Synchronisatie en communicatie vallen hierbij samen. Deze technieken maken parallele operaties mogelijk, hetgeen zeer geschikt is voor toepassingen op het gebied van Computer Graphics.

Met de bouw van een grafisch systeem in zo'n dataflow omgeving wordt getracht een zeer hoge snelheid te bereiken, in de orde van 3 tot 10 veranderende beelden per seconde, bij een beeldscherm-resolutie van 1280 x 1024 rasterpunten. Dit is inclusief 'hidden surface removal' en het interpoleren van kleuren, via verschillende methoden (Gouraud-, Phong-shading). Deze snelheid zou geschikt

zijn voor real-time animaties. Er werden ook interfaces ontworpen voor de afbeelding van grafische standaarden, zoals GKS-3D en PHIGS+, op het systeem.

Dit project wordt in 1989 voortgezet.

- Ondersteuning van de afdeling Besliskunde, Statistiek en Systeemtheorie bij diverse projecten, waaronder
  - Citatenanalyse: onderzoek naar citeergedrag van wetenschappelijke onderzoekers.
  - EVA: Ethologische Event verzameling en Analyse. Er wordt software ontwikkeld voor event analyse op IBM-PC's.
  - Verder onderzoek aan en ondersteuning, gebruik en demonstraties van de pakketten:
    - S: een statistisch georiënteerde interactieve UNIX-omgeving voor data-analyse en grafieken. S biedt de gebruiker de gelegenheid tot interactief rekenen, grafische weergave via een uitgebreid scala van grafische randapparaten, data management- en structurering, en MACRO-faciliteiten.
    - Verdere ontwikkeling en aanvulling van het interactief beeldanalyse pakket Z. Dit pakket stelt de gebruiker in staat gedigitaliseerde beelden weer te geven en te bewerken, zowel in een UNIX-omgeving als op een Macintosh.

*Applicatie Programmering 2 (ap 2).* De werkzaamheden ten behoeve van de kantoor- en bibliotheekautomatisering bestonden wederom grotendeels uit het (verder) ontwikkelen van Ingres applicaties waarbij een zwaartepunt bij de bibliotheekautomatisering lag. Hiervoor is o.a.:

- een provisorische versie van een interactief te raadplegen catalogus beschikbaar gesteld en is de implementatie van een vollediger versie een stuk gevorderd.
- veel tijd gestoken in de conversie van de oude bij SARA onder gebrachte bibliotheekbestanden naar een voor Ingres geschikte vorm. Dit project is nog niet voltooid.
- een uitleenadministratie ontworpen en vrijwel geïmplementeerd.
- aan de tijdschriftenadministratie veel verbeterd.
- het onderzoek naar de mogelijkheden tot samenwerking met Pica voortgezet.

Andere werkzaamheden.

- Computer-ondersteuning bij de organisatie van het MTNS 89 congres. De hierbij opgedane ervaring zal van nut zijn bij de realisatie van een algemeen bruikbaar systeem voor de ondersteuning van congres-organisatie.
- Een database applicatie ten behoeve van CST.
- Het leveren van bijdragen aan Nederlandstalige handleidingen voor Macintosh programmatuur.
- Wederom evaluatie van tekstverwerkings- en administratieve programmatuur voor de Macintosh.

- Voortgezete begeleiding van een uitgeverij bij een groot tekstverwerkingsproject.
- Uitgebreide studie van recente literatuur op het gebied van kantoor- en bibliotheekautomatisering.

De in het vorige verslagjaar opgerichte stuurgroep kantoor- en bibliotheekautomatisering kwam dit jaar drie maal bijeen.

#### *Samenstelling Publikatiedienst*

|                                 |                     |
|---------------------------------|---------------------|
| D. Zwarst                       | hoofd               |
| W.A.M. Aspers                   | ontwerp en redactie |
| R.T. Baanders                   | ontwerp en redactie |
| L.W. Bartelink                  | reproductie         |
| mw. L.M. Brown (tot 1 maart)    | tekstverwerking     |
| M. Delussu                      | tekstverwerking     |
| mw. T.G.H.M.E. Feijen-Collast   | data-entry          |
| mw. N. Koetsier                 | tekstverwerking     |
| mw. J. Kustina                  | tekstverwerking     |
| mw. E.P.M. Meys (tot 1 oktober) | tekstverwerking     |
| mw. E. Middelberg               | tekstverwerking     |
| mw. C.J. Pol-Swagerman          | tekstverwerking     |
| mw. R.W.T. Riechelmann-Huis     | tekstverwerking     |
| mw. Y.E. Samseer                | tekstverwerking     |
| J. Schipper                     | reproductie         |
| J. Suiker (tot 1 september)     | reproductie         |
| C.E. Thomson                    | ontwerp en redactie |
| mw. G. Verloop-Woudman          | tekstverwerking     |
| J.W. van der Werf               | reproductie         |

*Publikatiedienst (Publ).* De Publikatiedienst bestaat uit de afdelingen Ontwerp en Redactie, Reproductie (dagelijkse leiding J. Schipper), Tekstverwerking en Data-entry (dagelijkse leiding mw. C.J. Pol-Swagerman). Zij hebben tot taak de redactionele ondersteuning, de grafische verzorging, en het typen en reproduceren van een gevarieerd aantal uitgaven. Dit betreft niet alleen de wetenschappelijke uitgaven zoals Monographs (in samenwerking met North-Holland Publishing Company), Tracts, Syllabi, rapporten en de CWI Quarterly, maar ook jaarverslagen, beleidsnota's en brochures. Voorts worden werkzaamheden voor de Landelijke Werkgemeenschappen/Samenwerkingsverbanden in SMC-verband en voor derden uitgevoerd, onder andere voor het Wiskundig Genootschap, de Stichting i.o. Informatica Onderzoek in Nederland, de Vereniging voor Statistiek.

Tot de taken van de Publikatiedienst behoort ook het beheer van de fotokopieerapparatuur. Een uitzendkracht (halve dagen) is belast met het uitvoeren van grote opdrachten (kopieerapparaat begane grond).

OVERZICHT VAN COMMISSIES, BESTUREN, E.D.

Hieronder volgt een overzicht van (externe) commissies, besturen e.d. van instellingen, organisaties en organen op wetenschappelijk, onderwijskundig of technisch gebied, waarin personeelsleden van het CWI in 1988 zitting hadden. In enkele gevallen is een korte toelichting gegeven op de werkzaamheden. Ook het lidmaatschap van enkele redactiecommissies is in het overzicht opgenomen.

*Academie voor Informatica*

prof.dr. P.C. Baayen (bestuurslid)

*ACM Special Interest Group on Operating Systems*

dr. S.J. Mullender (vice-voorzitter)

*Ada-Europe Numerics Working Group*

drs. J. Kok (voorzitter)

D.T. Winter (lid)

*Adviescommissie voor Informatica*

prof.dr. J.W. Klop (secretaris)

*Amsterdamse Raad voor Informatica en Telecommunicatie (ARIT)*

prof.dr. P.C. Baayen (lid tot 14 september)

drs. J. Nuis (lid vanaf 14 september)

*Arctic '88, Advanced Course on Distributed Systems, Tromsø, Noorwegen, juli 1988*

dr. S.J. Mullender (voorzitter programme committee)

*ARIT-Commissie Marktstimulering*

prof.dr. P.C. Baayen (lid tot 14 september)

drs. J. Nuis (lid vanaf 14 september)

*Association Ada-Europe*

drs. J. Kok (lid van de board)

*Banach Centre semester on Mathematical Statistics, voorjaar 1989*

prof.dr. R.D. Gill (organisator)

*Benoemingsadviescommissie Informatica RU Utrecht*

prof. L.G.L.T. Meertens (lid)

*Benoemingsadviescommissie hoogleraar Informatica (ontwerpen van programma's) TU Eindhoven*

prof. L.G.L.T. Meertens (lid)

*Benoemingsvoorbereidingscommissie hoogleraar Statistiek TU Delft*

prof.dr. R.D. Gill (lid)

*Bernoulli Society, European Regional Committee*

prof.dr. R.D. Gill (lid)

*Bèta-federatie*

drs. P.J.W. ten Hagen (vertegenwoordiger namens het NGI)

*Bijeenkomst van Stochastici*

dr. R. Helmers (lid organisatiecommissie)

*Bijeenkomsten van mathematisch besliskundigen 1988 en 1989*

drs. B.J. Lageweg (organisator)



*Commissie van Aanbeveling van de Stichting Post Hoger Technisch Onderwijs 'Amsterdam'*

prof.dr. P.C. Baayen (lid tot 1 september)

drs. P.J.W. ten Hagen (lid)

*Commissie Nationale Faciliteit Informatica (NFI)*

prof. L.G.L.T. Meertens (lid)

*Commissie Persoonlijke Archieven Wiskundigen (CPAW)*

prof.dr. P.C. Baayen (lid namens WG)

drs. J. Nuis (lid)

*Commissie Vakantiecursus voor Leraren*

prof.dr. M. Hazewinkel (lid)

dr. J. van de Lune (lid)

drs. F. Snijders (organisatie)

*Commissie van Voorbereiding PAO Wiskunde*

prof.dr. M. Hazewinkel (voorzitter)

dr. J. de Vries (plaatsvervangend lid)

*Commissie Beroepsgerichte Informatica-opleiding*

prof.dr. P.C. Baayen (lid)

*Commissie Historie Automatisering Nederland (CHAN)*

drs. J. Nuis (lid)

*Communication and Protocol Task Force under the Distributed Systems Advisory Board*

dr. S.J. Mullender (lid)

*Computing Science in the Netherlands (CSN88)*

prof.dr. J.W. Klop (lid programmacomité)

prof. L.G.L.T. Meertens (lid deelprogrammacommissie Programmatuur en Architectuur)

*Concurrency Colloquium C<sup>3</sup>/REX, Amsterdam, 1989*

prof.dr. J.W. de Bakker (lid organisatiecommissie)

*Conference Applications of Supercomputers in Engineering, Southampton, 1989*

dr.ir. H.J.J. te Riele (member of International Scientific Advisory Committee)

*Conference BIBOS VI, Karpacz, Polen*

prof.dr. M. Hazewinkel (organisatiecommissie)

*Conference Parallel Architectures and Languages Europe (PARLE) 89*

prof.dr. J.W. de Bakker (lid program committee)

*COST 11 ter, Distributed Systems Management project (MANDIS)*

dr. S.J. Mullender (lid)

*Curatorium Bijzonder Hoogleraarschap Computational Physics, VU Amsterdam*

prof.dr. P.C. Baayen (lid)

*Curatorium Bijzondere Leerstoel Theoretische Informatica, in het bijzonder de logica van gedistribueerde systemen en kunstmatige intelligentie, VU Amsterdam*

prof.dr. J.W. de Bakker (lid)

*ECMI*

prof.dr. M. Hazewinkel (lid)

*ESPRIT Project Parallel Architectures and Languages*

prof.dr. J.W. de Bakker (lid project coordination committee, voorzitter working group on semantics and proof techniques)

*EURO III Foundation*

drs. B.J. Lageweg (secretaris)

*EUROMATH*

prof. L.G.L.T. Meertens (lid project technical committee)

*Eurographics '88 Conferentie*

drs. P.J.W. ten Hagen (lid programmacommissie)

*EUROGRAPHICS, the European Association for Computer Graphics*

drs. W. Eshuis (lid conference board)

drs. P.J.W. ten Hagen (vice-chairperson, chairperson working groups and working board)

I. Herman M.Sc. (lid executive committee)

drs. M.M. de Ruiter (coopted lid executive committee)

*European Mathematical Council Database Committee*

prof.dr. M. Hazewinkel (vertegenwoordiger Nederland)

*European Symposium on Programming (ESOP'88)*

prof.dr. P. Klint (lid programmacomité)

*EXIN, werkgroep P-modulen*

dr. M.L. Kersten (lid en als zodanig verantwoordelijk voor het ontwerp van de exameneisen HP-7)

*Extending Database Technology (EDBT)'90, Venetië, Italië*

dr. M.L. Kersten (lid program committee)

*Foundations of Computation Laboratory, Queensland, Australië*

prof.dr. J.W. de Bakker (member advisory board)

*Fourteenth International Symposium on Mathematical Foundations of Computer Science, Rytro, 1989*

prof.dr. J.W. de Bakker (member program committee)

*Fourth Annual IEEE Structure in Complexity Theory Conference, Eugene, Oregon, USA, 1989*

prof.dr.ir. P.M.B. Vitányi (lid program committee)

*Frontiers in Computing*

prof.dr. P.C. Baayen (lid Honorary Board congres)

*Frontiers in Information Technology*

prof.dr. P.C. Baayen (lid Permanent Board)

dr. D.C.A. Bulterman (secretaris)

*HIO 'De Maere', Enschede*

dr. M.L. Kersten (rijksgecommitteerde)

*IFIP TC2 Working Conference on Constructing Programs from Specifications*

prof. L.G.L.T. Meertens (lid programmacommissie)

*The Institute of Mathematics and its Applications (IMA)*

dr. P.W. Hemker (associate fellow)

drs. J. Kok (associate fellow)

*International Association for Mathematics and Computers in Simulation (IMACS)*

- prof.dr. P.J. van der Houwen (member Direction Committee for the Netherlands)
- B.P. Sommeijer (member Direction Committee for the Netherlands)
- dr. J.G. Verwer (member Direction Committee for the Netherlands)
- International Colloquium on Automata, Languages and Programming (ICALP89), Turijn, Italië*
- prof.dr. J.W. Klop (lid programmacomité)
- International Conference on Logic Programming, Lissabon, juni 1989*
- prof.dr. K.R. Apt (lid programmacomité)
- International Conference on Principles of Database Systems (PODS), Austin*
- prof.dr. K.R. Apt (lid program committee)
- International Conference on Principles of Distributed Computing, Toronto*
- prof.dr. K.R. Apt (lid program committee)
- International Congress on Computational and Applied Mathematics, Leuven, 1988*
- prof.dr. P.J. van der Houwen (member program committee)
- International Federation for Information Processing (IFIP)*
- prof. L.G.L.T. Meertens (lid van Working Group 2.1 on ALGOL)
- prof.dr. K.R. Apt en prof.dr. J.W. de Bakker (lid van Working Group 2.2 on Formal Description of Programming Concepts)
- dr. P. Bernus (lid van Working Group 5.8 on Industrial Systems Specification & Documentation)
- prof.dr.ir. O.J. Boxma (secretaris-penningmeester van Working Group 7.3.)
- dr. D. Chaum (voorzitter van Working Group 11.6.)
- International Seminar on the Performance of Distributed and Parallel Systems, Tokyo, 1988*
- prof.dr.ir. O.J. Boxma (lid programmacomité)
- International Steering Committee BAIL Conferences*
- dr. P.W. Hemker (lid)
- International Symposium on Mathematical Programming, Amsterdam, 1991*
- prof.dr. J.K. Lenstra (chairman)
- prof.dr. A. Schrijver (co-chairman)
- International Symposium on the Mathematical Theory of Networks and Systems, 1989*
- prof.dr. J.M. Schumacher (lid organizing committee)
- dr.ir. J.H. van Schuppen (co-chairman)
- ISO/IEC JTC1 SC 24 (subcommissie van ISO voor Computer Grafiek)*
- dr. M. Bakker (delegatieleider, tevens delegatieleider van ISO/IEC JTC1 SC 24/WG 4 (werkgroep van ISO voor Computer Graphics Language Bindings), lid van de SC 24 Advisory Group en lid van de SC 24 Special Working Group)
- F.J. Burger (lid)
- drs. P.J.W. ten Hagen (lid, tevens rapporteur Working Group on Graphics and Window Management)
- R. van Liere (lid, tevens rapporteur Working Group on Input and Interaction)
- B.P. Rouwhorst (lid)

*Jury Blaeuprijs Amsterdam*

prof.dr. P.C. Baayen (lid)

*Landelijk Samenwerkingsverband Algebra en Meetkunde SMC*

prof.dr. P.C. Baayen (lid coördinatiecommissie)

*Mathematical Programming Society*

prof.dr. J.K. Lenstra (voorzitter Executive Committee)

prof.dr. A. Schrijver (lid Council)

*Mathematics of Program Construction*

drs. M.M. Fokkinga (lid programmacommissie)

prof. L.G.L.T. Meertens (lid programmacommissie)

*NAG*

prof.dr. P.J. van der Houwen (advisor PDE chapters)

dr. N.M. Temme (advisor on special functions chapter)

dr. P.W. Hemker (member)

*Nederlands Forum voor Techniek en Wetenschap (NFTW)*

prof.dr. P.C. Baayen (lid)

*Nederlands Genootschap voor Informatica (NGI)*

dr. M. Bakker (secretaris bestuur sectie CAD/CAM en Computer Grafiek)

drs. P.J.W. ten Hagen (bestuurslid)

*Nederlands Instituut voor Registeraccountants (NIVRA)*

J.M. Anthonisse (lid examencommissie keuzerichting wiskundige methoden)

*Nederlands Normalisatie Instituut (NNI)*

dr. M. Bakker (voorzitter normcommissie NC 381/24 (Computer Grafiek) en lid Beleidssubcommissie voor Informatie Technologie)

*Nederlandse Commissie voor de Wiskunde (NCW)*

Van deze in 1977 opgerichte commissie van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen waren lid prof.dr. P.C. Baayen (tevens contactpersoon namens NWO) en prof.dr. J.W. de Bakker.

*Nederlandse Werkgroep Grafische Standaards*

drs. P.J.W. ten Hagen (voorzitter)

*Netwerk Mathematische Besliskunde*

prof.dr. J.K. Lenstra (voorzitter)

*Netwerk Systeem- en Regeltheorie*

prof.dr. J.M. Schumacher (secretaris)

*NFI-Colloquium*

prof. L.G.L.T. Meertens (organisator)

*Oberwolfach bijeenkomst 'Martingale Methods in Statistics'*

prof.dr. R.D. Gill (organisator)

*Open Universiteit*

prof.dr. P. Klint (lid programmacommissie technische wetenschappen)

*PAO Informatica*

dr. M.L. Kersten (plv. lid voor het CWI in het bestuur)

*Promotiecommissies*

prof.dr. K.R. Apt (J.M. Kerisit, Univ. 7, Parijs, 29 juni)

prof.dr. K.R. Apt (J.M. Pugin, Univ. 7, Parijs, 29 juni)

prof.dr.ir. O.J. Boxma (R.J. Wijbrands, TU Eindhoven, 11 maart)

- prof.dr.ir. O.J. Boxma (S.J. de Klein, RU Utrecht, 19 september)  
 prof.dr.ir. O.J. Boxma (M.B.M. de Koster, TU Eindhoven, 1 november)  
 dr. A.M. Cohen (H. van Maldeghem, Univ. van Gent, België, 2 juni)  
 prof.dr. F.A. van der Duyn Schouten (A.M.H. Gerards, KU Brabant, 11 maart)  
 prof.dr. F.A. van der Duyn Schouten (P.M. de Kort, KU Brabant, 9 december)  
 prof.dr. O. Diekmann (S.M. Verduyn Lunel, RU Leiden, 6 oktober).  
 prof.dr. O. Diekmann (J.F. Kaashoek, EU Rotterdam, 17 november).  
 prof.dr. R.D. Gill (M.C.M. de Gunst, RU Leiden, 2 maart)  
 prof.dr. R.D. Gill (P. de Jong, UvA, 20 april)  
 prof.dr. R.D. Gill (J. Møller, Aarhus, 25 oktober)  
 prof.dr. R.D. Gill (A.J. van Es, UvA, 2 november)  
 prof.dr. M. Hazewinkel (S.M. Verduyn Lunel, RU Leiden, 6 oktober)  
 prof.dr. M. Hazewinkel (J.F. Kaashoek, EU Rotterdam, 17 november)  
 prof.dr. M. Hazewinkel (G. Post, Univ. Twente, 1 december)  
 prof.dr. P.J. van der Houwen (promotor, J.H.M. ten Thije Boonkkamp, UvA, 7 september)  
 prof.dr. J.W. Klop (I. Bethke, UvA, 15 juni)  
 prof.dr. J.W. Klop (E. Brinksmma, Univ. Twente, 24 november)  
 prof.dr. J.W. Klop (M. van Eekelen, KU Nijmegen, 2 december)  
 dr. T.H. Koornwinder (G.C.M. Ruitenbure, RU Leiden, 13 januari)  
 dr. T.H. Koornwinder (R.G.M. Brummelhuis, UvA, 2 maart)  
 dr. T.H. Koornwinder (A. Hba, Univ. de Nice, Frankrijk, 3 maart)  
 prof.dr. P. Klint (V.J. de Jong, RU Groningen, 28 april)  
 prof.dr. J.K. Lenstra (promotor, P.J.M. van Laarhoven, EU Rotterdam, 18 februari)  
 prof.dr. J.K. Lenstra (A.M.H. Gerards, KU Brabant, 11 maart)  
 prof.dr. J.K. Lenstra (promotor, M.W.P. Savelsbergh, EU Rotterdam, 31 maart)  
 prof.dr. J.K. Lenstra (G. Schmidt, TU Berlijn, 28 juni)  
 prof.dr. J.K. Lenstra (promotor, L.C.R.J. Willenborg, KU Brabant, 30 juni)  
 prof. L.G.L.T. Meertens (A.J.M. van Gasteren, TU Eindhoven, 20 december)  
 prof.dr. A. Schrijver (promotor, A.M.H. Gerards, KU Brabant, 11 maart)  
 prof.dr. A. Schrijver (L.C.R.J. Willenborg, KU Brabant, 30 juni)  
 dr.ir. J.H. van Schuppen (assistent-promotor, S.A. Smulders, Univ. Twente, 10 februari 1989)  
 dr. N.M. Temme (T.C.M. Horn, UvA, 28 september)  
 dr. J.G. Verwer (copromotor, J.H.M. ten Thije Boonkkamp, UvA, 7 september)

*CEC project RIPE*

- dr. D. Chaum (voorzitter)  
 dr. H. den Boer (lid)

*Rewriting Techniques and Applications (RTA89), Chapel-Hill, North Carolina*

- prof.dr. J.W. Klop (lid programmacomité)

*REX-Workshop on Stepwise Refinement of Distributed Systems: Models, Formalisms, Correctness, 1989*

prof.dr. J.W. de Bakker (directeur)

*REX-NFI Project Research and Education in Concurrent Systems*

prof.dr. J.W. de Bakker (projectleider)

*REX-Workshop on Linear Time, Branching Time and Partial Order in Logics and Models for Concurrency*

prof.dr. J.W. de Bakker (directeur)

*Scientific Committee International Conference on Biomathematics, Xi'an*

prof.dr. O. Diekmann (member)

*Second Eurographics Workshop on Graphics Hardware*

drs. A.A.M. Kuijk (co-chairman van organisatiecommissie, chairman programmacommissie)

*Second Eurographics Workshop on Intelligent CAD Systems*

dr. V. Akman (co-chairperson)

dr. P. Bernus (lid programmacommissie)

drs. P.J.W. ten Hagen (co-chairperson)

drs. P.J. Veerkamp (lid programmacommissie)

*Second IEEE Conference on Computer Workstations, Santa Clara, Ca., 7-10 maart '88*

dr. S.J. Mullender (lid programmacommissie)

*Second IEEE Workshop on Workstation Operating Systems, Asilomar, Pacific Grove, Ca., 27-29 september '89*

dr. S.J. Mullender (lid programmacommissie)

*SION Landelijk Project Concurrency*

prof.dr. J.W. de Bakker (projectleider)

*Software Engineering Research Centre (SERC)*

prof.dr. P. Klint (lid algemeen bestuur namens SMC)

*Steering Committee EMC/Euromath*

prof.dr. M. Hazewinkel (lid)

*Steering Committee MTNS*

prof.dr. M. Hazewinkel (lid)

*Stichting Academisch Rekencentrum Amsterdam (SARA)*

De door de SMC benoemde leden van het SARA-bestuur waren prof.dr. A. van der Sluis (curator) en drs. J. Nuis (directeur beheerszaken), tevens vice-voorzitter m.i.v. 4 oktober. De vergaderingen van het bestuur werden bijgewoond door de contactpersoon van de SMC, drs. F. Bakker.

In het Adviescollege van SARA (ADSARA) hadden namens de SMC zitting: drs. F. Bakker, drs. B.J. Lageweg, W.J. Mol, dr. C.A. Visser (AMOLF), dr. H. Weijma (NWO) en drs. P.M. de Zeeuw.

P.W. den Hertog was lid van de Adviescommissie voor het personeelsbeleid (PACSARA).

Van de door ADSARA ingestelde subcommissie Statistische Routines was namens de SMC lid prof.dr. R.D. Gill, resp. drs. A.L.M. Dekkers. W.J. Mol maakte namens de SMC deel uit van de door ADSARA ingestelde Data Base Management Commissie. Prof.dr. P.J. van der Houwen was lid van de

Subcommissie Numerieke Programmatuur. Drs. B.J. Lageweg was lid voor het CWI van NWOSARA (overleggroep van FOM- en CWI-gebruikers van SARA-faciliteiten).

*Stichting Beheer Wetenschappelijk Centrum Watergraafsmeer*

drs. J. Nuis (voorzitter)

W.J. Mol (plaatsvervangend lid)

*Stichting Computer Grafiek*

dr. M. Bakker (voorzitter)

*Stichting Compositio Mathematica*

prof.dr. P.C. Baayen (bestuurslid)

*Stichting IIASA-Nederland*

prof.dr. P.C. Baayen (bestuurslid)

*Stichting i.o. Informatica Onderzoek in Nederland (SION)*

prof.dr. P. Klint (lid wetenschappelijke adviesraad)

*Stichting 'International Symposium MTNS-89'*

dr.ir. J.H. van Schuppen (secretaris-penningmeester)

*Stichting voor de Technische Wetenschappen (STW)*

Het secretariaat van de STW-gebruikerscommissies van de door de SMC en SION begeleide projecten werd gevoerd door drs. A.R. Kloost.

Gebruikerscommissie project 'De regeling van overbelasting van communicatiesystemen':

- dr.ir. J.H. van Schuppen (voorzitter)

- prof.dr.ir. O.J. Boxma (lid)

Gebruikerscommissie project 'Boussinesq-model':

- prof.dr. P.J. van der Houwen (voorzitter)

Gebruikerscommissie project 'Voorspellings- en regelproblemen voor auto-snelwegen':

- dr.ir. J.H. van Schuppen (lid)

*Stimulerings Projectteam Informatica (SPIN)*

prof.dr. P. Klint (lid programmacommissie PRISMA)

*STOP - NFI Project Specification and Transformation of Programs*

prof. L.G.L.T. Meertens (projectleider)

*STOP 1988 Workshop on Program Transformation Systems - Lessons to be Learned*

prof. L.G.L.T. Meertens (lid programmacommissie)

*STOP 1989 Workshop on Program Specification and Transformation - Paradigms, Strategies and Tactics*

prof. L.G.L.T. Meertens (co-organisator)

*STOP International School on Constructive Algorithmics*

prof. L.G.L.T. Meertens (directeur)

*Stuurgroep Samenwerking IBM*

prof.dr. P.C. Baayen (lid).

*Technisch-Wetenschappelijke Adviesraad (TWAR) voor het Stimulerings Projectteam Informatica Nederland (SPIN)*

prof.dr. P.C. Baayen (lid)

*Third Eurographics Workshop on Graphics Hardware*

drs. P.J.W. ten Hagen (lid programmacommissie)  
 drs. A.A.M. Kuijk (chairperson organisatie en programmacommissie)

*Third International Workshop on Distributed Computing, Nice/Lyon, Frankrijk, 1989*

prof.dr.ir. P.M.B. Vitányi (lid Program Committee)

*Third SIGOPS Workshop on Distributed Systems, 19-21 september 1988, Cambridge, UK*

dr. S.J. Mullender (lid programmacommissie)

*Vaste Overlegcommissie (VOC) SMC-SION*

prof.dr. P.C. Baayen (adviseur)  
 prof.dr. A. van der Sluis, curator (voorzitter)  
 prof.drs. B.K. Brussaard, curator (vanaf 15 december)  
 ir. W. Loeve, curator (vanaf 15 december)

*Vereniging van Online Gebruikers in Nederland (VOGIN)*

drs. M.W. Mettrop (lid werkgroep Programmatuur, Apparatuur en Datatransmissie)  
 drs. F.A. Roos (lid werkgroep Programmatuur, Apparatuur en Datatransmissie)

*Vereniging voor Statistiek (VVS)*

prof.dr. R.D. Gill (lid examencommissie Statisticus; bestuurslid van de sectie Mathematische Statistiek)  
 drs. B.J. Lageweg (secretaris Sectie Operationele Research)  
 drs. S.L. van de Velde (lid programmacommissie Sectie Operationele Research)

*Werkgemeenschap Discrete Wiskunde*

prof.dr. A. Schrijver (lid werkgemeenschapscommissie)

*Werkgemeenschap Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie*

prof.dr. J.K. Lenstra (voorzitter, tot 7 april)  
 prof.dr. A. Schrijver (lid)  
 dr. J.M. Schumacher (secretaris)

*Werkgemeenschap Programmatuur en Architectuur SION*

prof.dr. P. Klint (lid werkgemeenschapscommissie)  
 prof. L.G.L.T Meertens (lid werkgemeenschapscommissie)

*Werkgemeenschap Systeem- en Regeliëtheorie SMBT*

dr.ir. J.H. van Schuppen (lid werkgemeenschapscommissie)

*Werkgemeenschap Theoretische Informatica SION*

prof.dr. J.W. de Bakker (lid werkgemeenschapscommissie)  
 prof.dr. J.W. Klop (secretaris)

*Werkgroep Gebruik Supercomputers*

prof.dr. P.J. van der Houwen (lid)

*Werkgroep Inhuizing Faculteit der Wiskunde en Informatica (UvA) op het Wetenschappelijk Centrum Watergraafsmeer (WIFW)*

drs. J. Nuis (voorzitter)

*Werkgroep Investerings Supercomputer (WIS)*

prof.dr. P.C. Baayen (voorzitter)  
 drs. J. Nuis (plv. voorzitter)



**Werkgroep Ontwikkelingsplan WCW van Gemeente Amsterdam**

drs. J. Nuis (lid) (werkgroep opgeheven per 26 januari)

**Wetenschappelijke Adviesraad SION**

prof.dr. J.W. de Bakker (voorzitter)

**Wetenschappelijke Raad IPO**

prof.dr. P.C. Baayen (lid)

**Wetenschappelijke tijdschriften, informatiebulletins en boekenseries****Acta Applicandae Mathematicae**

- prof.dr. M. Hazewinkel (managing editor)

**Annals of Statistics**

- prof.dr. R.D. Gill (associate editor)

**Book series ECMI**

- prof.dr. M. Hazewinkel (co-managing editor)

**Cambridge Tracts in Theoretical Computer Science**

- prof.dr. J.W. de Bakker (editor)

**Computers in Industry**

- dr. P. Bernus (guest editor)

**Computer Graphics Forum**

- drs. P.J.W. ten Hagen (lid editorial board)

- I. Herman B.Sc. (lid editorial board)

- drs. M.M. de Ruiter (chief editor)

**Combinatorica**

- prof.dr. A. Schrijver (editor)

**Constructive Approximation**

- dr. T.H. Koornwinder (editor)

**CWI Monographs, Tracts & Syllabi**

- prof.dr. P.C. Baayen (lid editorial board)

- prof.dr. J.W. de Bakker (managing editor)

- prof.dr. M. Hazewinkel (managing editor)

- prof.dr. J.K. Lenstra (managing editor)

**CWI Quarterly**

- W.A.M. Aspers (executive editor)

- mw. A.C. Baanders (editorial secretary)

- dr. A.M. Cohen (editor)

- dr. E. Kranakis (editor)

- dr. H.M. Nieland (public relations)

- dr. N.M. Temme (editor)

**Discrete Applied Mathematics**

- prof.dr. A. Schrijver (editor)

**Distributed Computing**

- prof.dr.ir. P.M.B. Vitányi (lid editorial board)

**Excerpta Informatica**

- prof.dr. J.K. Lenstra (lid advisory board)

**Frontiers in Computing Systems Research**

- prof.dr.ir. P.M.B. Vitányi (lid advisory board)

**Fundamenta Informaticae**

- prof.dr. J.W. de Bakker (editorial board)

**Geometriae Dedicata**

- dr. A.M. Cohen (editor)

**Handbook of Algebra**

- prof.dr. M. Hazewinkel (co-managing editor)

**Informatiebulletin Nieuws Analyse**

- dr. N.M. Temme (redacteur)

**Informatiebulletin Het Nummer**

- dr. P.W. Hemker (lid van de redactie)

**Informatiebulletin Een Gemeenschappelijke Noemer**

- dr. J.T.M. van Bon (redacteur)

**International Abstracts in Operations Research**

- drs. B.J. Lageweg (area editor Combinatorial Optimization)

**Japan Journal of Applied Mathematics**

- prof. dr. O. Diekmann (associate editor)

**Journal of the Association for Computing Machinery**

- prof.dr. J.K. Lenstra (area editor Operations Research, tot 1 oktober)

**Journal of Computer and System Sciences**

- prof.dr. J.W. de Bakker (associate editor)

**Journal of Cryptology**

- dr. D. Chaum (editor)

**Journal of Computational and Applied Mathematics**

- prof.dr. P.J. van der Houwen (managing editor Letter Section)

**Journal of Mathematical Biology**

- prof. dr. O. Diekmann (advisory board)

**Journal on Future Generations Computing**

- prof.dr. P.C. Baayen (lid Advisory Board)

**Linear Algebra and Its Applications**

- prof.dr. A. Schrijver (editor special volume in honor of Alan Hoffman)

**Mathematics and Geophysics**

- prof.dr. M. Hazewinkel (co-managing editor)

**Mathematics and its Applications**

- prof.dr. M. Hazewinkel (managing editor)

**Mathematics of Operations Research**

- prof.dr. J.K. Lenstra (area editor Combinatorial Optimization/Design and Analysis of Algorithms)

- prof.dr. A. Schrijver (associate editor)

**Nieuw Archief voor Wiskunde**

- prof.dr. M. Hazewinkel (managing editor)

- prof.dr. H.A. Lauwerier (editor recreational mathematics)

- dr. J. van de Lune (administrative editor)

- dr.ir. H.J.J. te Riele (editor expository papers)

**Operations Research**

- prof.dr. J.K. Lenstra (area editor Optimization)

**ORDER**

- prof.dr. J.K. Lenstra (lid editorial board)

**ORSA Journal on Computing**

- prof.dr. J.K. Lenstra (area editor Design and Analysis of Algorithms)

**Parallel Computing**

- prof.dr. J.W. de Bakker (editor special issue on the PARLE Conference)

**Performance Evaluation**

- prof.dr.ir. O.J. Boxma (associate editor)

**Q-Passport**

- prof.dr.ir. O.J. Boxma (editor)

- drs. W.P. Groenendijk (editor)

**Queueing Systems: Theory and Applications**

- prof.dr.ir. O.J. Boxma (associate editor)

**SIAM Journal on Discrete Mathematics**

- prof.dr. A. Schrijver (associate editor)

**Soviet Advances in Mathematics**

- prof.dr. M. Hazewinkel (editor in chief)

**Springer Verlag Eurographic Seminars**

- drs. A.A.M. Kuijk (editor Advances in Computer Graphics Hardware II)

**Springer Verlag series in Symbolic Computation**

- drs. P.J.W. ten Hagen (editor)

**Statistica Neerlandica**

- prof.dr. J.K. Lenstra (associate editor)

**Statistical Theory and Methods Abstracts**

- prof.dr. R.D. Gill (regional editor)

**Systems and Control Letters**

- prof.dr. M. Hazewinkel (associate editor)

- dr.ir. J.H. van Schuppen (associate editor)

**Theoretical Computer Science**

- prof.dr. J.W. de Bakker (editor)

**Translation and Revision of Russian Encyclopaedia of Mathematics**

- prof.dr. J.W. de Bakker (lid scientific board)

- prof.dr. A.E. Brouwer (lid scientific board)

- dr. A.M. Cohen (lid scientific board)

- prof.dr. O. Diekmann (lid scientific board)

- prof.dr. R.D. Gill (lid scientific board)

- prof.dr. M. Hazewinkel (managing editor)

- prof.dr. P.J. van der Houwen (lid scientific board)

- dr. T.H. Koornwinder (lid scientific board)

- dr. E. Kranakis (lid scientific board)

- prof.dr. H.A. Lauwerier (lid scientific board)

- prof.dr. J.K. Lenstra (lid scientific board)

- prof. L.G.L.T. Meertens (lid scientific board)

- dr. J.B.T.M. Roerdink (lid scientific board)

- dr. S.N.M. Ruijsenaars (lid scientific board)

- dr. N.M. Temme (lid scientific board)

- prof.dr. P.M.B. Vitányi (lid scientific board)
- dr. J. de Vries (lid scientific board)
- Trends in Scientific Research
- prof.dr. M. Hazewinkel (lid editorial board)
- Wiley-Interscience Series in Discrete Mathematics and Optimization
- prof.dr. J.K. Lenstra (advisory editor)
- Wiley Series in Parallel Computing
- prof.dr. J.W. de Bakker (consulting editor)
- Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik
- prof.dr. P.J. van der Houwen (Mitherausgeber)
- Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Physik
- dr. N.M. Temme (co-editor)

*Wiskundig Genootschap (WG)*

Prof.dr. P.C. Baayen was archivaris van het Wiskundig Genootschap en namens het WG lid van de Commissie Persoonlijke Archieven Wiskundigen (CPAW).

Prof.dr. P.J. van der Houwen was lid van het bestuur en Inspecteur der Boekerij. Tevens vertegenwoordigde hij het WG in de Permanente Adviescommissie voor Wetenschappelijk Rekenen en Informatica (PAWRJ). In het verslagjaar verzorgde het CWI ook weer de uitgave 'Mededelingen van het Wiskundig Genootschap', waarvoor de heer C.E. Thomson secretariaatswerkzaamheden verrichtte. Zie onder wetenschappelijke tijdschriften voor wat betreft de verzorging van het door het WG uitgegeven tijdschrift 'Nieuw Archief voor Wiskunde'.

*Workshop on Derivation of Parallel Algorithms and Architectures*

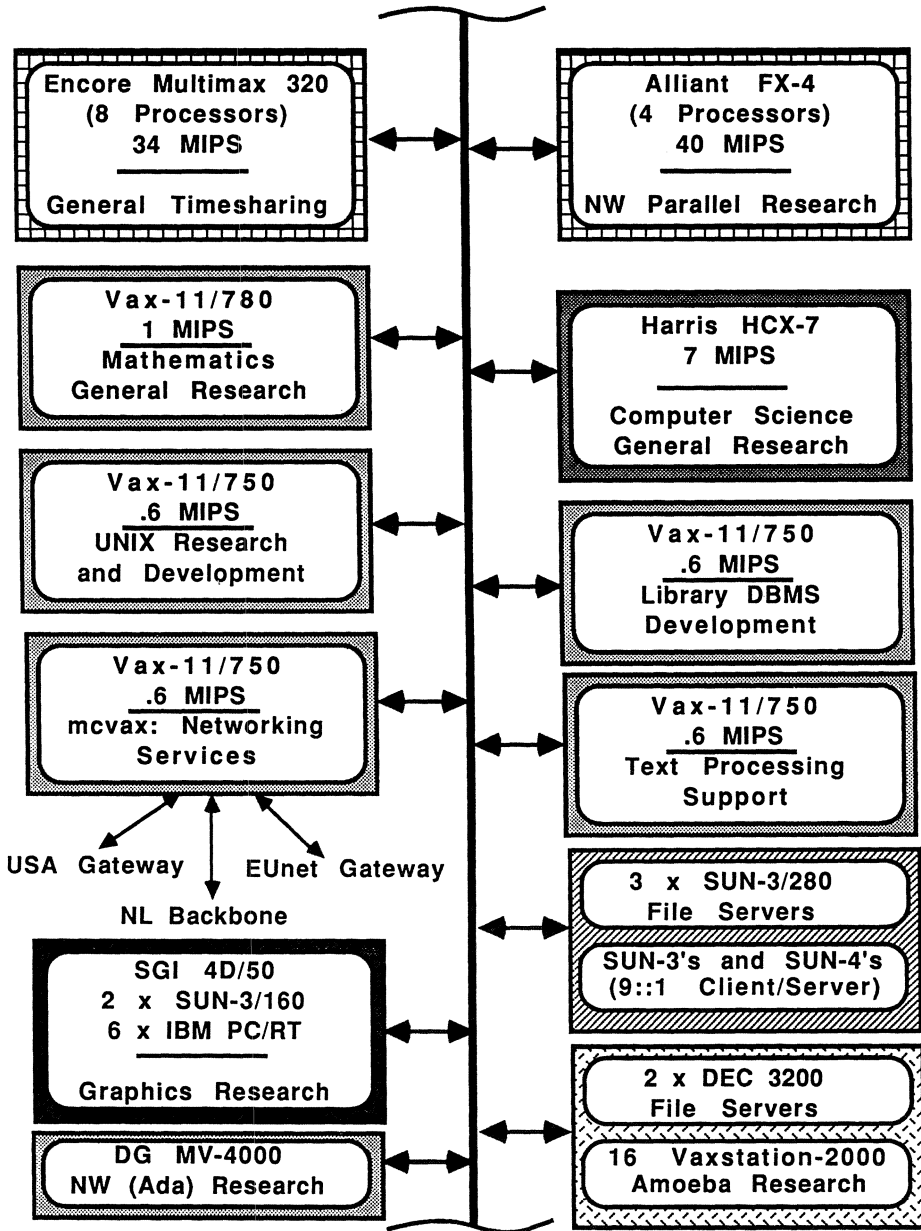
prof. L.G.L.T. Meertens (lid programmacommissie)

*Workshop and Summer School on Paths, Flows and VLSI-Layout, Bonn, 1989*

prof.dr. A. Schrijver (lid Program Committee)

**COMPUTERINFRASTRUCTUUR**

In bijgaand schema wordt een overzicht gegeven van de CWI-computerinfrastructuur.



# Verslag van de Werkgemeenschappen en Samenwerkingsverbanden

## WERKGEMEENSCHAP NUMERIEKE WISKUNDE

### *Samenstelling Bestuur en Commissie*

De Werkgemeenschapscommissie van de werkgemeenschap Numerieke Wiskunde bestond eind 1988 uit de volgende leden:

|                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| prof.dr.ir. P. Wesseling     | TU Delft (voorzitter)          |
| dr. P.W. Hemker              | CWI (secretaris)               |
| prof.dr. A.O.H. Axelsson     | KU Nijmegen                    |
| dr.ir. J.W. Boerstool        | NLR                            |
| dr. E.F.F. Botta             | RU Groningen                   |
| prof.dr. T.J. Dekker         | Universiteit van Amsterdam     |
| prof.dr. P.J. van der Houwen | CWI/Universiteit van Amsterdam |
| prof.dr. M.H.C. Paardekooper | KU Brabant                     |
| prof.dr. A. van der Sluis    | RU Utrecht                     |
| prof.dr. M.N. Spijker        | RU Leiden                      |
| prof.dr. C.R. Traas          | Universiteit Twente            |
| prof.dr. M. van Veldhuizen   | VU Amsterdam                   |
| prof.dr. H.A. van der Vorst  | TU Delft                       |

Tijdens een speciale vergadering van de Werkgemeenschap, op donderdag 7 april tijdens het *Vierentwintigste Nederlands Mathematisch Congres* te Eindhoven, droeg prof.dr. G.W. Veltkamp, voorzitter van de Werkgemeenschapscommissie sinds 1980, het voorzitterschap over aan prof.dr.ir. P. Wesseling. Tijdens de huishoudelijke vergadering op 27 september traden als lid van de commissie af: Spijker, Traas, Veltkamp en Wetterling. Veltkamp en Wetterling stelden zich niet voor een nieuwe termijn beschikbaar. Spijker en Traas werden tijdens de vergadering herkozen.

*Algemeen*

De doelstelling van de Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde is het bevorderen van de beoefening van de Numerieke Wiskunde in Nederland en het stimuleren van de wetenschappelijke contacten tussen Nederlandse numerici.

*Bijeenkomsten en vergaderingen*

De Werkgemeenschap organiseerde de volgende bijeenkomsten:

- De *Dertiende Conferentie Numerieke Wiskunde*, Zeist, 26-28 september;
- Een wetenschappelijke bijeenkomst te Utrecht op 3 maart;
- Een bijeenkomst van de Werkgemeenschapscommissie op 27 september te Zeist;
- Huishoudelijke vergaderingen van de Werkgemeenschap op 7 april te Eindhoven en op 6 oktober te Zeist.

Voor een gedetailleerd verslag van de wetenschappelijke bijeenkomsten wordt verwezen naar het wetenschappelijk verslag in deel II.

*Nieuwsbrief*

Onder redactie van prof.dr. G.W. Veltkamp en dr. P.W. Hemker verschenen in 1988 weer twee afleveringen van *Het Nummer*, de nieuwsbrief van de Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde.

De technische realisatie van de uitgave werd verzorgd door het CWI. Het redactiesecretariaat werd verzorgd door mw. W.E.G. van Eijk.

## WERKGEMEENSCHAP STOCHASTIEK

*Samenstelling Bestuur en Commissie*

Op 31 december bestond de Werkgemeenschapscommissie uit de volgende leden:

|                                |                           |
|--------------------------------|---------------------------|
| prof.dr. L.F.M. de Haan        | EU Rotterdam (voorzitter) |
| prof.dr. F.H. Ruymgaart        | KU Nijmegen (secretaris)  |
| prof.dr. W. Albers             | Universiteit Twente       |
| prof.dr.ir. J.W. Cohen         | RU Utrecht                |
| prof.dr.ir. L.C.A. Corsten     | LU Wageningen             |
| prof.dr. R. Doornbos           | TU Eindhoven              |
| prof.dr. J. Fabius             | RU Leiden                 |
| prof.dr. B.B. van der Genugten | KU Brabant                |
| prof.dr. R.D. Gill             | RU Utrecht/RU Leiden      |
| prof.dr. P. Groeneboom         | TU Delft                  |
| dr. R. Helmers                 | CWI                       |
| prof.dr. P.J. Holewijn         | VU Amsterdam              |
| prof.dr. M.S. Keane            | TU Delft                  |
| prof.dr. P. van der Laan       | LU Wageningen             |
| prof.dr. G.J. Leppink          | RU Utrecht                |
| prof.dr. J. Oosterhoff         | VU Amsterdam              |

|                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| prof.dr. J.Th. Runnenburg  | Universiteit van Amsterdam |
| prof.dr. W. Schaafsma      | RU Groningen               |
| prof.dr. C.L. Scheffer     | TU Delft                   |
| prof.dr.ir. J.H.A. de Smit | Universiteit Twente        |
| prof.dr. A.J. Stam         | RU Groningen               |
| prof.dr. F.W. Steutel      | TU Eindhoven               |
| prof.dr. T.J. Terpstra     | Universiteit Twente        |
| prof.dr. W. Vervaat        | KU Nijmegen                |
| prof.dr. W.R. van Zwet     | RU Leiden                  |

### *Algemeen*

De doelstelling van de Werkgemeenschap is het organiseren, coördineren en stimuleren van activiteiten die ten doel hebben het wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de kansrekening en de statistiek te bevorderen. Voorts houdt de doelstelling in de beoordeling van onderzoeksprojecten waarvoor subsidie wordt aangevraagd bij de SMC, het vaststellen van prioriteiten en het stimuleren van het aanvragen van subsidie voor onderzoeksprojecten.

### *Bijeenkomsten en vergaderingen*

De behandeling van de vier continueringsaanvragen werd schriftelijk afgedaan.

- 14 november, 9de vergadering van de Werkgemeenschap te Lunteren.
- 14 november, 11de vergadering van de Werkgemeenschapscommissie te Lunteren.

Op beide vergaderingen werd voornamelijk gesproken over de toekomstige inrichting van het AIO-onderwijs in de stochastiek.

Mededelingen voor leden van de Werkgemeenschap werden voornamelijk verspreid via het VVS Bulletin (blad van de Vereniging voor Statistiek) en de Mededelingen van het Wiskundig Genootschap.

## WERKGEMEENSCHAP MATHEMATISCHE BESLIJKUNDE EN SYSTEEMTHEORIE

### *Samenstelling Bestuur en Commissie*

Op 31 december was de Werkgemeenschapscommissie als volgt samengesteld:

|                           |                                    |
|---------------------------|------------------------------------|
| prof.dr.ir. H. Kwakernaak | Universiteit Twente (voorzitter)   |
| prof.dr. J.M. Schumacher  | CWI/KU Brabant (secretaris)        |
| prof.dr. H.C. Tijms       | VU Amsterdam (bestuurslid)         |
| prof.dr. R.F. Curtain     | RU Groningen                       |
| dr. W.K. Klein Haneveld   | RU Groningen                       |
| prof.dr. A. Schrijver     | KU Brabant/CWI                     |
| dr.ir. J. van der Wal     | TU Eindhoven                       |
| prof.dr. W.H.M. Zijm      | CQM Philips Eindhoven/TU Eindhoven |



*Algemeen*

De Werkgemeenschap heeft tot taak:

- de inventarisatie, coördinatie, stimulering en evaluatie van het onderzoek op haar terrein, in het bijzonder in zoverre dit onderzoek mede gesubsidieerd wordt door de SMC;
- het bevorderen van onderlinge samenwerking en ondersteuning;
- het informeren van en adviseren aan de Wetenschapscommissie ter zake van de ontwikkeling en de voortgang van de wetenschapsbeoefening op haar terrein.

Een afbakening van het werkgebied in termen van de Mathematics Subject Classification (1980) kan als volgt worden gegeven:

49-XX Calculus of variations and optimal control; optimization

90Bxx Operations research and management science

90Cxx Mathematical programming

90Dxx Game theory

93-XX Systems theory; control

*Bijeenkomsten en vergaderingen*

In 1988 werden onder auspiciën van de Werkgemeenschap twee conferenties georganiseerd. Van 13 t/m 15 januari vond in Lunteren de *Thirteenth Conference on the Mathematics of Operations Research* plaats. In Heijen (L.) werd van 2 t/m 4 maart de *Benelux Meeting on Systems and Control* gehouden. De Werkgemeenschapscommissie kwam eenmaal bijeen, te weten op 1 september te Utrecht.

*Newsletter en Nieuwsbrief*

In april verscheen een aflevering van de *Newsletter on the Mathematics of Operations Research and System Theory in the Netherlands*, bevattende een overzicht van de in 1987 verschenen publikaties van de leden van de Werkgemeenschap en een adreslijst van de leden van de Werkgemeenschap. Verder verscheen eveneens in april een aflevering van de *Nieuwsbrief van de Landelijke Werkgemeenschap Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie*. Hierin is onder meer een beschrijving opgenomen van de onderzoeksprojecten waar leden in participeren. De *Newsletter* en de *Nieuwsbrief* zijn bij de secretaris verkrijgbaar.

**WERKGEMEENSCHAP DISCRETE WISKUNDE***Samenstelling Bestuur en Commissie*

Op 31 december was de Werkgemeenschapscommissie als volgt samengesteld:

|                                |                              |
|--------------------------------|------------------------------|
| prof.dr.ir. H.C.A. van Tilborg | OU/TU Eindhoven (voorzitter) |
| dr.ir. W.H. Haemers            | KU Brabant (secretaris)      |
| prof.dr. A.E. Brouwer          | TU Eindhoven/CWI             |
| dr. A.M. Cohen                 | CWI                          |

|                               |                            |
|-------------------------------|----------------------------|
| prof.dr. H.J.A. Duparc        | TU Delft                   |
| dr. P. van Emde Boas          | Universiteit van Amsterdam |
| prof.dr. J.M. Goethals        | Univ. Cath. de Louvain     |
| prof.dr. C. Hoede             | Universiteit Twente        |
| dr. R.H. Jeurissen            | KU Nijmegen                |
| prof.dr. H.W. Lenstra, Jr.    | Universiteit van Amsterdam |
| prof.dr. J.H. van Lint        | TU Eindhoven               |
| dr. H.M. Mulder               | VU Amsterdam               |
| prof.dr.ir. J.P.M. Schalkwijk | TU Eindhoven               |
| dr. P.A.J. Scheelbeek         | RU Groningen               |
| prof.dr. A. Schrijver         | KU Brabant/CWI             |
| prof.dr. J.J. Seidel          | TU Eindhoven               |
| prof.dr. J.A. Thas            | Rijksuniversiteit Gent     |
| prof.dr. C. de Vroedt         | TU Delft                   |

### *Algemeen*

De Werkgemeenschap beoogt alle Nederlandstalige onderzoekers op het gebied van de discrete wiskunde (grofweg 1980 Mathematics Subject Classification groepen 05, 20, 51, 62, 68, 94) te verenigen. De Werkgemeenschap heeft tot doel:

- de coördinatie, stimulering en evaluatie van het onderzoek op haar terrein, in het bijzonder in zoverre dit onderzoek mede gesubsidieerd wordt door de SMC;
- het bevorderen van onderlinge samenwerking en ondersteuning en het uitwisselen van informatie;
- het informeren van en adviseren aan de Wetenschapscommissie ter zake van de ontwikkeling en voortgang van de wetenschapsbeoefening op haar terrein.

De Werkgemeenschap telde per 31 december 91 Nederlandse en 22 Belgische leden.

### *Bijeenkomsten en vergaderingen*

De jaarvergadering van de Werkgemeenschap vond plaats op 7 april tijdens het *Vierentwintigste Nederlands Mathematisch Congres* aan de TU Eindhoven. De Werkgemeenschapscommissie kwam bijeen op 26 augustus te Nijmegen.

Er werden twee *Combinatorische Dagen* georganiseerd: op 26 februari de *Achtste Combinatorische dag* aan een studieceterium te Utrecht van de Open Universiteit en op 26 augustus de *Negende Combinatorische dag* aan de KU Nijmegen.

### *Informatiebulletin*

In 1988 verschenen twee afleveringen van het informatiebulletin *Discreet Nederland*.

## WERKGEMEENSCHAP ANALYSE

*Samenstelling Bestuur en Commissie*

Op 31 december bestond de Werkgemeenschapscommissie uit de volgende leden:

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| prof.dr. O. Diekmann                     | CWI/RU Leiden (voorzitter)       |
| <i>Subcommissie Theoretische Analyse</i> |                                  |
| prof.dr. H. Bart                         | EU Rotterdam (voorzitter)        |
| prof.dr.ir. J. de Graaf                  | TU Eindhoven                     |
| prof.dr. L.S. Frank                      | KU Nijmegen                      |
| dr. G.J. Heckman                         | RU Leiden                        |
| dr. J.A.C. Kolk                          | RU Utrecht                       |
| prof.dr. A.C.M. van Rooij                | KU Nijmegen                      |
| <i>Subcommissie Toegepaste Analyse</i>   |                                  |
| prof.dr. A. van Harten                   | Universiteit Twente (voorzitter) |
| dr.ir. C.J. van Duyn                     | TU Delft                         |
| dr.ir. E.W.C. van Groesen                | Universiteit Twente              |
| prof.dr.ir. A.T. de Hoop                 | TU Delft                         |
| prof.dr. H.A. Lauwerier                  | Universiteit van Amsterdam/CWI   |
| dr. F. Verhulst                          | RU Utrecht                       |

Het secretariaat werd gevoerd door mw. L. Vasmel-Kaarsemaker (CWI).

*Bijeenkomsten en vergaderingen*

De 8ste jaarvergadering van de Werkgemeenschap werd gehouden tijdens het *Vierentwintigste Nederlands Mathematisch Congres* aan de TU Eindhoven op 7 april. Op deze vergadering werden C.J. van Duyn, J. de Graaf, A.C.M. van Rooij en F. Verhulst als nieuwe bestuursleden gekozen en werd O. Diekmann tot nieuwe voorzitter gekozen.

De commissie vergaderde op 2 september in het Centrum voor Wiskunde en Informatica te Amsterdam. Beoordeeld werden twee nieuwe subsidie-aanvragen en zeven continueringaanvragen.

*Nieuwsbrief*

Van de Nieuws Analyse verschenen de afleveringen 19 (januari) en 20 (juli).

## LANDELIJK SAMENWERKINGSVERBAND ALGEBRA EN MEETKUNDE

*Samenstelling Coördinatiecommissie*

De coördinatiecommissie was op 31 december als volgt samengesteld:

|                           |   |
|---------------------------|---|
| prof.dr. E.J.N. Looijenga | Universiteit van Amsterdam (voorzitter) |
| prof.dr. M. van der Put   | RU Groningen (secretaris)               |
| prof.dr. P.C. Baayen      | CWI/VU Amsterdam                        |
| dr. F. Beukers            | RU Utrecht                              |
| prof.dr. T.A. Springer    | RU Utrecht                              |

*Algemeen*

De doelstellingen van het LSV Algebra en Meetkunde zijn onveranderd gebleven. Er is geen aanleiding geweest voor een formele vergadering van de coördinatiecommissie.

*Nieuwsbulletin*

In 1988 verscheen één nummer van *Een Gemeenschappelijke Noemer* onder de redactie van dr. J.T.M. van Bon en verzorgd door het CWI.

LANDELIJK SAMENWERKINGSVERBAND LOGICA EN GRONDSLAGEN VAN DE WISKUNDE

*Samenstelling Coördinatiecommissie*

Op 31 december was de coördinatiecommissie als volgt samengesteld:

|                       |   |
|-----------------------|---|
| prof.dr. D. van Dalen | RU Utrecht (voorzitter)                 |
| dr. H.C. Doets        | Universiteit van Amsterdam (secretaris) |

*Algemeen*

De doelstelling van LSV Logica en Grondslagen van de Wiskunde is het verrichten van onderzoek en onderwijs in de mathematische logica en grondslagen van de wiskunde, inclusief toepassingen in verwante gebieden.

*Nieuwsbrief*

Het LSV heeft geen eigen nieuwsbrief. De leden ontvangen soms de *European Newsletter for Logic (ENL)*. De landelijke correspondent verschaft informatie aan de redacteur van de ENL.

SAMENWERKINGSVERBAND FOM/SMC MATHEMATISCHE FYSICA

*Samenstelling Bestuurscommissie*

De bestuurscommissie was op 31 december als volgt samengesteld:

|                           |                            |
|---------------------------|----------------------------|
| prof.dr. W. Vervaat       | KU Nijmegen (voorzitter)   |
| dr. P.J.M. Bongaarts      | RU Leiden (secretaris)     |
| dr.ir. E.W.C. van Groesen | Universiteit Twente        |
| prof.dr. E.M. de Jager    | Universiteit van Amsterdam |
| prof.dr. C. van der Leun  | RU Utrecht/FOM             |
| prof.dr.ir. L.A. Peletier | RU Leiden/SMC              |

*Algemeen*

Het Samenwerkingsverband FOM/SMC Mathematische Fysica is een interdisciplinair werkverband dat ten doel heeft de bevordering van het wetenschappelijk onderzoek op het interdisciplinaire gebied van de mathematische fysica.

*Bijeenkomsten en vergaderingen*

Het Samenwerkingsverband organiseerde de volgende bijeenkomsten:

- Het *Symposium Mathematische Fysica 1988*, Lunteren, 28 en 29 april, met daarbij de Jaarvergadering van het Samenwerkingsverband;
- Vergadering van de voltallige bestuurscommissie op 30 augustus;
- Maandelijks bijeenkomsten van een deel van het bestuur.

*Nieuwsbrief*

In mei 1988 is het tweede nummer van de *Nieuwsbrief Mathematische Fysica* verschenen.

WERKCONTACT GESCHIEDENIS EN MAATSCHAPPELIJKE FUNCTIE VAN DE WISKUNDE

*Samenstelling Coördinatie Commissie*

|                     |                           |
|---------------------|---------------------------|
| prof.dr. H.J.M. Bos | RU Utrecht (voorzitter)   |
| dr. H.M. Mulder     | VU Amsterdam (secretaris) |
| drs. I.H. Stamhuis  | VU Amsterdam              |

Zeven nieuwe leden zijn toegetreden; het ledental is nu 84.

Binnen het Werkcontact zijn twee aanvragen voor nieuwe onderzoeksprojecten ontwikkeld en ingediend. Dit betreft: 1) 'Analyse van middeleeuwse astronomische tabellen met behulp van numerieke en statistische methoden en computers', aangevraagd door prof.dr. H.J.M. Bos en dr. J.P. Hogendijk, uit te voeren door drs. B. van Dalen; 2) 'Geschiedenis van de meetkunde in de eerste helft van de negentiende eeuw', aangevraagd door prof.dr. H.J.M. Bos, uit te voeren door drs. E. Atzema. De projecten zijn beoordeeld, ze zijn beide van zeer goede kwaliteit bevonden; aan project 1 is ook inderdaad subsidie verleend.

Binnen het kader van het Werkcontact hebben twee buitenlandse geleerden werkbesprekingen gehouden: dr. D. Spalt (Darmstadt) en prof. W. Purkert (Leipzig).

**JAARREKENING 1988**

**Balansen per 31 december 1988 en 1987**

| ACTIVA                           | 1988                | 1987                | PASSIVA                       | 1988                | 1987                |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|
|                                  | f                   | f                   |                               | f                   | f                   |
| 1.1 Belegde fondsen              | 248.927,00          | 206.605,00          | 2.1 Fondsen                   | 251.020,56          | 207.915,53          |
| 1.2 Vaste activa                 | p.m.                | p.m.                | 2.2 Stichtingskapitaal        | 150,00              | 150,00              |
| 1.3 Vorderingen op lange termijn | 1.427.913,34        | 1.473.376,33        | 2.3 Voorzieningen             | 1.321.488,98        | 1.354.451,97        |
| 1.4 Vorderingen op korte termijn | 4.693.550,88        | 4.104.566,33        | 2.4 Schulden op lange termijn | 112.500,00          | 125.000,00          |
| 1.5 Liquide middelen             | 822.844,57          | 2.618.313,88        | 2.5 Schulden op korte termijn | 5.508.076,25        | 6.715.344,04        |
|                                  | <u>7.193.235,79</u> | <u>8.402.861,54</u> |                               | <u>7.193.235,79</u> | <u>8.402.861,54</u> |

**Rekeningen van baten en lasten gewone dienst over 1988 en 1987\*)**

| LASTEN               | 1988                 | 1987                 | BATEN                                     | 1988                 | 1987                 |
|----------------------|----------------------|----------------------|---|----------------------|----------------------|
|                      | f                    | f                    |   | f                    | f                    |
| 3.1 Personele kosten | 15.019.734,02        | 14.397.245,74        | 4.1 Subsidies en andere bijdragen         | 13.129.863,01        | 13.239.431,02        |
| 3.2 Materiële kosten | 2.859.397,87         | 2.595.437,25         | 4.2 Nationale stimuleringsprogramma's     | 2.482.277,71         | 2.334.975,26         |
| 3.3 Diversen         | 1.959.802,68         | 2.001.587,19         | 4.3 Internationale samenwerkingsprojecten | 2.090.814,11         | 1.650.158,43         |
| 3.4 Voordelig Saldo  | 101.152,82           | 55.515,99            | 4.4 Diversen                              | 2.237.132,56         | 1.825.221,46         |
|                      | <u>19.940.087,39</u> | <u>19.049.786,17</u> |   | <u>19.940.087,39</u> | <u>19.049.786,17</u> |

**Rekeningen van baten en lasten buitengewone dienst over 1988 en 1987**

| LASTEN                                  | 1988                | 1987                | BATEN         | 1988                | 1987                |
|---|---------------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------------|
|   | f                   | f                   |               | f                   | f                   |
| 5.1 Rekenapparatuur                     | 1.750.000,00        | 1.450.000,00        | 6.1 Subsidies | 2.050.000,00        | 1.750.000,00        |
| 5.2 Bijdrage in de kapitaalsdienst SARA | 300.000,00          | 300.000,00          |               |                     |                     |
|   | <u>2.050.000,00</u> | <u>1.750.000,00</u> |               | <u>2.050.000,00</u> | <u>1.750.000,00</u> |

\*) De vergelijkende cijfers 1987 zijn aangepast aan de presentatie 1988.

JAARREKENING 1988

TOELICHTING

Algemeen

Het toegepaste systeem van waardering en resultaatbepaling is ongewijzigd ten opzichte van het vorige boekjaar. De waarderingsgrondslagen zijn hierna uiteengezet bij de toelichting op de afzonderlijke balanshoofden; voor zover niets is vermeld, geschiedt de waardering tegen nominale waarde. Het resultaat wordt bepaald als verschil tussen de in het begrotingsjaar ontvangen respectievelijk aan het begrotingsjaar toe te rekenen subsidies en vergoedingen voor verrichte diensten enerzijds en de kosten anderzijds. De in deze toelichting tussen haakjes geplaatste bedragen hebben betrekking op het boekjaar 1987.

Balans

Posten

1.1 en 2.1

De belegde fondsen bestaan uit effecten, die uit een schenking en een nalatenschap werden verkregen. De beleggingen zijn gewaardeerd tegen de officiële beurskoersen per balansdatum. Resultaten behaald met de beleggingen worden rechtstreeks toegevoegd aan de fondsen (post 2.1).

Post 1.2

De duurzame activa zijn p.m. opgevoerd, omdat de jaarlijkse aanschaffingen direct ten laste van de lopende rekeningen van baten en lasten gewone dan wel buitengewone dienst worden gebracht. Onder de duurzame activa worden gerekend de bezittingen inventaris, bibliotheek, rekenapparatuur en accessoires, technische voorzieningen alsmede kantoorautomatisering.

Post 1.3

Deze post is als volgt samengesteld:

|    |   |   |                     |    |                       |
|----|---|---|---------------------|----|-----------------------|
| a) | Vordering op de gemeente Amsterdam (zie ook post 2.4) | f | 106.424,36          | (f | 118.924,36)           |
| b) | Depot Centraal Beheer                                 |   | 1.321.488,98        | (  | 1.354.451,97)         |
|    |   | f | <u>1.427.913,34</u> | (f | <u>1.473.376,33</u> ) |

Post 1.4

Deze post is als volgt samengesteld:

|         |  |   |                     |    |                       |
|---------|--|---|---------------------|----|-----------------------|
| 1.4.1   | Te ontvangen subsidies en andere bijdragen:                          |   |                     |    |                       |
| 1.4.1.1 | NWO subsidie Landelijke Samenwerkingsverbanden en Werkgemeenschappen | f | 191.760,90          | (f | 130.369,20)           |
|         | Investeringssubsidie 1987  |   | 0,00                | (  | 300.000,00)           |
|         | Investeringssubsidies (restant 1986)                                 |   | 0,00                | (  | 16.532,76)            |
|         | Intentioneel Apparaat Schema (IAS)                                   |   | 0,00                | (  | 299.120,40)           |
| 1.4.1.2 | ESPRIT e.d., per saldo   |   | 834.177,17          | (  | 174.292,42)           |
| 1.4.1.3 | Gemeente Amsterdam   |   | 15.156,25           | (  | 15.421,88)            |
| 1.4.1.4 | Vrije Universiteit   |   | 50.000,00           | (  | 0,00)                 |
| 1.4.1.5 | Koninklijke Shell Exploitatie en Productie Laboratorium              |   | 100.000,00          | (  | 100.000,00)           |
| 1.4.2   | Opdracht- en Cursusdebiteuren  |   | 1.513.705,15        | (  | 749.090,93)           |
| 1.4.3   | Overige debiteuren   |   | 1.175.094,63        | (  | 1.625.322,05)         |
| 1.4.4   | Te ontvangen en vooruitbetaalde posten                               |   | 813.656,78          | (  | 694.416,69)           |
|         |  | f | <u>4.693.550,88</u> | (f | <u>4.104.566,33</u> ) |

Post 2.3 In verband met de overgang per 1 januari 1980 naar het Algemeen Burgerlijk Pensioenfonds heeft NWO voor 1980 het toegekend subsidie gewone dienst verhoogd met f 1.000.000,00. Dit bedrag is bij Centraal Beheer in depot (opgenomen onder post 1.3) gestort en bestemd voor de financiering van de backservice van de aldaar verzekerde werknemers. De stand van de voorziening (en het depot) per 31 december 1988 is gebaseerd op van Centraal Beheer tot die datum ontvangen afrekeningen. Het bedrag van de voorziening is beschikbaar voor veiligstelling van de bij Centraal Beheer ondergebrachte pensioenrechten uit de jaren vóór 1 januari 1980.

Post 2.4 Deze post bestaat uit het restant van een geldlening (oorspronkelijk groot f 500.000,00) welke in 1957 is gesloten bij de Postbank ter financiering van de verbouwing van de panden 2<sup>c</sup> Boerhaavestraat 49-51. De looptijd van de lening is 40 jaar en het rentepercentage 4,25. De hier tegenoverstaande vordering op de Gemeente Amsterdam is opgenomen onder de post 1.3a, zie aldaar. De Gemeente Amsterdam, die eigenaar is van de bovengenoemde panden, heeft zich borg gesteld voor de nakoming van de door de Stichting Mathematisch Centrum aangegane verplichtingen. Jaarlijks stelt de Gemeente Amsterdam een subsidie beschikbaar voor de betaling van de rente en aflossing van de lening.

|          |   |   |  |
|----------|---|---|--|
| Post 2.5 | Hieronder zijn opgenomen:   |   |  |
| 2.5.1    | Verplichtingen wegens bestellingen  | f | 178.004,35 (f 792.737,21)                    |
| 2.5.2    | Crediteuren   |   | 1.752.380,67 ( 1.285.904,96)                 |
| 2.5.3    | Nog te betalen en vooruit ontvangen posten  |   | 2.247.932,51 ( 2.687.903,74)                 |
| 2.5.4    | Nog te besteden investeringssubsidies   |   | 683.361,23 ( 1.416.887,47)                   |
| 2.5.5    | Nog te besteden subsidie INSP   |   | 545.244,67 ( 476.394,67)                     |
| 2.5.6    | Te verrekenen met de Nederlandse organisatie voor wetenschappelijk onderzoek, NWO |   | 101.152,82 ( 55.515,99)                      |
|          |   | f | <u>5.508.076,25</u> (f <u>6.715.344,04</u> ) |

#### Ad 2.5.4

Deze post betreft de nog niet bestede investeringssubsidies.

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| Stand op 1 januari 1988 (1987)  |  | f | 1.416.887,47 (f 1.191.812,52)                |
| Uit dit saldo gedane investeringen                                    |  |   | 0,00 ( 6.055,00)                             |
| Nog beschikbaar uit voorgaande subsidies                              |  | f | <u>1.416.887,47</u> (f <u>1.185.757,52</u> ) |
| Bij: Toegekend subsidie buitengewone dienst 1988 (1987)               |  |   | 2.050.000,00 ( 1.750.000,00)                 |
| Prijs- en taxatieverschillen en opbrengst verkoop/verhuur apparaatuur |  |   | 254.693,19 ( 156.592,23)                     |
|   |  | f | <u>3.721.580,66</u> (f <u>3.092.349,75</u> ) |
| Af: Investerings inclusief bijdrage kapitaalsdienst SARA              |  |   | 3.038.219,43 ( 1.675.462,28)                 |
| Stand van de voorziening per 31 december 1988 (1987)                  |  | f | <u>683.361,23</u> (f <u>1.416.887,47</u> )   |



|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| <b>Ad 2.5.5</b>   |  |   |   |
| Stand op 1 januari 1988 (1987)  |  | f | 476.394,67 (f 578.444,67)                     |
| Toegekend subsidie  |  |   | <u>2.000.000,00 ( 2.000.000,00)</u>           |
|   |  | f | <u>2.476.394,67 (f 2.578.444,67)</u>          |
| <b>Onttrokken ten gunste van de buitengewone dienst</b>   |  |   | <u>0,00 ( 100.000,00)</u>                     |
|   |  | f | <u>2.476.394,67 (f 2.478.444,67)</u>          |
| <b>Onttrokken ten gunste van de gewone dienst (bested aan Personeelskosten incl. opslag materiële kosten en overhead)</b> |  | f | <u>1.931.150,00 (f 2.002.050,00)</u>          |
| Stand per 31 december 1988 (1987)   |  | f | <u><u>545.244,67 (f 476.394,67)</u></u>       |
|   |  |   |   |
| <b>Ad 2.5.6</b>   |  |   |   |
| Het met NWO te verrekenen bedrag bestaat uit:   |  |   |   |
| a)  | Het voordelig saldo Landelijke Samenwerkingsverbanden en Werkgemeenschappen        | f | 99.580,51 (f 54.154,04)                       |
| b)  | Het voordelig saldo op de exploitatie van het CWI                                  |   | <u>1.572,31 ( 1.361,95)</u>                   |
|   | Voordelig saldo over het boekjaar 1988 (1987)                                      | f | <u><u>101.152,82 (f 55.515,99)</u></u>        |
|   |  |   |   |
| <b>Rekening van baten en lasten gewone dienst</b>   |  |   |   |
| Post 3.1  | Onder deze post zijn opgenomen de personele lasten van:                            |   |   |
| a)  | De Landelijke Samenwerkingsverbanden en Werkgemeenschappen                         | f | 1.597.036,82 (f 1.673.386,38)                 |
| b)  | Het Centrum voor Wiskunde en Informatica   |   | <u>13.422.697,20 ( 12.723.859,36)</u>         |
|   |  | f | <u><u>15.019.734,02 (f 14.397.245,74)</u></u> |
| Post 3.2  | Hierin zijn o.m. begrepen de aanschaffing van duurzame activa voor een bedrag van: | f | <u><u>1.009.038,46 (f 785.919,43)</u></u>     |
| Post 3.3  | Deze post is samengesteld uit:   |   |   |
|   | Bijdrage gemeenschappelijke voorzieningen Wetenschappelijk Centrum Watergraafsmeer | f | 255.037,47 (f 221.986,03)                     |
|   | Buitenlandse bezoekers (via Vertrouwenscommissie Wiskundig Genootschap)            |   | <u>85.915,21 ( 79.601,16)</u>                 |
|   | Bijdrage in de exploitatie van de Stichting Academisch Rekencentrum Amsterdam      |   | <u>1.550.000,00 ( 1.700.000,00)</u>           |
|   | Gereserveerd nog niet besteed subsidie INSP  |   | <u>68.850,00 ( 0,00)</u>                      |
|   |  | f | <u><u>1.959.802,68 (f 2.001.587,19)</u></u>   |

|   |   |                        |                           |
|---|---|------------------------|---------------------------|
| Post 4.1  | De volgende subsidies en bijdragen werden ontvangen:                            |                        |                           |
| a)  | Ten behoeve van de Landelijke Samenwerkingsverbanden en Werkgemeenschappen van: |                        |                           |
|   | - NWO   | f 1.712.000,00         | (f 1.743.000,00)          |
| b)  | Ten behoeve van het Centrum voor Wiskunde en Informatica van:                   |                        |                           |
|   | - NWO   | 10.911.000,00          | ( 11.093.000,00)          |
|   | - PPI   | 30.629,33              | ( 88.866,00)              |
|   | - SION  | 104.324,99             | ( 97.112,24)              |
|   | - Vrije Universiteit  | 50.000,00              | ( 75.000,00)              |
|   | - Nationale Faciliteit Informatica (NFI)  | 121.908,69             | ( 125.782,78)             |
|   | - Overige subsidies (Shell)   | 200.000,00             | ( 16.670,00)              |
|   |   | f <u>13.129.863,01</u> | (f <u>13.239.431,02</u> ) |
| Post 4.2  | Deze post is als volgt te specificeren:   |                        |                           |
|   | Stimuleringsprojectteam Informatica onderzoek (SPIN)                            | f 454.435,46           | (f 332.925,26)            |
|   | Informatica Stimuleringsplan (INSP)   | 2.000.000,00           | ( 2.002.050,00)           |
|   | Innovatie gericht Onderzoeksprogramma's (IOP)                                   | 27.842,25              | ( 0,00)                   |
|   |   | f <u>2.482.277,71</u>  | (f <u>2.334.975,26</u> )  |
| Post 4.3  | Deze post is als volgt samengesteld:  |                        |                           |
|   | ESPRIT  | f 1.755.281,88         | (f 1.650.158,43)          |
|   | Euromath  | 254.532,00             | ( 0,00)                   |
|   | RACE  | 81.000,23              | ( 0,00)                   |
|   |   | f <u>2.090.814,11</u>  | (f <u>1.650.158,43</u> )  |
| Post 4.4  | Deze post is als volgt samengesteld:  |                        |                           |
|   | Opdrachten- en machine-urenvergoedingen (incl. bedrijfs cursussen)              | f 1.280.795,31         | (f 1.024.780,98)          |
|   | Cursussen en conferenties   | 31.568,86              | ( 78.729,12)              |
|   | Verkoop publikaties   | 122.653,06             | ( 163.348,26)             |
|   | Overige inkomsten en baten  | 802.115,33             | ( 558.363,10)             |
|   |   | f <u>2.237.132,56</u>  | (f <u>1.825.221,46</u> )  |
| <b>Rekening van baten en lasten (buitengewone dienst)</b> |   |                        |                           |
| Posten  | De volgende subsidies werden ontvangen:   |                        |                           |
| 5.1, 5.2  | - Nederlandse organisatie voor wetenschappelijk onderzoek, NWO                  | f 300.000,00           | (f 900.000,00)            |
| en 6.1  | - Informatica Stimuleringsplan (INSP)   | 0,00                   | ( 100.000,00)             |
|   | - Intentioneel Apparatuur Schema (IAS)  | 1.750.000,00           | ( 750.000,00)             |
|   |   | f <u>2.050.000,00</u>  | (f <u>1.750.000,00</u> )  |

**ACCOUNTANTSVERKLARING**

Wij hebben de jaarrekening 1988 van de Stichting Mathematisch Centrum te Amsterdam gecontroleerd en daarbij op grond van ons onderzoek een goedkeurende verklaring afgegeven.

De hierbij opgenomen verkorte jaarrekening is ontleend aan deze jaarrekening en is toereikend in het kader van het jaarverslag 1988.

Amsterdam, 3 mei 1989

Deloitte Dijker Van Dien

## Deel II

### Wetenschappelijk Deel



## Inleiding

Het beleid ten aanzien van het wetenschappelijk onderzoek in het verslagjaar kenmerkt zich vooral door de zorg over de continuïteit van het informatica-onderzoek en het behoud van het evenwicht tussen wiskunde en informatica.

Voor de versterking van het informatica-onderzoek conform het Informatica Stimuleringsplan, moest naast de tot 1989 beschikbaar gestelde 10 mln., naar andere middelen worden gezocht. De teruggang in reguliere middelen voor het CWI-onderzoek, veroorzaakt door gelijkblijvend of teruglopend NWO-subsidie bij verhoging van de exploitatiekosten door duurdere infrastructuur en ondersteuning, maakt het zeer moeilijk om de noodzakelijke reallocatie in en uitbreiding van het wiskunde-onderzoek te realiseren en daarmee de aansluiting bij de internationale ontwikkelingen te kunnen blijven behouden.

De belangrijke rol die het CWI speelt bij het Nederlandse onderzoek in wiskunde en informatica moge wel blijken uit de vele samenwerkingsprojecten waarvan dit jaarverslag getuigt. Van belang hierbij zijn zeker ook de door de Europese Commissie gesubsidieerde projecten (ESPRIT I, ESPRIT II, CODEST, RACE) en de STW-projecten, maar ook het via SPIN gefinancierde onderzoek en het onderzoek gefinancierd uit NFI-middelen. De twee fellowships aangeboden door Shell in 1986 liepen ook in het verslagjaar weer door en getuigen van de waarde die het CWI hecht aan samenwerking met het bedrijfsleven en het doorgeven van CWI-kennis.

Voor gedetailleerde verslagen van het vele onderzoek dat in het verslagjaar bij het CWI kon worden verricht, alsmede van de symposia, conferenties en vele andere wetenschappelijke activiteiten wordt verwezen naar de algemene beschouwing in deel I van dit jaarverslag en naar het vervolg van dit wetenschappelijk gedeelte.

In het volgende hoofdstukje geven we traditiegetrouw een uitvoeriger toelichting op enkele specifieke onderzoeksprojecten. Dit jaar zijn daartoe gekozen

het PRISMA-project van het CWI en Moduli als één van de landelijke projecten.

### PRISMA

Het PRISMA-project (PaRallel Inference and Storage Machine) is een grootschalige onderzoeksinspanning met als doel het ontwerpen en implementeren van een parallelle machine voor de verwerking van gegevens en kennis. De PRISMA database machine is een gespreid database management systeem (DBMS), waarbij de gegevens in het primaire geheugen zijn opgeslagen. Het systeem is geïmplementeerd in een parallelle object-gerichte taal, ontwikkeld voor een prototype multicomputersysteem bestaande uit 64 verwerkingselementen.

### *Inleiding*

Ontwerp en bouw van database machines ter verbetering van niet-numerieke gegevensverwerking heeft gedurende de laatste twintig jaar vele onderzoekers aangetrokken. Enerzijds kunnen database machines de hoeveelheid te behandelen gegevens verminderen door bij het transport van schijf naar werkgeheugen de records te filteren en door een netwerk van computers voor speciale functies te gebruiken. Anderzijds ziet men pogingen om de verwerkingskracht en opslagcapaciteit voortvloeiend uit grootschalige integratie te benutten. Ondanks grote inspanningen zijn er thans slechts enkele datamachines op de markt (o.a. ICL/CAFS, Britton-Lee IDM en Teradata DBC-1024). Mogelijke oorzaken hiervan zijn dat er tot nu toe niet meer dan deeloplossingen zijn aangedragen, alsmede de snelle ontwikkeling van hardware technologie en de monolithische architectuur van de meeste database systemen. In het bijzonder schieten de huidige relationele database systemen tekort, omdat deze alleen een vaste verzameling primitieve data types kennen: *integer*, *float* en *strings* van vaste of variabele lengte.

Hoewel deze data types toereikend zijn voor de meeste administratieve database toepassingen, maken de vaste verzameling operatoren, de inrichting van hun opslag, en hun gebruik in de query optimizer het moeilijk ze toe te passen op nieuwe gebieden, zoals statistische databases, CAD/CAM en kantoorautomatisering. Een andere benadering is een 'uitbreidbaar' database systeem te bouwen. Zo'n systeem levert mechanismen om nieuwe data types in te voeren en de query optimizer te verbeteren.

Een andere constatering is dat één DBMS alleen nooit alle database toepassingen efficiënt kan ondersteunen. Vandaar de noodzaak van een verscheidenheid aan systemen, die kunnen zorgen voor het vereiste niveau van abstractie, gebruikersinterface en functionaliteit. Zo stimuleert de integratie van microcomputers met mainframes de behoefte aan coöperatieve database systemen en interfaces met low-end database systemen, zoals spreadsheet pakketten. Bijgevolg zou men bij het ontwerpen van toekomstige database systemen rekening moeten houden met gegevensspreiding, d.w.z. dat een DBMS is opgebouwd uit een verzameling database managers, die elk zorg dragen voor een deel van de vereiste functionaliteit, en die worden gecoördineerd door een

distributie-manager. Verdere prestatieverbetering kan worden verkregen door grootschalig gebruik van primair geheugen als opslagmedium voor databases.

Doordat de prijzen voor werkgeheugen snel dalen, is het nu mogelijk en kosten-effectief om de database grotendeels op te slaan in het werkgeheugen. Aangezien men er, vanwege beperkingen in hardware en prestatie, niet vanuit mag gaan dat 1 GigaByte kan worden gehanteerd door één processor, is men verplicht om de database al vanaf het begin te ontwerpen als een gespreid systeem. Bovendien behoort zo'n nieuw systeem, omdat het rekening houden met de fysische grenzen een sterk negatief effect heeft op de prestatie, geen voorzieningen te hebben voor het hanteren van bijvoorbeeld overflow van het geheugen (alleen maar voor de herkenning van zo'n gebeurtenis). Als de database niet past in het beschikbare geheugen, moet de gebruiker een gespreide database maken.

### *Het PRISMA-project*

Het PRISMA-project is een poging om ervaring en kennis op te doen omtrent parallele verwerking van gegevens en kennis door een werkend prototype te construeren. Dit lange-termijn doel wordt vertaald naar de volgende concrete doelen:

- bouw van een multicomputersysteem, bestaande uit een groot aantal verwerkingselementen die onderling zijn verbonden in een message-passing netwerk;
- definitie en efficiënte implementatie van een parallele object-gerichte taal POOL-X;
- ontwerp en implementatie van een database systeem in POOL-X in het werkgeheugen;
- ontwerp en implementatie van een expertsysteem-schil in POOL-X die parallellisme benut ten behoeve van inferentie;
- onderzoek naar het gebruik van middelmatig tot grof-korreilig parallellisme voor toepassing van gegevens- en kennisverwerking, integratie van gegevens- en kennisverwerking, en evaluatie van het multicomputer prototype.

### *Kernpunten van de PRISMA-database machine*

De belangrijkste ideeën achter het ontwerp van de PRISMA-database machine zijn:

- het streven naar prestatieverbetering door de invoering van parallellisme en door het gebruik van een zeer groot werkgeheugen voor opslag;
- het ontwerp als een sterk gekoppeld gespreid database systeem;
- de beschikbaarheid van een SQL en een interface voor logisch programmeren;
- een op kennis gebaseerde benadering ter benutting van parallellisme;
- gebruik van een generatieve benadering voor data managers.

Een vergelijking met andere systemen is gegeven in [1]. De volgende paragrafen zijn gericht op het database systeem en het machine-deel van het PRISMA-project.



### *Globale architectuur van het database systeem*

Het PRISMA DBMS bestaat uit gecentraliseerde database systemen, z.g. One-Fragment Managers (OFM), die draaien onder supervisie van een Global Data Handler (GDH). De architectuur van een OFM wordt hieronder uitgelegd. De GDH bevat de data dictionary, de query optimizer, de transactie manager, het concurrency bestuursorgaan, en de parsers voor SQL en PRISMAlog. Bovendien is er een recovery component en een manager voor de toewijzing van gegevens.

Parallellisme wordt gebruikt zowel binnen het DBMS als tijdens query processing. Binnen het DBMS verkrijgt men dit door verscheidene kopieën van DBMS-componenten parallel te laten lopen. Voorbeelden van deze componenten zijn de parsers, de query optimizer, de transactie monitor en de OFM's voor tussenresultaten. Voor elke query wordt een nieuwe kopie gecreëerd, mogelijk lopend op zijn eigen processor. Dit houdt in dat verscheidene queries en updates parallel kunnen worden geëvalueerd, behalve voor toegangen tot dezelfde kopie van basisfragmenten van de database.

De in PRISMA gedefinieerde logische programmeertaal heet PRISMAlog. Deze is gebaseerd op functie-vrije Horn clauses en heeft een syntaxis vergelijkbaar met Prolog. Eén der belangrijkste verschillen tussen zuivere Prolog en PRISMAlog is dat de laatste verzameling-gericht is en daardoor geschikter voor parallele evaluatie. De semantiek van PRISMAlog is gedefinieerd in termen van uitbreidingen tot de relationele algebra. Feiten komen overeen met tupels in de database. Regels zijn view definities inclusief recursie.

Het benutten van het potentieel aan parallellisme in een groot reservoir van processoren is geen eenvoudige opgave. Een aspect van het probleem is de korrelgrootte van het parallellisme: grof of fijn. In het PRISMA-project is gekozen voor de grofkorrelige benadering wegens de hierdoor verwachte hogere prestatie in onze multicomputerarchitectuur.

Een op kennis gebaseerde benadering van query optimalisatie is gekozen om alle parallellisme op coherente wijze te benutten. De kennisbank bevat regels betreffende logische transformaties, schatting van de omvang van tussenresultaten, detectie van gemeenschappelijke deexpressies, en toepassing van parallellisme om de responstijd te minimaliseren.

De DBMS-programmatuur is georganiseerd als een volledig gespreid database systeem waarin de componenten One-Fragment Managers zijn. OFM's zijn database systemen die één relatie-fragment beheren. Zij bevatten alle functies van een volledig DBMS, zoals: een lokale query optimizer, transactie management, marking en cursor onderhoud, en diverse opslagstructuren. Meer in het bijzonder ondersteunen zij een transitieve afsluiting-operator ten behoeve van recursieve queries. Verscheidene OFM-types zijn voorzien, elk uitgerust met de juiste hoeveelheid gereedschap. Zo behoeven OFM's, die uitsluitend nodig zijn voor query processing, geen uitgebreide faciliteiten voor herstel na een 'crash'. Bovendien beschikt elke OFM over een compiler voor tuple-selecties teneinde routines dynamisch te kunnen genereren.

Op deze wijze is de architectuur van een OFM afgestemd op de vereisten die voortvloeien uit de relatie-definitie, en vermijdt men de interpretatie overhead veroorzaakt door een expressie-interpretator.

#### *De PRISMA-machine*

De PRISMA-machine implementeert een parallelle object-gerichte taal (POOL-X) op een multicomputersysteem. Het programmeermodel van POOL-X is een verzameling van dynamisch gecreëerde processen. Intern vertonen de processen een control-flow gedrag en zij communiceren uitsluitend met elkaar via message-passing, d.w.z. zonder gedeeld geheugen. POOL-X is nauw verwant aan POOL2 (zie [2]), een algemene object-gerichte taal. Zij is sterk getypeerd en verbergt de multicomputer details. POOL-X is enigszins toegesneden op toepassingen van gegevens- en kennisverwerking. Op enkele speciale punten biedt de taal dynamische typering teneinde de implementatie van relatie-types efficiënt te kunnen ondersteunen. Bovendien ondersteunt POOL-X expliciete toewijzing van de dynamisch gecreëerde processen aan de verwerkingselementen. Dit maakt een goede balans tussen opslag, verwerking en communicatie mogelijk.

De in PRISMA beoogde multicomputerarchitectuur omvat een groot aantal verwerkingselementen, onderling verbonden via een message-passing netwerk. Alle verwerkingselementen hebben de mogelijkheid tot (gegevens)verwerking, communicatie en (lokale) opslag. Deze functies moeten onderling zodanig in evenwicht zijn dat de verwerkingselementen uiteindelijk kunnen worden gerealiseerd in VLSI. Op deze wijze kan een kosten-effectieve krachtige multicomputer worden geconstrueerd door eenvoudigweg (goedkope) componenten te schakelen.

In een eerste opzet van het prototype zal de multicomputer bestaan uit 64 verwerkingselementen, elk met vier verbindingen van 10 Mbit/sec, en een lokaal werkgeheugen van 16 Mbyte. Sommige verwerkingselementen zullen niet alleen verbonden zijn met het werkgeheugen, maar ook met achtergrondgeheugen (schijf); het multicomputersysteem gebruikt dit om een stabiele opslag en een automatisch herstel na systeemstoringen te implementeren. Deze benadering leidt tot een vereenvoudiging in het ontwerp van het DBMS.

#### *Organisatie en status*

Het project begon in oktober 1986 en is gepland tot september 1990. Leider en belangrijkste financier is Philips Research Laboratorium in Eindhoven. Andere deelnemers zijn de Universiteiten van Amsterdam, Leiden, Twente en Utrecht, en het CWI. De bijdragen van het CWI komen uit twee projectgroepen: *Gespreide adaptieve informatiesystemen* (leider M.L. Kersten) en *Expertsystemen* (leider P.J.F. Lucas). Op het ogenblik zijn er landelijk ongeveer 30 onderzoekers bij betrokken. Het project wordt gedeeltelijk gefinancierd door het nationale programma SPIN. In de loop van 1986 en 1987 werden de taken van de hoofdcomponenten: een expertsysteem, het DBMS en de multicomputer, geïdentificeerd en er werd een functioneel ontwerp geschreven. In 1988 werd in samenwerking met de Universiteit Twente het eerste prototype DBMS,

PRISMA/DB genaamd, geïmplementeerd. Het resulterende programma - dertig duizend regels in POOL-X - draait op een SUN-werkstation en toont de geschiktheid van een parallelle object-gerichte taal voor de implementatie van een niet-triviaal programmatuursysteem aan. Bovendien heeft de architectuur van het DBMS aangetoond dat werk met succes kan worden verdeeld over verscheidene onderzoeksplaatsen en dat componenten inderdaad betrekkelijk gemakkelijk kunnen worden veranderd. De eerste machine, met een bedrijfs-systeem en een vertaler, zullen medio 1989 beschikbaar zijn om mee te experimenteren. Dan kunnen we zien of de architectuur van programmatuur en apparatuur presteert volgens de verwachtingen. In de resterende periode van het project zal de aandacht vooral uitgaan naar speciale onderwerpen zoals de aanpak van integriteitscontrole binnen een gespreid systeem en de compilatie van gespecialiseerde one-fragment managers uit hun specificatie. Vervolgens zal het PRISMA/DB-systeem worden gebruikt in het ESPRIT II-project TROPICS, waar het verder zal worden verbeterd voor de ondersteuning van multimediale documenten in een kantooromgeving.

#### *Referenties*

1. M.L. KERSTEN, P.M.G. APERS, M.A.W. HOUTSMA, H.J.A. VAN KUIJK, R.L.W. VAN DE WEG (1987). A distributed, main-memory database machine. *Proc. of 5th International Workshop on Database Machines*, Karuzawa, Japan, 353-369.
2. A.W. BRONNENBERG, A. NIJMAN, E. ODIJK, R. VAN TWIST (1987). DOOM: a decentralized object-oriented machine. *IEEE Micro*.

#### PROJECT MODULI, 1981-1988

Aanvragers van het project: G.B.M. van der Geer, F. Oort, C.A.M. Peters.

Adviseurs: H.W. Lenstra, Jr., J.P. Murre.

Promotied medewerkers: L.N.M. van Geemen (promotie: 13 maart 1985, cum laude), C.F. Faber (promotie: 23 augustus 1988), J. Top (promotie: waarschijnlijk 12 juni 1989).

#### *Probleem- en doelstelling*

Het bevorderen van het onderzoek van moduli-ruimten van algebraïsche variëteiten en de daarmee verband houdende arithmetische problemen (zo werd het in 1980 door ons geformuleerd).

In dit verslag zullen we in het kort het volgende beschrijven: inhoud van de proefschriften, onderwerpen behandeld op de seminaria, gasten, uitstraling van het project, (een zeer beknopte) lijst van publikaties.

#### *Promovendi*

- 1) Proefschrift L.N.M. van Geemen: The Schottky problem and moduli spaces of Kummer varieties.

Het Schottky-probleem vraagt een precieze beschrijving van de Torelli locus (de verzameling van Jacobianen van algebraïsche krommen) in de moduli-

ruimte van abelse variëteiten. Dit probleem heeft lang op een oplossing gewacht. Van Geemen heeft een klassiek idee, gemengd met nieuwe technieken over compactificaties van moduli-ruimten, weten te gebruiken voor een (gedeeltelijke) oplossing van het Schottky-probleem. Deze methoden zijn uitvoerig besproken op het Moduli seminarium. De stimulansen van het project en van de bezoekers ervan hebben gunstig gewerkt voor dit onderzoek. Het resultaat heeft internationaal grote waardering ondervonden.

## 2) Proefschrift C.F. Faber: Chow rings of moduli spaces of curves.

Cykels op een variëteit kunnen beschreven worden (modulo een equivalentie-relatie) met behulp van de zogenaamde Chow-groepen. Een nauwkeurige beschrijving van dergelijke groepen (en van de bijbehorende ring-structuur) voor moduli-ruimten geeft veel inzicht in allerlei structuren, en er zijn veel toepassingen. Mumford heeft de Chow-ring van de gecompactificeerde moduli-ruimte van krommen van geslacht twee beschreven. Faber geeft in zijn proefschrift een nauwkeurige beschrijving van deze ring voor de gecompactificeerde moduli-ruimte van krommen van geslacht 3. Zijn methode baseert zich deels op reeds bekende technieken (b.v. resultaten van Mumford, en een beschrijving uit het proefschrift van L. Vermeulen betreffende buigpunten van krommen van geslacht 3), maar daarnaast heeft Faber nieuwe technieken moeten ontwikkelen. Hij geeft een volledig stel voortbrengers voor de Chow-ring met behulp van meetkundige methoden. Afhankelijkheid van dergelijke cykel-klassen onderzoekt hij door snijgetallen met families in complementaire dimensie uit te rekenen. Zijn resultaat zal zeker in de toekomst gebruikt en verder aangevuld worden.

## 3) Proefschrift J. Top, vermoedelijke titel: Topics in arithmetic and geometry: the cycle $C - C'$ , and $L$ -series associated to Siegel modular forms.

Het proefschrift van Top is op het grensgebied van algebraïsche meetkunde en getaltheorie. In het eerste deel wordt een bewijs van Ceresa betreffende niet-torsie elementen in de Griffiths-groep van een Jacobiaan geanalyseerd; met behulp van technieken van Bloch worden verdere voorbeelden geconstrueerd. In het tweede deel worden expliciete voorbeelden van modulaire vormen geconstrueerd. Het betreft hier spitsenvormen van gewicht 2 en 3. Beide onderwerpen werpen een nieuw licht op allerlei vermoedens in dit gebied. De problemen zijn moeilijk en definitieve resultaten lijken nog (ver) buiten bereik.

Samenvatting wat betreft werk en activiteiten van de promovendi:

- a) Deze drie wiskundigen hebben enorm voordeel gehad van het project: de veelzijdige contacten, de interesse in hun werk. Zij zijn alle drie uitgegroeid tot wiskundigen met een brede kennis en een goed inzicht in dit gebied.
- b) Hun werk wordt internationaal gewaardeerd, en kan glansrijk vergelijking met proefschriften in hetzelfde (moeilijke) vakgebied elders doorstaan.

### *Onderwerpen*

Bij de aanvraag (in juli 1980) werd een motivatie voor het project gegeven, met een lijst van onderwerpen waaraan gewerkt zou kunnen worden. Aan sommige van die onderwerpen is inderdaad met resultaat gewerkt. Andere onderwerpen bleken moeilijker toegankelijk. Ook hebben we steeds ingespeeld op nieuwe ontwikkelingen. Verschillende diepe nieuwe resultaten zijn uitvoerig besproken op ons seminarium. We noemen een lange reeks van voordrachten over het werk van Harris en Mumford over niet-rationaliteit van moduli-ruimten, en een serie voordrachten over het werk van Faltings over compactificaties van moduli-ruimtes van abelse variëteiten. Het is opvallend hoe goed zoiets werkt: doordat een grote groep onderzoekers zich een tijdlang bezighoudt met een methode komt er een reservoir van kennis daarover, zien we hoe verschillende specialisten in onze gelederen op verschillende, en daardoor wederzijds bevruchtende manier tegen de nieuwe ontwikkelingen aankijken. Bij een vrij grote groep (niet alleen de projectleiders, de promovendi, maar ook andere junior- en seniorwiskundigen die geregeld meedoen aan de activiteiten) gaan deze problemen en methoden leven. Waar een enkeling er niet zo gauw toe zou komen een diepgaande nieuwe methode zich eigen te maken, geeft een voortgaande discussie in een groep van deze omvang een efficiënte manier om van student tot specialist de ontwikkelingen te laten leven. Verder blijkt het zeer nuttig dat onderzoekers aan verschillende universiteiten op een dergelijk intensieve manier samenwerken. We hebben meerdere malen gezien hoe een promotie-medewerker profijt heeft van die veelzijdige contacten.

We geven enkele titels van voordrachten en onderwerpen:

- Rigiditeit van families van variëteiten.
- Teichmüller deformaties.
- Prym-afbeeldingen.
- Deformatie-theorie.
- Het Weil-vermoeden.
- De Kodaira-verdwijnstelling.
- Compactificaties van de moduli-ruimte van krommen.
- Harris-Mumford: De Kodaira-dimensie van de moduli-ruimte van krommen.
- Het Schottky-probleem.
- Karakterisaties van Jacobianen.
- Trisecanten van Kummer-variëteiten.
- Het Mordell-vermoeden.
- Torsiepunten op een kromme in zijn Jacobiaan.
- De vermoedens van Vojta.
- Cykels op Fermat-variëteiten.
- Hoogtes en moduli.
- Faltings: Arithmetische compactificatie van moduli-ruimten van abelse variëteiten.
- Chow-ringen van moduli-ruimten.
- Algebraïsche cykels en  $L$ -functies.

### *Gasten, sprekers en andere deelnemers aan de seminaria*

Het project kende verschillende soorten gasten. Er waren gasten voor een korte periode; het is vaak nuttig om een bezoeker op korte termijn te kunnen uitnodigen, een project is daar zeer geschikt voor; ook geeft het project voor gasten een goed werkklimaat. Verder waren er gasten voor een periode van een of meerdere maanden. Daarin kon aan langere projecten gewerkt worden. Verder kende het project twee 'post-doc.' aanstellingen voor een jaar: T. Katsura, T. Sekiguchi. Met die wiskundigen werden projecten opgezet van een omvangrijk karakter (supersinguliere abelse variëteiten, kanonieke liften, automorfismen van krommen). Dat heeft geresulteerd in nuttige ontwikkelingen en verschillende publikaties. We merken op dat de meeste bezoeken wetenschappelijk gezien een zeer positief resultaat heeft opgeleverd. Bij herhaling verzekerden onze gasten ons dat het stimulerend en prettig is om in het kader van dit project te werken.

Gasten: K. Ueno, T. Sekiguchi, T. Katsura, L. Szpiro, G. Faltings, A. Conte, Y. Namikawa, G. Welters, T. Ibukiyama, A. Beauville, P. Wilson, T. Shioda, L. Moret-Bailly, R. Smith, V. Kanev, A.N. Parshin, F.A. Bogomolov, H. Esnault, E. Viehweg, C. De Concini, R. Livné, F. Herrlich, N. Nygaard, D. Zagier, T. Ooe.

Sprekers: M. van der Put, J. Steenbrink, F. Beukers, J. Stienstra, R. Schoof.

Leden van de project-groep: L. Vermeulen, M. Coppens, R. Aerdts, B. Edixhoven, L. van Gastel, R. de Jeu, J. Mulder, H. Sterk.

Het landelijke seminarium dat door deze project-groep werd georganiseerd in 1981-1987 werd voor een deel besteed aan het systematisch doornemen van grote stukken theorie, verder werden er losse voordrachten gegeven door buitenlandse gasten of door Nederlandse deelnemers over de nieuwste ontwikkelingen en over lopend onderzoek. Voor alle deelnemers, maar vooral voor de jongeren is een dergelijk terugkerend intensief contact met vakgenoten van groot belang. Het project heeft een stimulerende werking gehad op de deelnemers. Bij herhaling hoorden we in het buitenland lovend commentaar op het niveau van de jonge wiskundigen die in deze groep werken. Het Moduli-project heeft daar zeker een positieve bijdrage in geleverd.

### *Enkele publikaties*

Een volledige lijst van alle publikaties die ontstaan zijn in verband met dit project zou veel te lang zijn; we geven een paar voorbeelden van werk dat typisch ontstaan is dankzij dit project.

1. G. VAN DER GEER (1982). On the geometry of a Siegel modular 3-fold. *Math. Ann.* 260, 317-350.
2. B. VAN GEEMEN, F. OORT (1983). *A Compactification of a Fine Moduli Space of Curves*, Utrecht, preprint 301, augustus.

3. F. BEUKERS, C. PETERS (1984). A family of  $K3$ -surfaces and  $\zeta(3)$ . *Journ. reine angew. Math.* 351, 42-54.
4. L. VAN GEEMEN (1984). Siegel modular forms vanishing on the moduli space of curves. *Invent. Math.* 78, 329-349.
5. C. PETERS (1984). A criterion for flatness of Hodge bundles over curves and geometric applications. *Math. Ann.* 268, 1-19.
6. B. VAN GEEMEN, G. VAN DER GEER (1986). Kummer varieties and the moduli space of abelian varieties. *Amer. J. Math.* 108, 615-642.
7. G. VAN DER GEER (1985). The Schottky problem. *25th Arbeitstagung Bonn, Lect. Notes Math. 1111*, Springer-Verlag, 385-406.
8. T. SEKIGUCHI, F. OORT (1985). *On the Deformation of Artin-Schreier to Kummer*, Utrecht, Preprint 369, 66 pp.
9. F. OORT, T. SEKIGUCHI (1986). The canonical lift of an ordinary jacobian variety need not be a jacobian variety. *J. Math. Soc. Japan* 38, 427-437.
10. C. PETERS (1986). On Arakelov Finiteness theorem for higher dimensional varieties. *Rend. Sem. Math. 'Algebraic varieties of small dimension'* Torino, 43-50.
11. T. KATSURA, F. OORT (1987). Families of supersingular abelian surfaces. *Compos. Math.* 62, 107-167.
12. G. VAN DER GEER, A. BEAUVILLE, O. DEBARRE, R. DONAGI (1988). Sur les fonctions d'ordre deux et les singularités du diviseur theta. *C.R. Acad. Sci. Paris* 307, 481-484.
13. F. OORT, M. VAN DER PUT (1988). A construction of an abelian variety with a given endomorphism algebra. *Compos Math.* 67, 103-120.
14. C. FABER (1988). Prym varieties of triple cyclic coverings. *Mat. Zeitschr.* 199, 61-79.
15. F. BEUKERS, J. TOP (1988). On oranges and integral points on certain plane cubic curves. *Nieuw Archief voor Wiskunde, Deel 6, No. 3*, 203-210.
16. T. OOE, J. TOP. On the Mordell-Weill rank of an abelian variety over a number field (verschijnt in *Journ. Pure Appl. Algebra*).

## Algemene CWI-Activiteiten

### EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

#### *Workshop Strategisch Onderzoek in Informatica en Wiskunde*

Het CWI organiseerde op 22 en 23 september in Noordwijk de Workshop Strategisch Onderzoek in Informatica en Wiskunde. Het doel was na te gaan welke de invloed van het INSP op het fundamenteel en strategisch onderzoek in Nederland is, zowel in het algemeen als voor het CWI in het bijzonder. Naar aanleiding van de ideeën die vertegenwoordigers uit bedrijfsleven, academische wereld, overheid en semi-overheid tijdens deze bijeenkomst presenteerden, werd door ongeveer zeventig deelnemers gediscussieerd over te nemen initiatieven in de jaren negentig. Aan de orde kwamen onder andere de functie van het CWI als transferpunt, projectfinanciering en diverse nationale en Europese subsidiemogelijkheden. Inleiders waren:

prof.dr. P.C. Baayen: Retrospectieve inleiding.

prof.dr. T.M.A. Bemelmans: Strategisch informatica-onderzoek.

drs. A.H.J. Vermeulen: Overheidsinstrumenten.

dr. W. Grünsteidl: Europese programma's en initiatieven.

prof.dr. M. Hazewinkel: Het CWI: beleid en functie in de jaren negentig.

prof.dr. A.E. Pannenburg: Conclusies en afsluiting.

#### *Symposium Regeling en Planning in het Verkeer*

Op 12 oktober organiseerde het CWI een nationaal symposium Regeling en Planning in het Verkeer. Er werd door ongeveer zestig mensen aan deelgenomen. Het symposium had tot doel de contacten tussen onderzoekers en (potentiële) gebruikers van onderzoeksresultaten op dit terrein te verbeteren. Een dergelijke activiteit behoort tot de algemene doelstellingen van het CWI:



kennisoverdracht en het alert zijn op eventuele toepassingen van de resultaten van fundamenteel onderzoek. Het programma was als volgt:

prof. dr. P.C. Baayen (SMC/CWI): Opening.

dr.ir. M.F.A.M. van Maarseveen (Planologisch Studiecentrum TNO, Verkeers- en Vervoersgroep): Methodische problemen bij kwantitatief toekomstonderzoek.

ir. G.R.M. Jansen (TU Delft, Onderzoeksinstituut voor Stedebouw, Planologie en Architectuur, OSPA): Evenwichten in vervoersnetten: De betekenis van wiskundig onderzoek.

prof.dr.ir. R. Hamerslag (TU Delft, Fac. Civiele Techniek, Vakgroep Verkeer; Fac. Technische Wiskunde, Vakgroep Informatica): Toedeling van 3-dimensionale herkomst- en bestemmingstabellen aan zwaar belaste netwerken in de tijdruimte.

ir. J. Mauge (Philips Consumer Electronics, Projectleider Carminat): The Eureka project CARMINAT: an information and diagnostic system for safe, easy and efficient driving.

prof.dr. R.D. Gill (RU Utrecht, Mathematisch Instituut): Stochastische modellen voor het wegverkeer.

H. Neffendorf (MVA Systematica, UK): Developments in planning and control for road traffic - international perspectives.

#### *Algemeen CWI-Colloquium*

De colloquiumcommissie was als volgt samengesteld: M. Bezem (AP), M. Hazewinkel (ZW, tot de zomer), H.J.A.M. Heijmans (TW), R. Helmers (MS), J. Kok (NW), J.H. van Schuppen (MB, tot de zomer), A.P.J.M. Siebes (AA), C.L. Blom (IS).

In het kader van het colloquium werden de volgende voordrachten gehouden:

M.W.P. Savelsbergh (CWI/EUR): Computer aided routing, 25 januari.

L. Streit (Bielefeld): The message of white noise-analysis, probability, quantum physics, 16 mei.

J. Kok (CWI): De programmeertaal Ada, 30 mei.

E. Kranakis (CWI): The earliest Dutch computers.

K. Keimel (TH Darmstadt): Continuous lattices and their applications in analysis, 19 september.

D. van Dalen (RU Utrecht): Brouwer, Hilbert, en de 'Grundlagenstreit' - een conflict tussen doctrines of personen, 31 oktober.

F. Natterer (Münster): Mathematical methods in computerized tomography, 21 november.

P.M.B. Vitányi (CWI): Two decades of applied Kolmogorov complexity, 19 december.

*Informatica-Colloquium*

Het *Informatica-Colloquium*, is bedoeld een verbindend element te zijn tussen (het onderzoek van) de informatica-afdelingen van het CWI. De colloquium-commissie was als volgt samengesteld: C.L. Blom (IS), N.W.P. van Diepen (AP) tot en met 31 maart, M. Bezem (AP) vanaf 1 april en A.P.J.M. Siebes (AA).

In de loop van het verslagjaar is besloten om het *Informatica-Colloquium* te doen opgaan in het *Algemeen CWI-Colloquium*.

In 1988 werden in het kader van het *Informatica-Colloquium* de volgende voordrachten gehouden:

J.C. Ebergen (TU Eindhoven): Translating Programs into Delay-Insensitive Circuits, 22 januari.

J. Wielemaker (Universiteit van Amsterdam): PCE-Prolog: een object-georiënteerd user interface management systeem, 19 februari.

R. Backhouse (RU Groningen): Constructive Type Theory, a Perspective from Computing Science, 18 maart.

*Vakantiecursus 1988*

De Vakantiecursus, die in het bijzonder bedoeld is voor wiskundeleraren verbonden aan VWO en HAVO, werd in 1988 voor de tweeënveertigste keer gehouden. De voorbereiding was in handen van een adviescommissie, samengesteld uit personen zowel uit het onderwijs als van het CWI. De leden waren:

prof.dr. A.W. Grootendorst (TU Delft)

prof.dr. M. Hazewinkel (CWI)

prof.dr. E.M. de Jager (Universiteit van Amsterdam)

M. Kindt (OW & OC)

dr. Th.J. Korthagen (voorzitter)

dr. J. van de Lune, Ph.D. (CWI)

prof.dr. W. van der Meiden (TU Eindhoven)

dr. P.A.J. Scheelbeek (RU Groningen)

H.N. Schuring (CITO)

G. Zwaneveld (St. Ignatius College)

drs. F. Sniijders (secretariaat)

Op voorstel van de commissie werd als thema gekozen: Differentie- en differentiaalvergelijkingen. De cursus werd gehouden in Eindhoven (18 en 19 augustus) en in Amsterdam (26 en 27 augustus). De volgende voordrachten stonden op het programma:

H.J.A. Duparc (Delft): Lineaire differentievergelijkingen.

H.J.A. Duparc (Delft) & F. van der Blij (RU Utrecht): Lineaire differentievergelijkingen versus niet-lineaire differentievergelijkingen.

F. van der Blij (RU Utrecht): Toepassingen in economie en biologie.

R.M.M. Mattheij (TU Eindhoven): Discretiseren van differentiaalvergelijkingen.

A.J. van Zanten (TU Delft): Toepassingen van niet-lineaire differentievergelijkingen in de informatica.

Het aantal deelnemers bedroeg in totaal 80. De coördinatie van de cursus was in handen van A.W. Grootendorst (TU Delft), daarin bijgestaan door F. Snijders (CWI).

*Educatieve werkzaamheden en externe contacten wetenschappelijk directeur*

De wetenschappelijk directeur prof. dr. P.C. Baayen nam in 1988 deel aan of bezocht:

- Workshop Wiskunde en Informatica, INRIA, Sophia-Antipolis, Frankrijk, 14-16 maart.
- 24e Nederlands Mathematisch Congres, TU Eindhoven, 7-8 april.
- Intelligent CAD Systems, (EUROGRAPHICS), Veldhoven, 12-15 april.
- Samenwerking GMD-INRIA-CWI, GMD, Bonn, BRD, 28-29 april.
- Afscheidssymposium prof. J. van Oorschoot, Amsterdam, 10 mei.
- Symposium prof.dr. F. van der Blij, Utrecht, 13 mei.
- Symposium Supercomputing, Amsterdam, 3 juni.
- Congres IIASA, Laxenburg, Oostenrijk, 14-15 juni.
- Afscheidssymposium prof.dr.ir. J.W. Cohen, Utrecht, 1 september.
- India-Netherlands Workshop on Science Policy, New Delhi, India, 3-7 september.
- TATA Institute for Fundamental Research, TATA, Bombay, India, 7 en 9 september.
- National Software Technology Centre, NSTC, Bombay, India, 8 september.
- Workshop Strategisch Onderzoek in Informatica en Wiskunde, Noordwijk, 22-23 september.
- Computing Science in the Netherlands, SION Congres, Utrecht, 3-4 november.
- Symposium Taal en Spraak, Leiden, 4 november.
- Symposium prof.dr. A. van der Sluis, Utrecht, 15 november.
- Colloquium Nationale Faciliteit Informatica, Amsterdam, 16 november.
- Workshop GMD-INRIA-CWI, Amsterdam, 17-18 november.
- Fujitsu, NTT, NEC, Tokyo University, Tokio, Japan, 23-25 november.
- Fifth Generation Computing Systems, Tokio, Japan, 27 november-2 december.
- Symposium 'Bewegende grenzen', RAWB, Ede, 6 december.
- Afscheidssymposium prof.dr. H.A. Lauwerier, Amsterdam, 9 december.

**PUBLIKATIES**

Voor een opgave van de CWI-rapporten alsmede de publikaties verschenen in tijdschriften, proceedings, e.d. wordt men verwezen naar de wetenschappelijke verslagen van de afdelingen in dit deel.

In het verslagjaar verschenen er 140 rapporten.

*Serie CWI Monographs*

De publikaties in deze serie betreffen boeken, maar ook congresverslagen (en syllabi) over een samenhangend onderwerp van zeer hoge kwaliteit waarbij bij de totstandkoming het CWI betrokken is. De CWI Monographs worden gebonden uitgegeven en verkocht in samenwerking met North-Holland Publishing Company, Amsterdam. De CWI Monographs verschijnen in de Engelse taal.

In het verslagjaar verscheen het volgende deel:

CWI Monograph 7: O.J. Boxma, R. Syski (eds.). Queueing Theory and its Applications - Liber Amicorum for J.W. Cohen.

*Serie CWI Tracts*

Een hoofdfunctie van de CWI Tracts is het verspreiden in het buitenland van in Nederland behaalde resultaten. De CWI Tracts verschijnen in de Engelse taal.

In het verslagjaar verschenen de volgende delen:

- CWI Tract 44 A.W. van der Vaart. Statistical estimation in large parameter spaces.
- CWI Tract 45 S.A. van de Geer. Regression analysis and empirical processes.
- CWI Tract 46 S.P. Spekrijse. Multigrid solution of the steady Euler equations.
- CWI Tract 47 J.B. Dijkstra. Analysis of means in some non-standard situations.
- CWI Tract 48 F.C. Drost. Asymptotics for generalized chi-square goodness-of-fit tests.
- CWI Tract 49 F.W. Wubs. Numerical solution of the shallow-water equations.
- CWI Tract 50 F. de Kerf. Asymptotic analysis of a class of perturbed Korteweg-de Vries initial value problems.
- CWI Tract 51 P.J.M. van Laarhoven. Theoretical and computational aspects of simulated annealing.
- CWI Tract 52 P.M. van Loon. Continuous decoupling transformations for linear boundary value problems.
- CWI Tract 53 K.C.P. Machielsen. Numerical solution of optimal control problems with state constraints by sequential quadratic programming in function space.
- CWI Tract 54 L.C.R.J. Willenborg. Computational aspects of survey data processing.
- CWI Tract 55 G.J. van der Steen. A program generator for recognition, parsing and transduction with syntactic patterns.

*Serie CWI Syllabi*

Hiervoor komen de verslagen van colloquia en seminaria in aanmerking zowel van CWI-activiteiten als van seminaria elders in Nederland, ook eventueel geschikte dictaten van doctoraal colleges en cursussen. Binnen de CWI Syllabi

serie is er een speciale deelserie van syllabi voor leraren, waarin ook de CWI-vakantiecursussen zijn opgenomen.

In het verslagjaar verschenen de volgende delen:

CWI Syllabus 16 P.J.M. Bongaarts, E.A. de Kerf, P.H.M. Kersten. Proceedings Seminar 1984-1986 Mathematical structures in field theories, Vol. 1.

CWI Syllabus 17 F. den Hollander, H. Maassen (eds.). Mark Kac seminar on probability and physics; Syllabus 1985-1987.

CWI Syllabus 18 Vacantiecursus 1988; Differentierekening.

CWI Syllabus 19 R. de Bruin, C.G. van der Laan, J.R. Luyten, H.F. Vogt. Publiceren met LATEX.

CWI Syllabus 20 R. van der Horst, R.D. Gill (eds.). STATAL: statistical procedures in Algol 60, part 1.

CWI Syllabus 21 R. van der Horst, R.D. Gill (eds.). STATAL: statistical procedures in Algol 60, part 2.

CWI Syllabus 22 R. van der Horst, R.D. Gill (eds.). STATAL: statistical procedures in Algol 60, part 3.

#### *STATAL-manual*

Het STATAL-reference manual is bedoeld als handleiding voor gebruikers van de STATAL-programmatuur en bestaat uit een groot aantal ALGOL 60 procedures op statistisch gebied, waarvan ook de source teksten afgedrukt zijn. STATAL is samengesteld door de afdeling Mathematische Statistiek. Het manual bestaat uit 7 hoofdstukken:

- (0) Algemene inleiding;
- (1) Verdelingen;
- (2) Berekening van statistische grootheden;
- (3) Sorteren en ordenen;
- (4) Permutaties en combinaties;
- (5) Pseudo-aselecte getallen generatoren;
- (6) Tabellen en grafieken;
- (7) Hulpprocedures.

In het verslagjaar is het STATAL-manual in 3 delen in de serie CWI Syllabi (nummer 20, 21 en 22) gepubliceerd. Als aanvulling op het manual zijn beschikbaar de rapporten SN 8, SN 9, SN 10 en SN 11, die theoretische achtergronden van een aantal procedures beschrijven.

#### *OPERAL-manual*

De bibliotheek OPERAL bevat programmatuur op beslistkundig gebied, verdeeld in tien hoofdgroepen, o.a. niet-lineaire programmering, netwerkprogrammering en combinatorische programmering. De documentatie bestaat uit vier delen:

- (1) Index en algemene informatie;
- (2) Beschrijvingen van ALGOL 60 procedures;
- (3) Beschrijvingen van de overige programmatuur;
- (4) Sourceteksten.

Listings van de delen 1, 2 en 3 zijn beschikbaar. De documentatie omvatte eind 1988 90 ALGOL 60 procedures. 5 FORTRAN IV programma's, 4 PASCAL-programma's en 3 CCL procedures.

*Overige publikaties*

A.M. Cohen, E. Kranakis, N.M. Temme (eds.). CWI Quarterly, Volume 1, Issues 1, 2, 3 en 4.

Stichting Mathematisch Centrum, Jaarverslag 1987.

CWI Annual Report 1987.

Aanwinsten boeken en tijdschriften Bibliotheek Centrum voor Wiskunde en Informatica

AW 39.1, AW 39.2, AW 39.3, AW 39.4.

Aanwinsten rapporten Bibliotheek Centrum voor Wiskunde en Informatica

AR 16.1, AR 16.2, AR 16.3, AR 16.4, AR 16.5, AR 16.6, AR 16.7, AR 16.8.

## Verslag van de Afdeling Zuivere Wiskunde

### OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

ZW 1 Algebra, discrete wiskunde en computeralgebra

ZW 2 Analyse

2.2 Analyse op halfenkelvoudige Lie-groepen en symmetrische ruimten en het verband met speciale functies

2.3 Klassieke analyse en getaltheorie

ZW 3 Algebraïsche mathematische fysica

3.5 Relaties tussen eindige-vrijheidsgraden, oneindige-vrijheidsgraden, en rooster en klassieke volledig integreerbare systemen

3.6 Relativistische en quantum integreerbare systemen

ZW 4 Dynamische systemen

ZW 5 Cryptografie

### DEELNAME IN PROJECTEN VAN ANDERE AFDELINGEN

MB 3 Systeem- en regeltheorie

### WETENSCHAPPELIJK VERSLAG

#### *ZW 1 Algebra, discrete wiskunde en computeralgebra*

Het afgelopen jaar is het boek over afstandsreguliere grafen door Brouwer, Cohen en Neumaier afgerond; het zal gepubliceerd worden in de *Ergebnisse* serie van Springer-Verlag. Cohen en Van Bon hebben volledig de afstands-transitieve grafen bepaald die een lineaire groep als sokkel van de automorfismengroep hebben, zie [PM-R8804 en PM-R8805]. Dit resultaat maakt gebruik van een stelling van Van Bon over de sokkel van de punt-stabilisator van een afstands-transitieve groep, zie [PM-R8808].

Daarnaast heeft Cohen aan groepen van Lie-type gewerkt; samen met Liebeck, Saxl en Seitz heeft hij de lokale maximale ondergroepen van de groepen van exceptioneel Lie-type volledig bepaald. Ook de nog resterende existentiële stellingen van eindige ondergroepen in de Lie-groep van type  $E_6$  zijn bewezen. Dit laatste resultaat is met behulp van computeralgebra verkregen, en markeert een overgang naar een meer computer-gericht onderzoek (zie publikatie [Z14]). Cohen verrichtte een uitgebreide oriënterende studie op het gebied van de computeralgebra (dit o.a. aan de hand van een door hem in Utrecht gegeven college). Een eerste concrete resultaat is de ontwikkeling van het programmapakket 'Lie'; dit pakket maakt het mogelijk om interactief standaardberekeningen aan Lie-groepen en Weyl-groepen te kunnen uitvoeren. Het programma (in C) is opgezet en de meeste functies zijn geïmplementeerd door Sommeling; door B. Lisser (STO) is een programmeeromgeving voor 'Lie' geschreven, waardoor het mogelijk is zelf nieuwe functies in de 'Lie-taal' te schrijven. Ook Ruitenburg en De Smit werkten mee aan dit project. Er is nu een voorlopige manual. Uitgebreidere documentatie zal volgend jaar worden gepubliceerd.

## ZW 2 Analyse

2.2. *Analyse op halfenkelvoudige Lie-groepen en symmetrische ruimten en het verband met speciale functies.* Dit onderzoek vond ten dele plaats in nauwe samenwerking met de RU Leiden. In dit kader begeleidde T.H. Koornwinder het promotie-onderzoek aan de RU Leiden van H.T. Koelink. Samen met laatstgenoemde startte T.H. Koornwinder een onderzoek naar de mogelijke interpretatie van  $q$ -hypergeometrische orthogonale polynomen op quantumgroepen. Voor verschillende klassen van polynomen bleek zo'n interpretatie mogelijk te zijn op de compacte matrixquantumgroep  $S_\mu U(2)$ ; zie de CWI-preprint [PM-R8809] en de preprint [Z37] (beide geaccepteerd door *Indag. Math.*). T.H. Koornwinder verkreeg uit deze interpretatie een additiefomule voor de kleine  $q$ -Legendrepolynomen. Samen met W. van Assche (Kath. Univ. Leuven, België) toonde hij aan dat in de limiet voor  $q \uparrow 1$  de klassieke additiefomule voor Legendrepolynomen wordt verkregen. Twee preprints hierover zullen begin 1989 verschijnen.

Het onderzoek door T.H. Koornwinder betreffende Macdonald's  $q$ -analogo van orthogonale polynomen geassocieerd met wortelsystemen werd voortgezet. Voor polynomen van type  $A_n$  werd aangetoond dat deze in zekere zin zelf-duaal zijn.

T.H. Koornwinder voltooide samen met G.G. Walter (Univ. of Wisconsin-Milwaukee, USA) een preprint over sampling en continue inversie van de Jacobi-transformatie op een eindig interval. Deze werd geaccepteerd door *J. Approx. Theory*.

Tenslotte schreef T.H. Koornwinder de preprints [PM-R8806] (over een verband tussen Meixner-Pollaczek polynomen en de Heisenbergalgebra) en [PM-R8807] (over Jacobifuncties als onverwacht limietgeval van  $q$ -ultrasferische



polynomen). Deze zijn geaccepteerd door *J. Math. Phys.* en *J. Pure Applied Math.*, resp..

G.C.M. Ruitenburg rondde zijn onderzoek aan multipliciteitenvrije algebraïsche groepsacties af met een promotie op 13 januari. Het eerste deel van het proefschrift [Z38] is gepubliceerd als [Z28], het tweede deel werd omgewerkt tot een artikel dat inmiddels is geaccepteerd voor publikatie in *Compositio Math.*

**2.3. Klassieke analyse en getaltheorie.** Het numerieke werk betreffende het Goldbach-vermoeden door Van de Lune (i.s.m. H.J.J. te Riele (NW) en A. Granville (Toronto)) werd afgesloten; zie rapport [NM-R8812]. Eerder onderzoek voortzettend besteedde Van de Lune weer veel aandacht aan de  $\zeta$ -functie. Zo verrichtte hij (grafisch) onderzoek naar het verband tussen de wijze waarop  $\zeta$  zich als conforme afbeelding rechts van de kritieke strook gedraagt en de wijze van 'nulpuntenproductie' van  $\zeta(s)$ . Ook werd onderzoek verricht aan diverse getaltheoretische processen waarop de eerste niet-triviale nulpunten van  $\zeta(s)$  een 'zichtbare' (i.e. op beeldscherm waarneembare) invloed hebben.

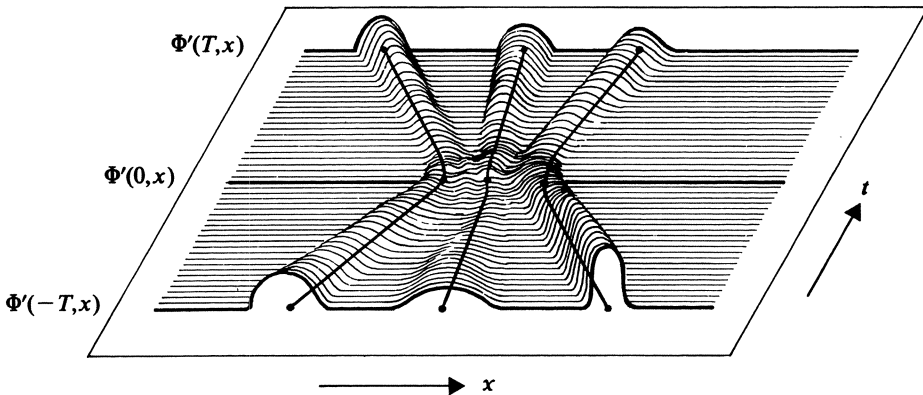
Voorts deed hij, in samenwerking met E. Wattel (VU Amsterdam) numeriek onderzoek aan de fout in het roosterpuntprobleem van Gauss. De implementatie hiervan op de Cyber 205 werd uitgevoerd door H.J.J. te Riele (NW). In het verlengde hiervan werd een soortgelijk onderzoek gestart betreffende het delerprobleem van Dirichlet. De bijbehorende grootschalige berekeningen zullen (i.s.m. Wattel en Te Riele) in 1989 worden uitgevoerd.

Tenslotte deed Van de Lune nog enig onderzoek naar de (gemiddelde) grootte van de maximale exponent in de priemontbinding van een natuurlijk getal.

### *ZW 3 Algebraïsche mathematische fysica*

**3.5. Relaties tussen eindige-vrijheidsgraden, oneindige-vrijheidsgraden, en rooster en klassieke volledig integreerbare systemen.** Het onderzoek van J.K. Scholma concentreerde zich in het verslagjaar op de bestudering van de klassieke niet-relativistische Calogero-Moser-systemen. Bij elk wortelsysteem kan een dergelijk systeem worden gedefinieerd. Uitgaande van een reële niet-compacte halfenkelvoudige Lie-algebra met een involutief automorfisme vond hij een abstracte Lie-algebraïsche constructie van de Poissonstructuur van deze systemen. Daarnaast slaagde hij er in op algebraïsche wijze de bijbehorende Lax-vergelijking af te leiden. Ook bewees hij dat de beperking van de Ad-invariante functies op de onderliggende Lie-algebra tot de faseruimte van het systeem in involutie zijn. Vanuit dit gezichtspunt kon hij de modellen beschrijven die horen bij de klassieke wortelsystemen. Het ziet er naar uit dat bovengenoemde constructie ggeneraliseerd kan worden tot systemen van type II, III en V, misschien ook tot de relativistische generalisaties hiervan. Begin 1989 zal een rapport over deze resultaten verschijnen.

3.6. *Relativistische en quantum integreerbare systemen.* S.N.M. Ruijsenaars rondde het onderzoek betreffende indextheorie en ijktransformaties in het kader van de Dirac theorie voor de 2N-dimensionale Minkowski-ruimte af. Hij bewees indexformules van Atiyah-Singer-type en hij toonde aan dat de voor  $N = 1$  reeds bekende boson-fermion correspondentie een generalisatie naar  $N > 1$  toelaat in een niet-abelse context. De resultaten zijn vastgelegd in rapport [PM-R88-11]. Hij zette het onderzoek aan relativistische Calogero-Moser-systemen voort. Daarbij verkreeg hij nieuwe inzichten in de relaties van deze systemen met soliton veldentheorieën en de 'q-wereld', en de theorie van hun eigenfunctietransformatie werd verder uitgebouwd. In het bijzonder werd bewezen, dat de tot nu toe geconstrueerde 2-deeltjes eigenfuncties de  $q$ -Gegenbauer-polynomen generaliseren, en dat zij dualiteitseigenschappen hebben, die het quantum analogon zijn van de al eerder ontdekte klassieke dualiteitseigenschappen.



Solitonen zijn deeltjes-achtige oplossingen van niet-lineaire partiële differentiaalvergelijkingen. De illustratie laat een 3-soliton botsing zien voor de Sine-Gordon-vergelijking  $\Phi_{xx} - \Phi_{tt} = \sin \Phi$ . Deze vergelijking is gebruikt als model voor de voortplanting van verplaatsingen in kristallen, faseverschillen in Josephson-schakelingen, torsiegolven in snaren en slingers, en golven langs lipide membranen. Zij dook reeds op in de vorige eeuw in verband met pseudo-sferische oppervlakken en wordt - in gequantiseerde vorm - ook gebruikt als model voor elementaire deeltjes.

De niet-lineaire wisselwerking manifesteert zich alleen in verschuivingen van de posities der solitonen, vergeleken met de posities als gevolg van een lineaire superpositie. De verschuivingen kunnen bovendien worden geschreven als de som van een paar verschuivingen, hetgeen leidt tot het fysische beeld van individuele grootheden die onafhankelijk in paren worden verstrooid. De 'gewogen' som van alle positieverschuivingen is gelijk aan nul, zodat het zwaartepunt der  $N$  solitonen beweegt met uniforme snelheid. De 'deeltjes'-banen onder de soliton-profielen komen voor in een relativistische generalisatie van Calogero-Moser-systemen. Hierdoor zijn de individuele solitonen gedurende de botsing te volgen. Er zijn steeds meer aanwijzingen dat deze overeenkomst tussen soliton-veldentheorie en reeksen van gegeneraliseerde  $N$ -deeltjes Calogero-Moser-systemen ook in gequantiseerde vorm blijft gelden.

#### *ZW 4 Dynamische systemen*

J. de Vries zette zijn werk aan het boek over topologische dynamica voort. Daarnaast besteedde hij veel aandacht aan z.g. 'skew-product' constructies van minimale verzamelingen: methoden van Ellis en Glasner & Weiss werden gecombineerd tot een elegante aanpak. Hierover zal volgend jaar een rapport verschijnen.

#### *ZW 5 Cryptografie*

Het onderzoek naar beveiliging tegen fraude en beveiligingen van persoonlijke gegevens in gedistribueerde computersystemen werd dit jaar gecontinueerd. Het on-line betalingssysteem werd verder uitgewerkt. D. Chaum ontwikkelde in samenwerking met A. Fiat en M. Naor een nieuw betalingssysteem, off-line en onnaspoorbaar (untraceable).

E.J.L.J. van Heijst werkte aan een onderzoek naar de veiligheid en efficiëntie van door Chaum ontwikkelde betalingssystemen.

H. den Boer en J.N.E. Bos continueerden hun onderzoek naar een systeem van zenden zonder je identiteit prijs te geven.

Den Boer verrichtte voorts onderzoek t.a.v. hashfuncties [zie publikatie Z1].

Bos verrichtte samen met M.J. Coster een onderzoek naar het bepalen van kortste 'som'-ketens (additive chains) voor getallen die voor RSA-toepassingen interessant zijn.

#### *ZW 6 Geschiedenis van mathematisering*

Dit betreft een niet in de planning van 1988 opgenomen historisch onderzoek naar de oprichting van het Mathematisch Centrum (1946) en het instellen van de opleiding tot wiskundig Ingenieur (1956). Dit onderzoek wordt uitgevoerd door G. Alberts onder leiding van P.C. Baayen. Er is regelmatig contact met dr. L.E. Fleischhacker (Universiteit Twente) en prof.dr. J.C.H. Blom (Universiteit van Amsterdam).

Bronnenonderzoek nam de meeste tijd in beslag; dit is voor een belangrijk deel afgerond (archieven in de TU Delft en in het Algemeen Rijksarchief en een tiental interviews). Ter illustratie noemen we twee opvallende vondsten: 1) de rol van werktuigbouwkundig en vliegtuigbouwkundig onderzoek als voorloper van het werk van wiskundig Ingenieurs; 2) reeds in 1947 werd een mathematisch ingenieursopleiding overwogen maar niet doorgezet.

Op het gebied van de geschiedenis van de informatica werden, onder meer in samenwerking met E. Kranakis (Universiteit van Amsterdam) en W. Aspray (Minnesota), naspeuringen gedaan naar de recente geschiedenis van het rekenen en de numerieke analyse.

G. Alberts voltooide een artikel over D. van Dantzig en significeerde een consultatie (dit verschijnt in 1989); voortgang werd gemaakt met de redactie van de proceedings van het symposium *Om de wiskunde* (CWI, 1987).

## EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

### *Conferenties*

*Lie Groups Seminar.* Het landelijk project Lie-groepen, waarin het CWI participeert, organiseerde een klein internationaal congres met bovenstaande titel, dat op 5 en 6 april op het CWI werd gehouden. De sprekers waren J. Faraut (Strasbourg, Frankrijk), I.G. Macdonald (London, UK), B. Ørsted (Odense, Denemarken), S.L. Woronowicz (Warszawa, Polen), E.P. van den Ban (RU Utrecht) en E.M. Opdam (RU Utrecht). Er waren ca. 30 deelnemers.

### *Symposia en cursussen*

*Symposium over  $q$ -deformaties.* Deze eendaagse activiteit, georganiseerd door de afdeling ZW, werd op het CWI gehouden op 18 mei. De drie hoofdsprekers waren T.A. Springer (RU Utrecht) over *Hecke-algebra's*, S.N.M. Ruijsenaars over *Quantumgroepen* en T.H. Koornwinder over  *$q$ -Hypergeometrische functies en  $q$ -orthogonale polynomen*. Tot slot was er een korte communicatie door R.F. Swarttouw (TU Delft). Er waren ca. 30 deelnemers.

*Cursus 'Analyse op Symmetrische Ruimtes'.* Deze cursus, georganiseerd door het landelijk project Lie-groepen, vond plaats op het CWI gedurende de week 4-8 januari. De docent in deze cursus, die tijdens de ochtenduren gegeven werd en een inleidend karakter had, was prof.dr. G. van Dijk (RU Leiden). Aansluitend werden er 's middags drie seminariumvoordrachten gehouden. Sprekers waren J. Cnops (RU Gent, België), E. Koelink (RU Leiden) en T.H. Koornwinder. Er waren 13 deelnemers.

### *Werkgroepen en seminaria*

*Werkgroep 'Analyse op Lie-groepen'.* Deze werkgroep is een activiteit van het landelijk project Lie-groepen en wordt mede georganiseerd door T.H. Koornwinder. In het verslagjaar werden er twee bijeenkomsten gehouden, beide in Leiden. Sprekers waren E.P. van den Ban (RU Utrecht), A.P.E. ten Kroode (Universiteit van Amsterdam), E.M. Opdam (RU Utrecht) en G.C.M. Ruitenburg (CWI).

*Loop Groups.* Deze studiegroep, die heeft bestaan gedurende het academisch jaar 1987-88, was een speciaal project binnen bovenbeschreven werkgroep Analyse op Lie-groepen. De studiegroep bestudeerde het gelijknamige boek van A. Pressley en G. Segal. In het eerste halfjaar van 1988 werden er vier bijeenkomsten van een gehele dag gehouden. Als sprekers traden op G.F. Helminck (U. Twente), T.H. Koornwinder, S.N.M. Ruijsenaars en E.G.F. Thomas (RU Groningen). Er waren ca. 15 deelnemers, komend uit het hele land.

*Seminarium 'Quantumgroepen en Lusgroepen'.* Dit seminarium, dat in november 1988 van start ging, is een activiteit van de afdeling AM en staat onder leiding van M. Hazewinkel en T.H. Koornwinder. Het is een voortzetting en samenvoeging van het seminarium *Integreerbare Dynamische Systemen*, dat het laatst in 1986/87 op het CWI werd gehouden, en de boven beschreven studiegroep *Loop Groups*. In het verslagjaar werden er drie bijeenkomsten van een hele dag gehouden, met de ochtendzittingen gewijd aan quantumgroepen en de middagzittingen aan het verband van lusgroepsrepresentaties met integreerbare dynamische systemen. Sprekers waren H.T. Koelink (RU Leiden) en T.H. Koornwinder voor het ochtendgedeelte en G.F. Post, G.F. Helminck (beiden Universiteit Twente) en H.-J. Imbens (RU Utrecht) voor het middaggedeelte. Er waren ca. 15 deelnemers, komend uit het hele land.

*Seminarium Algebra, Meetkunde en Combinatoriek.* Dit seminarium werd, in samenwerking met de RU Utrecht, eens in de twee weken (in Utrecht) gehouden. De door de deelnemers behandelde onderwerpen betroffen modulaire representatietheorie en afstands-transitieve grafen.

*Werkgroep Cryptografie.* Deze werkgroep kwam gemiddeld éénmaal per maand bijeen, 9 maal in het totaal. Er waren gemiddeld 20 deelnemers per bijeenkomst. De bijeenkomsten werden behalve door de leden van de projectgroep cryptografie ook bezocht door medewerkers van Nederlandse universiteiten, PTT, defensie en bedrijfsleven en door buitenlandse gasten.

In het verslagjaar werd speciaal aandacht besteed aan het door R.A. Ruepel geschreven boek *Analysis and Design of Stream Ciphers*.

De voordrachten werden behalve door de leden van de projectgroep Cryptografie, en de door haar uitgenodigde gastmedewerkers, gehouden door H. Meijer (Queen's Univ., Kingston Ontario Canada), H.C.A. van Tilborg (TU Eindhoven), C.J.A. Jansen (Philips Eindhoven), H.J.J. te Riele (CWI), J.G.H.C. van Tuyll (Defensie, Amsterdam), J.P. Boly (PTT, Leidschendam).

#### *Algemene Werkbesprekingen van de afdeling ZW*

T.H. Koornwinder:  $q$ -Ultrasferische polynomen geassocieerd met het wortelsysteem  $A_n$ , 1 februari.

R. Sommeling: Het  $C$ -programma 'Lie', 7 maart.

J. de Vries: De constructie van minimale verzamelingen in de topologische dynamica, 11 april.

A.M. Cohen: Afstandsreguliere grafen, 9 mei.

J. van de Lune: De zeta-functie in beeld, 6 juni.

T.H. Koornwinder: De quantumgroep  $S_\mu U(2)$  en  $q$ -orthogonale polynomen, 3 oktober.

H.A. Lauwerier: Fractals, 17 oktober.

\*O. Diekmann: Niet lineaire analyse en biomathemica, 24 oktober.

\*A.M. Cohen: Computeralgebra, 24 oktober.

J.B.T.M. Roerdink: Beeldverwerking, 31 oktober.

A.M. Cohen: Computational Lie group theory, 28 november.

S.N.M. Ruijsenaars: Dirac quantisatie, Virasoro- en Kac-Moody algebras, en Boson-Fermion correspondentie in  $2N$  dimensies, 19 december.

De beide met \* gemerkte voordrachten vonden plaats tijdens een speciaal voor het Curatorium georganiseerd colloquium.

#### *Losse voordrachten*

D.-J. Smit (Inst. voor Theoretische Fysica, RU Utrecht): Drinfeld's quantum-groepen, 21 en 30 maart.

J.P. Peijn (afd. Dierfysiologie, Universiteit van Amsterdam): Hersenmodellen voor epilepsie-onderzoek, 19 september.

#### SAMENWERKING EN CONSULTATIES

De medewerkers van de projectgroep Cryptografie verrichtten voor Rijkswaterstaat een onderzoek naar Road-Pricing systems. Daarnaast werd een DES-hashfunctie bij een geldverwerkende instantie doorgelicht en een onderzoek voor een bankinstelling verricht. Sedert 1 november is de projectgroep Cryptografie prime-contractor van het CEC-project RIPE.

Diverse (vooral senior-) medewerkers van de afdeling zijn uitgebreid geconsulteerd op uiteenlopende terreinen (referee- en review activiteiten, beoordelingen aanvragen bezoekersbeurzen, beoordelingen proefschriften, etc.).

#### DEELNAME AAN COLLOQUIA EN WERKGROEPEN BUITEN HET CWI

*Seminarium Ergodentheorie en Topologische Dynamica*, TU Delft, eens per week: J. de Vries.

*Colloquium Orthogonale Polynomen en  $q$ -Hypergeometrische Functies*, TU Delft, eens per 2 weken (vanaf het najaar): T.H. Koornwinder (vier voordrachten).

*Seminarium Mathematische Structuren in de Veldentheorie*, Universiteit van Amsterdam, eens per maand: J.K. Scholma, S.N.M. Ruijsenaars (voordracht).

*Marc Kac Seminarium voor Stochastiek en Fysica*, Universiteit van Amsterdam, onregelmatig: S.N.M. Ruijsenaars.

*Landelijk Meetkunde Seminarium (onregelmatig)*: S.N.M. Ruijsenaars.

*Postdoctoraal opleidingsprogramma 19<sup>e</sup>- en 20<sup>e</sup>- Eeuwse Geschiedenis*, eens per drie weken: G. Albers.

*Voordrachtenserie V.S. Varadarajan*, RU Utrecht, eens per week in september en oktober: T.H. Koornwinder.

#### DEELNAME AAN CONGRESSEN, WERKBEZOEKEN E.D.

*Wintermeeting of the AMS*, Atlanta (Georgia), USA, 6-9 januari: M. Hazewinkel.

*24th Winter School in Theoretical Physics*, Karpacz, Polen, 12-26 januari: M. Hazewinkel (voordracht op uitnodiging).

- Colloque Tournant d'Analyse Harmonique*, Nice, Frankrijk, 4-5 maart: T.H. Koornwinder (voordracht).
- Conference Effective Stochastics*, CIRM, Luminy, Frankrijk, 7-10 maart: M. Hazewinkel (voordracht op uitnodiging).
- Vierentwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Eindhoven, 7-8 april: G. Alberts, J.T.M. van Bon, G. Brassard (voordracht), T.H. Koornwinder, J. van de Lune (voordracht) M. Hazewinkel (openingsvoordracht), R. Sommeling (voordracht).
- Meeting Applied Mathematics Group Austria*, Drosendorf, Oostenrijk, 1-3 mei: M. Hazewinkel (voordracht op uitnodiging).
- EMT Meeting*, Helsingoer, Denemarken, 4-7 juni: M. Hazewinkel.
- 8th Meeting on Optimisation and Control*, Juan les Pins, Frankrijk, 7-10 juni: M. Hazewinkel.
- 3rd Bellman Continuum Meeting*, INRIA, Valbonne, Frankrijk, 13-14 juni: M. Hazewinkel (voordracht op uitnodiging).
- 17th Meeting of the Bernoulli Society (stochastic processes)*, Rome, Italië, 26 juni-3 juli: M. Hazewinkel (voordracht op uitnodiging).
- 5th Week Program on Signal Processing*, IMA, Minneapolis, USA, 24-29 juli: M. Hazewinkel (voordracht op uitnodiging).
- Conference on Elliptic Cohomology and Elliptic Genera*, Bowdoin College, Brunswick (Maine), USA, 31 juli-5 augustus: M. Hazewinkel.
- Workshop Strategisch Onderzoek in Informatica en Wiskunde*, Noordwijk, 22-23 september: M. Hazewinkel (voordracht).
- GMD/INRIA/CWI Workshop*, CWI, Amsterdam, 17-18 november: M. Hazewinkel.
- CDC IEEE Conference*, Austin (Texas), USA, 6-11 december: M. Hazewinkel (organisator van een 'special session').
- Eurocrypt '88*, Davos, Zwitserland, 25-27 mei: H. den Boer (voordracht), J.N.E. Bos, D. Chaum (voordracht), E.J.L.J. van Heijst.
- Crypto '88*, Santa Barbara, USA, 22-26 augustus: H. den Boer, J.N.E. Bos, D. Chaum, E.J.L.J. van Heijst (allen een voordracht).
- Workshop Invariants Theory and Tableaux*, Univ. of Minnesota, USA, 21-25 maart: G.C.M. Ruitenburg.
- Lie Group Seminar*, CWI, Amsterdam, 5-6 april: T.H. Koornwinder, G.C.M. Ruitenburg, S.N.M. Ruijsenaars.
- Najaarsymposium Computer Algebra*, Universiteit Twente, 3 november: G.C.M. Ruitenburg.
- Colloquium on Special Functions*, RU Gent, België, 25 januari: T.H. Koornwinder (voordracht).
- Congress of the Belgian Mathematical Society*, Neerpelt, België, 2-3 juni: T.H. Koornwinder (voordracht op uitnodiging).
- Ecole d'Été CIMPA 'Algèbres et Systèmes Triples de Jordan'*, Poitiers, Frankrijk, 22-26 augustus: T.H. Koornwinder (voordracht).
- Conference in Harmonic Analysis on Lie Groups 'The Orbit Method in Representation Theory'*, Kopenhagen, Denemarken, 29 augustus-2 september: T.H. Koornwinder.

- Seminar 'Harmonic Analysis on Lie Groups and Symmetric Spaces'*, Göttingen, BRD, 21-25 november: T.H. Koornwinder (voordracht).
- Symposium Mathematische Physica*, Lunteren, 28-29 april: S.N.M. Ruijsenaars (voordracht).
- 9th Congress of the International Association of Mathematical Physics*, Swansea, UK, 17-27 juli: S.N.M. Ruijsenaars (voordracht).
- International Conference on Categorical Topology*, Praag, Tsjechoslowakije, 22-26 augustus: J. de Vries (voordracht op uitnodiging).
- Conference on Ordered Algebraic Structures*, Willemstad, Curaçao, 8-13 augustus: M. Hazewinkel.
- 'Symbolic computing' dag*, Amsterdam, 19 april: A.M. Cohen (voordracht).
- Tagung Gruppen und Geometrien*, Oberwolfach, BRD, 1-7 mei: A.M. Cohen (voordracht).
- Contactgroep Computeralgebra België*, Gent, België, 11 mei: A.M. Cohen (voordracht).
- Tagung Computational Group Theory*, Oberwolfach, BRD, 15-21 mei: A.M. Cohen (voordracht).
- CAP (Computeralgebra & Parallellisme)*, Grenoble, 30 mei-2 juni: A.M. Cohen.
- Combinatorics '88*, Ravello, Italië, 22-28 mei: A.M. Cohen (voordracht op uitnodiging).
- Conference Finite Buildings, Related Geometries, and Applications*, Pingree Park (near Fort Collins), Colorado, USA, 17-23 juli: A.M. Cohen (voordracht op uitnodiging), J.T.M. van Bon (voordracht).
- Cayley User's Conference*, Essen, BRD, 18-19 november: A.M. Cohen.
- Conferentie Eenheid in Nederlands verleden*, Amsterdam, 26 mei: G. Alberts.
- Conferentie 'Contemporanistendag'*, Groningen, 20 december: G. Alberts.

De volgende werkbezoeken werden afgelegd:

- G. Alberts: Univ. Kaiserslautern (Inst. für Technomathematik) en TH Darmstadt (Zentrum für Praktische Mathematik), BRD, 25-29 april.
- M. Hazewinkel: IIASA, Laxenburg, Oostenrijk, 4-5 mei; Humboldt Universität, O-Berlijn, DDR, 19 april; INRIA, Valbonne, Frankrijk, 15-21 juni; Dept. Systems Science and Mathematics, Washington University, St. Louis (Missouri), USA, 11-15 december.
- S.N.M. Ruijsenaars: Swansea, UK, 11-16 januari; Hamburg, BRD, 13-14 juni; W.-Berlijn, BRD, 17 oktober-4 november; Wenen, Oostenrijk, 4-7 december, Rome, Italië, 7-17 december.
- A.M. Cohen: Ann Arbor, USA, 10-17 juli; Freie Universität Berlin, W.-Berlijn, BRD, 22 november.
- G.C.M. Ruitenburg: Marquette University, Milwaukee, USA, 26 maart-2 april.



## BEZOEKERS

De afdeling ZW werd in het verslagjaar door de volgende buitenlandse wiskundigen bezocht. De meeste van hen hielden één of meer voordrachten, ook binnen het kader van een werkgroep of seminarium (WC=Werkgroep Cryptografie; LGS = Lie Groups Seminar).

W. Aspray (Univ. of Minnesota, USA), 18-29 juli; voordracht: The computer as a scientific instrument.

J. Cannon (Sydney, Australië), 27 augustus-2 september.

Y. Desmedt (Montreal, Canada), 11-15 juni (WC).

J. Faraut (Straatsburg, Frankrijk), 5-6 april (LGS).

F. Guerra (Rome, Italië), 26 september.

R. Hermann (Boston, USA), 5-15 november; voordracht: Geometric and control-theoretic viewpoints in computer programming theory.

R. Impegliazzo (Berkeley, USA), 1 juni-31 juli (WC).

A.A. Ivanov (Moskou, USSR), 22 april; voordracht: Amalgams of groups and applications to combinatorics.

N. Lazhari (Tunis, Tunesië), 8-22 december.

D.A. Leites (Stockholm, Zweden), 21-27 november; voordracht: Computerizable problems (Lie algebra homology).

M.W. Liebeck (Londen, UK), 5-26 september; voordracht: Determinants, immanents and permanents.

I.G. Macdonald (Londen, UK), 5-6 april (LGS).

B. Ørsted (Odense, Denemarken), 5-6 april (LGS).

G. Purdy (Cincinnati, Ohio, USA), 1 juni-31 juli (WC).

O. Staffelbach (Gretag AG, Zwitserland), 17-18 november.

D. Stinson (Winnipeg, Canada), 16 mei (WC).

J. Stoyanov (Sofia, Bulgarije), 11 november; voordracht: Statistical inference for continuous stochastic processes.

L. Streit (Bielefeld, BRD), 14-17 mei; voordracht: The message of white-noise-analysis, probability, quantum physics.

F.H. Szafraniec (Krakow, Polen), 10-14 oktober; voordracht: Basic facts about unbounded subnormal operators.

S.L. Woronowicz (Warschau, Polen), 2 weken in april (LGS).

## VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

G. Albers: Geschiedenis van het praktisch rekenen. *Werkbespreking afd. NW, CWI*, 21 december.

H. den Boer: Diffie-Hellman equivalent to discrete log for certain primes. *Crypto '88*, Santa Barbara, USA, 23 augustus.

H. den Boer: Cryptanalysis of F.E.A.L. *Eurocrypt '88*, Davos, Zwitserland, 26 mei.

J.T.M. van Bon: Distance-transitive graphs and linear groups. *Conference Finite Buildings, Related Geometries and Applications*, Colorado, USA, 18 juli.

- J.N.E. Bos: A new voting scheme. *Crypto '88*, Santa Barbara, USA, 23 augustus.
- G. Brassard: Minimum-disclosure proofs of knowledge. *Vierentwingste Nederlands Mathematisch Congres*, Eindhoven, 8 april.
- D. Chaum: Elections with unconditionally secret ballots and disruption equivalent to breaking RSA. *Eurocrypt '88*, Davos, Zwitserland, 26 mei.
- D. Chaum: Untraceable electronic cash. *Crypto '88*, Santa Barbara, USA, 23 augustus.
- A.M. Cohen: Mathematical formula manipulation from a user's point of view. *Symbolic Computing Dag*, Amsterdam, 19 april.
- A.M. Cohen: Distance-transitive graphs. *Tagung Gruppen und Geometrien*, Oberwolfach, BRD, 2 mei.
- A.M. Cohen (met R. Sommeling): 'Lie', een software pakket in ontwikkeling voor Liegroepberekeningen. *Contactgroep Computeralgebra België*, Gent, 11 mei.
- A.M. Cohen: Finite subgroups of  $E_8(\mathbb{C})$  and an interactive software package for Lie groups. *Tagung Computational Group Theory*, Oberwolfach, BRD, 16 mei.
- A.M. Cohen: Prospective classification of distance transitive graphs. *Combinatorics '88*, Ravello, Italië, 24 mei.
- A.M. Cohen: Point-line characterizations of buildings and related geometries. *Conference Finite Buildings, Related Geometries and Applications*, Colorado, USA, 19 juli.
- A.M. Cohen: Computational Lie group theory. Freie Universität, W.-Berlijn, BRD, 22 november.
- M. Hazewinkel: Linear and nonlinear filtering and identification 1,2. *24th Winterschool in Theoretical Physics*, Karpacz, Polen, 14 & 15 januari.
- M. Hazewinkel: Filtering, representation theory and identification. *Conference Effective Stochastics*, Luminy, Frankrijk, 7 maart.
- M. Hazewinkel: Solitonen, Lie-algebras, en erger. *Vierentwingste Nederlands Mathematisch Congres*, Eindhoven, 7 april.
- M. Hazewinkel: Van radardetectie tot eindige meetkunde. *Kaleidoscoop II*, RU Utrecht, 13 april.
- M. Hazewinkel: Filtering for identification and nongaussian initial conditions. *Meeting Applied Mathematics Group Austria*, Drosendorf, Oostenrijk, 1 mei.
- M. Hazewinkel: Experimental mathematics. IIASA, Laxenburg, Oostenrijk, 4 mei.
- M. Hazewinkel: Solitons, Lie algebras, and worse. Humboldt Universität, O-Berlijn, DDR, 19 april.
- M. Hazewinkel: Filtering for nongaussian initial conditions and for identification. *3rd Bellman Continuum Meeting*, INRIA, Valbonne, Frankrijk, 13 juni.
- M. Hazewinkel: Introduction to nilpotent approximation filtering. INRIA, Valbonne, Frankrijk, 16 juni.
- M. Hazewinkel: Lie algebras and approximate filtering. *17th Meeting of the Bernoulli Society (stochastic processes)*, 26 juni.

- M. Hazewinkel: Propagation of nongaussian initials through a linear system and nonlinear filtering for identification. *5th Week program on Signal Processing*, IMA, Minneapolis, USA, 24 juli.
- M. Hazewinkel: Het CWI beleid en functie in de jaren '90. *Workshop Strategisch Onderzoek in Informatica en Wiskunde*, Noordwijk, 22 september.
- M. Hazewinkel: Propagation of nongaussian initials and identification for linear systems and the symplectic group. Washington Univ., St. Louis (Missouri), USA, 12 december.
- M. Hazewinkel: Solitons, Lie algebras, and worse. Washington Univ., St. Louis (Missouri), USA, 14 december.
- E.J.L.J. van Heijst: An implementation of electronic checks. *Crypto '88*, Santa Barbara, USA, 25 augustus.
- T.H. Koornwinder:  $q$ -Orthogonal polynomials associated with root systems. *Colloquium on Special Functions*. RU Gent, België, 25 januari.
- T.H. Koornwinder:  $q$ -Orthogonale polynomen geassocieerd met wortelsystemen. *Stafcolloquium*, RU Leiden, 11 februari.
- T.H. Koornwinder:  $q$ -Orthogonal polynomials associated with root systems. *Colloque Tournant d'Analyse Harmonique*, Nice, Frankrijk, 5 maart.
- T.H. Koornwinder: Special functions and group theory: a harmonic marriage. *Congress of the Belgian Mathematical Society*, Neerpelt, België, 2 juni.
- T.H. Koornwinder: Interprétation de certains polynômes orthogonaux  $q$ -hypergéométriques sur les groupes quantiques. *Ecole d'Eté CIMPA 'Algèbres et Systèmes Triples de Jordan'*, Poitiers, Frankrijk, 23 augustus.
- T.H. Koornwinder: Interpretation of  $q$ -hypergeometric polynomials on quantum groups. *Seminar 'Harmonic Analysis on Lie Groups and Symmetric Spaces'*, Göttingen, BRD, 21 november.
- J. van de Lune (met H.J.J. te Riele, NW): Het Goldbach vermoeden. *Vierentwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, Eindhoven, 8 april.
- J. van de Lune: Getaltheorie in beeld. *Open dag CWI*, 29 oktober.
- S.N.M. Ruijsenaars: Conformal invariance in 2D and Virasoro algebras (4 voordrachten). Swansea, UK, 11-27 januari.
- S.N.M. Ruijsenaars: Conforme invariantie in 2D en Virasoro algebras (4 voordrachten). *AIO Cursus*, Universiteit Twente, 8-12 februari.
- S.N.M. Ruijsenaars: Conforme invariantie in 2D en Virasoro algebras. *Seminarium Mathematische structuren in de veldentheorie*, Amsterdam, 26 februari.
- S.N.M. Ruijsenaars: The Hawking-Unruh effect and the KMS-condition. *Symposium Mathematische Fysica*, Lunteren, 29 april.
- S.N.M. Ruijsenaars: Virasoro and Kac-Moody algebra representations via Dirac quantization, Hamburg, BRD, 14 juni.
- S.N.M. Ruijsenaars: Virasoro and Kac-Moody algebras, and boson-fermion correspondence in 2D and 4D. *IXth International Association of Mathematical Physics Congress*, Swansea, UK, 27 juli.
- S.N.M. Ruijsenaars: Dirac quantization, Virasoro and Kac-Moody algebras, and boson-fermion correspondence in 2N dimensions. W.-Berlijn, BRD, 24 oktober.

- S.N.M. Ruijsenaars: Loop groups and quantum field theory (2 voordrachten). W.-Berlijn, BRD, 31 oktober, 2 november.
- S.N.M. Ruijsenaars: Relativistic integrable systems and analytic difference equations. Wenen, Oostenrijk, 6 december.
- S.N.M. Ruijsenaars: Quantum groups. Wenen, Oostenrijk, 7 december.
- S.N.M. Ruijsenaars: Relativistic integrable systems and analytic difference equations. Rome, Italië, 14 december.
- G.C.M. Ruitenburg: Invariante idealen van multipliciteiten-vrije algebraïsche-groepsacties. *Stafcolloquium*, RU Leiden, 11 januari.
- G.C.M. Ruitenburg: Invariante idealen van multipliciteiten-vrije algebraïsche-groepsacties. *Stafcolloquium*, RU Utrecht, 21 januari.
- G.C.M. Ruitenburg: Invariant ideals of multiplicity free algebraic group actions. Marquette Univ., Milwaukee, USA, 31 maart.
- R. Sommeling: Gröbner bases met toepassingen in de klassieke meetkunde. *Kaleidoscoop II*, RU Utrecht, 23 maart.
- R. Sommeling: Algoritmen voor differentiaaloperatoren. *Vierentwingste Nederlands Mathematisch Congres*, Eindhoven, 8 april.
- J. de Vries: The existence of minimal extensions in topological dynamics. *International Conference on Categorical Topology*, Praag, 22 augustus.
- J. de Vries: Minimal skew products. *Topologie-seminarium*, VU Amsterdam, 6 september.

#### PUBLIKATIES

##### *Rapportenseries*

- PM-R8801 M. HAZEWINKEL. *Lectures on linear and nonlinear filtering.*
- PM-R8802 M. HAZEWINKEL. *A short tutorial on Lie algebras.*
- PM-R8803 M. HAZEWINKEL. *A tutorial introduction to differentiable manifolds and calculus on manifolds.*
- PM-R8804 J.T.M. VAN BON, A.M. COHEN. *Prospective classification of distance-transitive graphs.*
- PM-R8805 J.T.M. VAN BON, A.M. COHEN. *Linear groups and distance-transitive graphs.*
- PM-R8806 T.H. KOORNWINDER. *Meixner-Pollaczek polynomials and the Heisenberg algebra.*
- PM-R8807 T.H. KOORNWINDER. *Jacobi functions as limit cases of  $q$ -ultraspherical polynomials.*
- PM-R8808 J.T.M. VAN BON. *On distance-transitive graphs and involutions.*
- PM-R8809 T.H. KOORNWINDER. *Representations of the twisted  $SU(2)$  quantum group and some  $q$ -hypergeometric orthogonal polynomials.*
- PM-R8810 M. HAZEWINKEL. *Nongaussian linear filtering, identification of linear systems, and the symplectic group.*
- PM-R8811 S.N.M. RUIJSENAARS. *Index formulas for generalized Wiener-Hopf operators and Boson-Fermion correspondence in  $2N$  dimensions.*
- PM-N8801 J. DE VRIES. *Invariant measures in abstract topological dynamics.*

*Publikaties in tijdschriften, proceedings, e.d.*

- Z1 H. DEN BOER (1988). Cryptanalysis of F.E.A.L. *Proceedings Eurocrypt 88*, LNCS 330, Springer, Berlin, 293-299.
- Z2 J.T.M. VAN BON, A.E. BROUWER (1988). The distance-regular antipodal covers of classical distance-regular graphs. *Proc. Combinatorics* (Eger, Hongarije 1987), *Colloquia Mathematica Societatis Janos Bolyai* 52, North-Holland, 141-166.
- Z3 G. BRASSARD, D. CHAUM, C. CREPEAU (1988). Minimum disclosure proofs of knowledge. *J. Comp. Sys. Sciences*, 156-189.
- Z4 D. CHAUM (1988). The dining cryptographers problem: unconditional sender untraceability. *J. Cryptology* 1, 65-75.
- Z5 D. CHAUM (1988). Privacy protected payments: unconditional payer and/or payee untraceability. *Smart Card 2000* (Proc. Conf. in Laxenburg, Austria, 1987), North-Holland, 69-93.
- Z6 D. CHAUM (1988). Elections with unconditionally secret ballots and disruption equivalent to breaking RSA. *Proceedings Eurocrypt '88*, LNCS 330, Springer-Verlag, 177-182.
- Z7 D. CHAUM (1988). Blinding for unanticipated signatures. *Proceedings Eurocrypt '87*, Springer-Verlag.
- Z8 D. CHAUM, J. VAN DE GRAAF (1988). An improved protocol for demonstrating possession of a discrete logarithm and some generalizations. *Proceedings Eurocrypt '87*, Springer-Verlag.
- Z9 D. CHAUM, E. BRICKEL, I. DAMGARD, J. VAN DE GRAAF (1988). Gradual and verifiable release of a secret. *Proceedings Crypto '87*, LNCS 293, Springer-Verlag, 156-166.
- Z10 D. CHAUM, C. CREPEAU, I. DAMGARD (1988). Fundamental primitives for multiparty unconditionally secure protocols. *Proc. Symp. on Theory of Computing* (Chicago, 1987), 11-19.
- Z11 D. CHAUM, I. DAMGARD, J. VAN DE GRAAF (1988). Multiparty computations ensuring secrecy of each party's input and correctness of result. *Proceedings Crypto 87*, LNCS 293, Springer-Verlag, 87-119.
- Z12 A.M. COHEN, A.G. HELMINCK (1988). Trilinear alternating forms on a vector space of dimension 7. *Comm. Algebra* 16, 1-25.
- Z13 A.M. COHEN, B.N. COOPERSTEIN (1988). The 2-spaces of the standard  $E_6$ -module. *Geometriae Dedicata* 25, 467-480.
- Z14 A.M. COHEN (1988). Mathematical formula manipulation from a user's point of view. *CWI Quarterly* 1, 53-63.
- Z15 A.M. COHEN, R.L. GRIESS JR. (1987). On finite simple subgroups of the complex Lie group of type  $E_8$ . *Proc Symp. Pure Math* 47, 367-405.
- Z16 J.-H. EVERTSE (1988). Linear structures in block ciphers. D. CHAUM, W. PRICE (eds.). *Proceedings Eurocrypt '87*, Springer-Verlag.
- Z17 J. VAN DE GRAAF, R. PERALTA (1988). A simple and secure way to show the validity of your public key. *Proceedings Crypto '87*, LNCS 293, Springer-Verlag.
- Z18 M. HAZEWINKEL (1988). An introduction to nilpotent approximation

- filtering. H. NEUNZERT (ed.). *Proc. 2nd European Symp. on Mathematics in Industry*, Teubner/Kluwer Academic, 115-120.
- Z19 M. HAZEWINDEL (1988). A tutorial introduction to differentiable manifolds and calculus on manifolds. W. SCHIEHLEN, W. WEDIG (eds.). *Analysis and Estimation of Stochastic Mechanical Systems* (CISM course, 1987), Springer-Verlag, 316-340.
- Z20 M. HAZEWINDEL (1988). Lectures on linear and nonlinear filtering. W. SCHIEHLEN, W. WEDIG (eds.). *Analysis and Estimation of Stochastic Mechanical Systems* (CISM course, 1987), Springer-Verlag, 103-136.
- Z21 M. HAZEWINDEL (1988). A short tutorial on Lie algebras. W. SCHIEHLEN, W. WEDIG (eds.). *Analysis and Estimation of Stochastic Mechanical Systems* (CISM course, 1987), Springer-Verlag, 341-350.
- Z22 M. HAZEWINDEL (1988). The philosophy of deformations. M. HAZEWINDEL, M. GERSTENHABER (eds.). *Deformations of Algebras and Applications*, KAP, 1-7.
- Z23 M. HAZEWINDEL (1988). Idiosyncratic remarks by a bibliomaniak: 5. a random sample of structured chaos. *Acta Appl.* 13, 203-219.
- Z24 T.H. KOORNWINDER (1986). A group theoretic interpretation of the last part of de Branges' proof of the Bieberbach conjecture. *Complex Variables Theory Appl* 6, 309-321.
- Z25 T.H. KOORNWINDER (1988). Group theoretic interpretations of Askey's scheme of hypergeometric orthogonal polynomials. M. ALFARD et al (eds.). *Orthogonal Polynomials and their Applications*, LNM 1329, Springer-Verlag, 46-72.
- Z26 T.H. KOORNWINDER, B. HOOGENBOOM (1988). Fonctions d'entrelacement sur les groupes de Lie compacts et polynomes orthogonaux de plusieurs variables. *Seminaire d'Analyse Harmonique, Ecole d'Eté 1984*, Tunis, 78-93.
- Z27 S.N.M. RUIJSENAARS (1988). Action-angle maps and scattering theory for some finite-dimensional integrable systems, I: the pure soliton case. *Comm. Math. Phys.* 115, 127-165.
- Z28 G.C.M. RUITENBURG (1988). The  $Gl(n)$ -invariant ideals of the coordinate ring of pairs of symmetric matrices with product zero. *Comm. in Algebra* 16, 1993-2011.
- Z29 J. DE VRIES (1988). Problems and results in the category of topological transformation groups. *CWI Quarterly* 1, 29-35.
- Z30 J. DE VRIES, M. HUŠEK (1988). Compactifications of products of semigroups. Z. FROLIK (ed.). *General Topology and its Relations to Modern Analysis and Algebra VI* (Proc. 6th Prague Top. Sym.), Helderman-Verlag, Berlin, 667.

#### *Overige publikaties*

- Z31 M. ASCHBACHER, A.M. COHEN, W.M. CANTOR (1988). *Geometries and Groups* (Proc. Conf. Geometries and groups, finite and algebraic, Noordwijkerhout, 1986), Reidel, Dordrecht.

- Z32 D. CHAUM, W. PRICE (eds.) (1988). *Proceedings Eurocrypt '87*, Springer-Verlag.
- Z33 M. HAZEWINKEL, S. ALBEVERIO, P. BLANCHARD, L. STREIT (eds.) (1988). *Stochastic Processes in Physics and Engineering*, Reidel.
- Z34 M. HAZEWINKEL, R.M.M. MATTHEIJ, E.W.C. VAN GROESEN (eds.) (1988). *Proceedings of the first European Symposium on Mathematics in Industry*, Teubner/Kluwer Academic.
- Z35 M. HAZEWINKEL, M. GERSTENHABER (eds.) (1988). *Deformation Theory of Algebras and Structures and Applications*, KAP.
- Z36 T.H. KOORNWINDER, G.C. WALTER (1988). *The Finite Continuous Jacobi Transform*. Report of the Dept. of Math. of the Univ. of Wisconsin-Milwaukee.
- Z37 H.T. KOELINK, T.H. KOORNWINDER (1988). *The Clebsch-Gordan Coefficients for the Quantum group  $S_{\mu}U(2)$  and  $q$ -Hahn Polynomials*. Report W88-12, Math. Inst., Univ. of Leiden.
- Z38 G.C.M. RUITENBURG (1988). *Invariant Ideals of Multiplicity Free Algebraic Group Actions*. Academisch proefschrift, CWI, Amsterdam.

# Verslag van de Afdeling Toegepaste Wiskunde

## OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

- TW 1 Dynamische systemen met stochastische storingen
  - 1.1 Stochastische populatiedynamica
  - 1.2 Random walks op random netwerken
- TW 2 Asymptotiek en toegepaste analyse
  - 2.1 Asymptotiek van integralen
  - 2.2 Convectorie-diffusie in een buis
  - 2.3 Reflectie aan een gebogen oppervlak
- TW 3 Niet-lineaire analyse en biomathematica
- TW 4 Verwerking en reconstructie van beelden

## DEELNAME IN PROJECTEN VAN ANDERE AFDELINGEN

- MS 4 Beeldanalyse

## WETENSCHAPPELIJK VERSLAG

### *TW 1 Dynamische systemen met stochastische storingen*

*1.1. Stochastische populatiedynamica* (H.N.M. Roozen). Er werd een studie gemaakt naar de betrouwbaarheid van stochastisch geforceerde systemen. Een beschrijving kan men vinden in rapport [AM-R8801]. Een omgewerkte versie hiervan is onder de titel *Stochastic stability of the loaded stiff rod* aangeboden aan een tijdschrift. Voor *TW in Beeld*, bij het afscheid van prof.dr. H.A. Lauwerier werd een artikel geschreven dat een inleiding geeft in de asymptotiek van exit-problemen. Het onderzoek is zich vervolgens gaan richten op een studie van caustieken. Deze kunnen optreden bij toepassing van de WKB-methode op



de partiële differentiaalvergelijkingen die het (exit-)gedrag van stochastische systemen beschrijven.

*1.2. Random walks op random netwerken* (J.B.T.M. Roerdink). Voor een zekere klasse van stochastische wandelingen op inhomogene netwerken is een monotoniciteitswet voor de diffusieconstanten afgeleid. Dit resultaat generaliseert Rayleigh's monotoniciteitswet voor elektrische netwerken, oftewel reversibele stochastische wandelingen. Een tweetal publikaties is in voorbereiding, waarmee dit project in samenwerking met prof. K.E. Shuler (USA) in 1989 wordt beëindigd. Als uitvloeisel van bovenstaand onderzoek, waarin random matrices een belangrijke rol spelen, is een toepassing bestudeerd op de groei van biologische populaties in een stochastische omgeving. Dit heeft geleid tot een tweetal publikaties, alsmede een beknopte samenvatting voor de uitgave *TW in Beeld, bij het afscheid van prof.dr. H.A. Lauwerier*.

### *TW 2 Asymptotiek en toegepaste analyse*

*2.1. Asymptotiek van integralen* (N.M. Temme). Het onderzoek betreffende uniforme asymptotiek van Laplace-achtige integralen leidde tot een publikatie [AM-R8806] over integralen die als basisapproximant een Besselfunctie hebben. Het onderzoek werd voortgezet in de richting van Laguerrepolynomen, waarover een publikatie in voorbereiding is. Voor de gelegenhedsuitgave *TW in Beeld, bij het afscheid van prof.dr. H.A. Lauwerier* werd een artikel geschreven over de asymptotiek van een integraal uit de theorie van terugkaatsing van golven. Samen met dr. S.S. Sazhin (Sheffield, UK) werd aan een asymptotisch probleem uit de relativistische plasmafysica gewerkt.

*2.2. Convectie-diffusie in een buis* (B. Dijkhuis, R.A. Pasmanter (Rijkswaterstaat DGW), N.M. Temme). Onderzocht wordt of een eerder door Pasmanter ontwikkelde Lie-algebraïsche methode voor convectie-diffusie in een halfruimte ook gebruikt kan worden voor de buis.

*2.3. Reflectie aan een gebogen oppervlak* (B. Dijkhuis, T.C.M. Horn (AMOLF), A.W. Kleyn (AMOLF)). Wordt een lichtbundel gericht op een gebogen spiegelend oppervlak en vervolgens opgevangen op een scherm, dan is op het scherm een heldere lichtkromme te zien, vaak met een of meer knikken. Dergelijke lichtkrommen worden caustische lijnen genoemd. Het gebogen oppervlak focuseert het licht naar de punten van de caustische lijn. Een soortgelijk verschijnsel doet zich voor als een bundel atomen wordt gericht op het oppervlak van een kristal of van een metalen plaatje. Ook dan vindt men in bepaalde richtingen een veel grotere intensiteit van teruggekaatste atomen. Onderzocht is hoe, gebruikmakend van de analogie met lichtreflectie, uit de vorm van de lijnen met hoge intensiteit en uit de plaats van de knikken gegevens kunnen worden verkregen over de structuur van het kristal- of metaaloppervlak. Een gezamenlijke publikatie over dit onderzoek is aangeboden aan een wetenschappelijk tijdschrift. De resultaten zijn ook opgenomen in het proefschrift van T.C.M. Horn.

### *TW 3 Niet-lineaire analyse en biomathematica*

Uitgaande van een biologisch model op individu-niveau kan men op twee manieren boekhoudvergelijkingen voor gestructureerde populatiedynamica bij gegeven omgevingsvariabelen opschrijven: de Kolmogorov achterwaartse en voorwaartse vergelijking. Door terugkoppeling via de omgeving worden niet-lineaire modellen verkregen.

De twee beschrijvingswijzen zijn wiskundig gezien aan elkaar gerelateerd via dualiteit. Dit gegeven motiveert de ontwikkeling van de theorie van duale halfgroepen (en duale evolutie systemen, de tijdsafhankelijke variant) als een wiskundig kader voor (fysiologisch) gestructureerde populatievergelijkingen.

In 1988 werd vooral aandacht besteed aan modelbouwaspecten, de Hille-Yosida-stelling en Hahn-Banach-stellingen. J.M.A.M. van Neerven werkte aan een publikatie over de structuur van de ruimte van sterke continuïteit van een duale halfgroep. Tevens werd in de vorm van een collegedictaat de basis gelegd voor een boek (te schrijven door O. Diekmann, S.M. Verduyn Lunel en H-O. Walther) over functionaal-differentiaalvergelijkingen waarin duale halfgroepen een hoofdrol spelen.

In samenwerking met prof.dr. M.W. Sabelis (Universiteit van Amsterdam) werden modellen voor prooi-predator-plek dynamica gebouwd en geanalyseerd.

Met drs. A.M. de Roos (RU Leiden) werd gewerkt aan numerieke methoden voor het oplossen van gestructureerde populatievergelijkingen.

Met drs. F. van den Bosch (RU Leiden) werd gewerkt aan de ontwikkeling en toepassing van modellen voor de ruimtelijke uitbreiding van populaties in 'maagdelijke' gebieden.

Een eerste tussenbalans van het onderzoek naar nodige en voldoende voorwaarden voor 'reductie' van gestructureerde populatievergelijkingen tot eindig dimensionale dynamische systemen werd opgemaakt.

Met dr. A. Grabosch (Tübingen, tijdelijk CWI) werd een abstract quasi-lineair Cauchy probleem bestudeerd dat door middel van een tijdschaling te reduceren is tot een (eenvoudiger) semi-lineair probleem.

Een (her)nieuw(d)e activiteit was het onderzoek op het gebied van wiskundige modellen voor de verspreiding van besmettelijke ziekten in al dan niet gestructureerde populaties.

J.A.P. Heesterbeek schreef samen met H.A.J.M. Schellinx een artikel *On sums of remainders and almost perfect numbers*, voor de gelegheidsuitgave *TW in Beeld*.

### *TW 4 Verwerking en reconstructie van beelden*

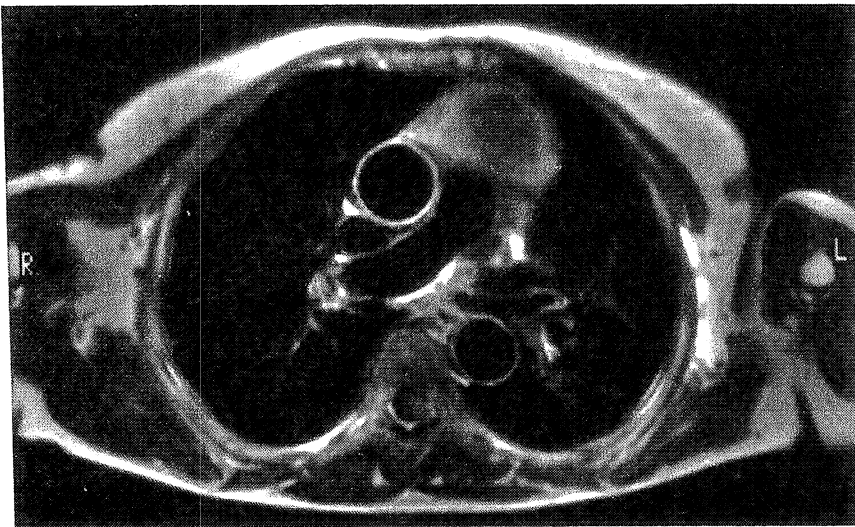
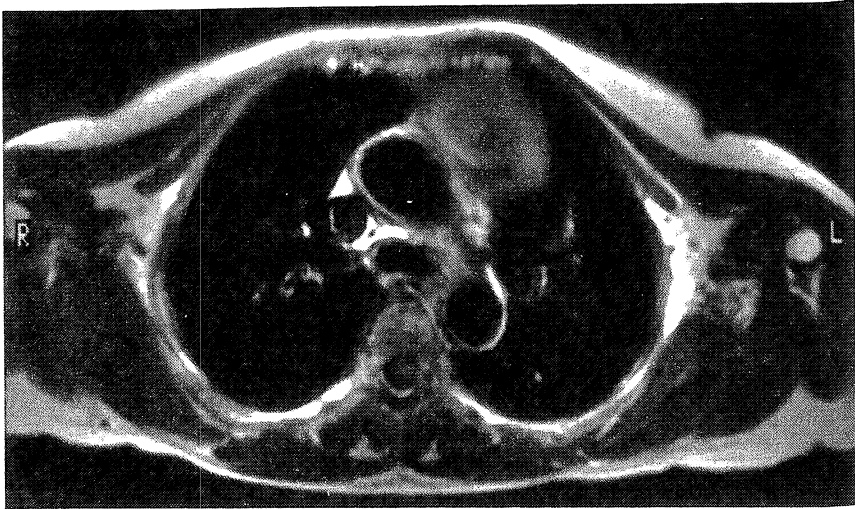
Vaste activiteiten vormden de bijeenkomsten van de *Werkgroep Analyse van Beelden*. In het najaar vond een *Seminarium Beeldreconstructie* plaats (5 bijeenkomsten) met M. Viergever (Utrecht), J.E. Besag (Durham, UK), F. Natterer (Münster, BRD) en A. Louis (Berlijn, BRD) als gastsprekers.

M. Zwaan en J.B.T.M. Roerdink werkten aan dynamische hartafbeelding met behulp van kernspin-resonantie in samenwerking met Philips Medical

Systems te Best. Een fundamenteel probleem bij de huidige reconstructietechnieken vormen de artefacten veroorzaakt door de variabiliteit van de hartslag. Teneinde een automatische compensatie hiervoor mogelijk te maken is een wiskundig model voor het data-acquisitieproces opgesteld en een aanzet tot een verbeterde reconstructieprocedure ontwikkeld. Deze zal in 1989 worden uitgetest op gesimuleerde data en vervolgens op reële data.

H.J.A.M. Heijmans en M. Zwaan bestudeerden de methode van convexe projecties. M. Zwaan ging bovendien de toepasbaarheid van deze theorie op het hartafbeeldingsprobleem na.





*Beeldverwerking heeft vele toepassingen in de medische wetenschappen en is een belangrijke informatiebron voor de studie van speciale ziektes. Zo kan men met behulp van beeldverwerkingstechnieken een film maken van het menselijk hart door een aantal op verschillende momenten gemaakte opnamen te combineren tot een complete hartcyclus. Het CWI werkt samen met Philips Medical Systems in een studie naar variabiliteit in de hartslag. De beelden, gemaakt met de Philips Gyroscan, tonen in doorsnee enkele fasen van de hartcyclus van een patiënt met vermoedelijk paracardiaal lymfroom. (Foto's Philips Medical Systems, Best)*

H.J.A.M. Heijmans werkte samen met dr. C. Ronse (Philips Research Laboratory, Brussel) aan een algebraïsch kader voor de mathematische morfologie. Daarbij gaat men uit van de aanname dat de objectruimte (ruimte van alle beelden) een volledig tralie is. Een morfologische afbeelding is dan een afbeelding die refereert aan de ordeningsstructuur van het tralie en invariant is onder een bepaalde automorfisme-groep (b.v. translaties). Een eerste beschrijving van hun resultaten is bevat in rapport [AM-R8807]; een tweede publikatie is in voorbereiding.

J.B.T.M. Roerdink werkte aan een meetkundige generalisatie van de mathematische morfologie, die uitgaat van de Euclidische ruimte met de translaties als symmetriegroep, naar meer algemene objectruimten. Tenslotte maakte H.J.A.M. Heijmans een begin met de bestudering van het probleem hoe men idempotente morfologische afbeeldingen kan construeren door iteratie van meer algemene afbeeldingen. De eerste resultaten werden onder de titel *Iteration of morphological transformations* gepubliceerd in de uitgave *TW in Beeld*, verschenen ter gelegenheid van het afscheid van prof. Lauwerier.

P.J. Hofstee heeft de bruikbaarheid onderzocht van twee programmapakketten voor beeldverwerking met morfologische operaties.

#### EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

##### *Symposia, seminaria, colloquia*

*Afscheidssymposium prof.dr. H.A. Lauwerier.* Ter gelegenheid van het beëindigen van het dienstverband per 30 november van prof.dr. H.A. Lauwerier werd op 9 december een symposium gehouden. Het programma luidde:

N.M. Temme (CWI): ABC van de asymptotiek.

J. Grasman (RU Utrecht): Niet-lineaire dynamica: chaotisch of stochastisch?

H.A. Lauwerier (CWI, Universiteit van Amsterdam): Wiskunde in beeld.

Tijdens het symposium werd een door leden van de afdeling TW geschreven bundel *TW in Beeld, bij het afscheid van prof.dr. H.A. Lauwerier* aan de scheidende chef van de afdeling aangeboden.

*Seminarium Beeldreconstructie.* Het programma luidde:

12 oktober:

J.B.T.M. Roerdink (CWI): The mathematics of image reconstruction: an introduction.

M. Zwaan (CWI): Reconstruction algorithms.

26 oktober:

J.W. van der Woude (CWI): Geotomography and seismic signal processing.

M.A. Viergever (RU Utrecht): Statistical and linear-algebraic image reconstruction methods.

9 november:

H.J.A.M. Heijmans (CWI): Reconstruction of images by the method of convex projections.

J.E. Besag (University of Durham): Spatial statistics and Bayesian image analysis, with an example in tomography.

23 november:

F. Natterer (Westfälische Wilhelms-Universität, Münster): Sampling and interpolation in Fourier reconstruction.

F. Natterer: Severely ill-posed Radon problems.

14 december:

A. Louis (Technische Universität, Berlin): Limited data problems in medical imaging with applications to computed tomography and magnetic resonance imaging.

A. Louis: Eikonal approximation in ultrasound imaging.

*Halfgroependag.* Op 3 mei werd een halfgroependag georganiseerd. Het programma luidde:

A. Grabosch (Tübingen, tijdelijk CWI): A nonlinear abstract Cauchy problem arising in population dynamics

T. Naito (Tokyo, tijdelijk Brown University): The infinitesimal generator of the solution semigroup of functional differential equations with infinite delay.

G. Greiner (Tübingen): Semilinear boundary conditions for evolution equations.

G. Lumer (Bergen): Equations of Petrovski-Piscounoff type with time-dependent coefficients and time-dependent habitats.

J. de Graaf (TU Eindhoven): Semigroups, generalized functions and approximation: a survey of recent results.

Ph. Clément (TU Delft): Bounded and positive solutions of some Volterra equations.

*Analysedag.* Op 11 november werd een Analysedag georganiseerd. Het programma zag er als volgt uit:

M. Gyllenberg (Helsinki): Screening for breast cancer, a structured population approach.

M. Kretzschmar (Tübingen, tijdelijk CWI): A renewal equation with a birth-death process as a model for parasitic diseases.

R. Bürger (Wenen): Perturbations of positive semigroups and applications to population genetics.

V. Kertész (Budapest): Multilinear maps and bifurcation theory.

J. Prüss (Paderborn): Operators with bounded imaginary powers and applications.

*Werkgroepen*

*Analyse van Beelden.* In deze werkgroep, die gezamenlijk met de afdeling Mathematische Statistiek wordt georganiseerd, is onder meer aandacht besteed aan het boek van D. Stoyan, W.S. Kendall & J. Mecke: *Stochastic Geometry and its Applications* (Wiley, 1987), alsmede aan actuele research onderwerpen binnen het CWI (morfologie, beeldreconstructie, statistische beeldrestauratie).

*Biomathematica.* Op 12 januari werd een dag met als thema 'The dynamics of physiologically structured populations' georganiseerd. Het programma was als volgt:

- N. van der Hoeven (TNO, Delft): Population dynamics of *Daphnia* based on a model for individual development: comparison between theory and experimental data.
- A. Grabosch (Tübingen, tijdelijk CWI): On some mathematical models of the blood cell production system.
- J. Gracia-Bondia (Costa Rica): Open problems in tropical fisheries management.
- S.A.H. Geritz (Leiden): Evolutionarily stable seed polymorphism.
- O. Diekmann (Amsterdam en Leiden): Predator-prey interactions in a patchy environment.

Prof. Y. Nishiura (Kyoto Sangyo University) hield op 5, 12, 19 en 26 februari (afwisselend op het CWI en aan de RU Leiden) een serie voordrachten over 'Stability and Dynamics of the Interface of Reaction-Diffusion Systems'.

Op vrijdag 22 april was er een bijeenkomst waar de volgende twee voordrachten werden gehouden:

- M.C.M. de Gunst (RU Leiden): Een stochastisch model voor de groei van een populatie plantencellen;
- J.M.A.M. van Neerven (CWI): Berekening van de correlatie dimensie uit een tijdreeks (met toepassing op het EEG van ratten).

Ter voorbereiding van een colloquium dat in 1989 zal plaatsvinden werd, in samenwerking met het Instituut voor Theoretische Biologie van de RU Leiden, op vrijdag 21 oktober een Themadag georganiseerd over 'Modellen voor de verspreiding van besmettelijke ziekten in gestructureerde populaties'. Het programma luidde:

- O. Diekmann (CWI): Lawine of sisser?
- J.C. Jager (RIVM, Bilthoven): Kwantitatieve analyse van de AIDS-epidemie.
- J.A.J. Metz (ITB, Leiden): Kinderziekten en dynamische systemen.
- J.C. Zadoks (LU Wageningen): Haardvorming bij plantenziekten.
- O. Diekmann (CWI): Structuur van en in het colloquium.

Een studiegroep ter voorbereiding van het colloquium kwam vanaf begin oktober vrijwel wekelijks bij elkaar.

#### SAMENWERKING EN CONSULTATIES

*Kleine consulten FOM* (B. Dijkhuis, N.M. Temme). Er zijn regelmatig contacten in de vorm van het verstrekken van kleine consulten met het FOM-instituut voor Atoom- en Molecuulfysica te Amsterdam. Onderwerpen die tot verder onderzoek aanleiding hebben gegeven staan vermeld bij het wetenschappelijk verslag (TW 2.3).

*Energietransport in een gasvormig medium* (N.M. Temme). Er werd in samenwerking met dr. W. Boersma en F. Vitalis van AMOLF (opdrachtgever) een niet-lineaire differentiaalvergelijking geanalyseerd en een numeriek schema voor de berekening van de oplossing opgesteld.

#### DEELNAME AAN COLLOQUIA BUITEN HET CWI

*Marc Kac Seminarium voor Stochastiek en Fysica*, Universiteit van Amsterdam, maandelijks: J.B.T.M. Roerdink.

*Seminarium Mathematische Structuren van de Veldentheorie*, Universiteit van Amsterdam, maandelijks: B. Dijkhuis.

*Seminarium Hilbert Transformatie*, TU Delft: H.J.A.M. Heijmans, J.M.A.M. van Neerven, M. Zwaan.

#### DEELNAME AAN CONGRESSEN, WERKBEZOEKEN E.D.

*One Parameter Semigroups and Differential Operators*, Oberwolfach, 24-30 januari: O. Diekmann.

*The Epidemiology and Ecology of Infectious Disease Agents*, Londen, 17-18 februari: J.A.P. Heesterbeek.

*Vierentwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, TU Eindhoven, 7-8 april: H.N.M. Roozen, J.A.P. Heesterbeek, N.M. Temme, J.B.T.M. Roerdink, O. Diekmann, H.J.A.M. Heijmans, M. Zwaan (de laatste drie hielden een voordracht).

*Werkbezoek aan dr. C. Ronse*, Philips Research Laboratory, Brussel, 18-19 april: H.J.A.M. Heijmans.

*Werkbezoek aan prof. H. Emamirad*, Université de Poitiers, 19-20 mei: O. Diekmann.

*Workshop on Spatial Statistics and Image Analysis*, Aarhus, 30 mei-1 juni: P.P.B. Eggermont, H.J.A.M. Heijmans, J.B.T.M. Roerdink, M. Zwaan.

*Symposium Chaotic Dynamical Systems*, Woudschoten, 12-15 juni: O. Diekmann, J.A.P. Heesterbeek, J.M.A.M. van Neerven.

*Manchester Conference on Asymptotic Expansions*, Manchester, 20-21 juni: N.M. Temme (voordracht).

*International Conference on Biomathematics*, Xi'an, 26-30 juni: O. Diekmann.



- Werkbezoek aan prof. Jin Cheng-fu*, Nanjing Normal University, 3-5 juli: O. Diekmann.
- Werkbezoek aan prof. Wang Fu Jun*, East China Normal University, Shanghai, 6-13 juli: O. Diekmann.
- EC Workshop on Quantitative analyses of AIDS*, Bilthoven, 6-8 juli: J.A.P. Heesterbeek.
- 12th World Congress on Scientific Computing*, Parijs, 18-22 juli: N.M. Temme (voordracht).
- Werkbezoek aan Arbeitsgemeinschaft Funktionalanalysis*, Tübingen (R. Nagel, G. Greiner, e.a.), 9-14 oktober: H.J.A.M. Heijmans; 21-25 november: O. Diekmann.
- Werkbezoek aan ir. M. Fuderer*, Philips Medical Systems, Best, 28-30 oktober, 3-4 november: M. Zwaan.
- Workshop on Multistate Demography: Measurement, Analysis, Forecasting*, Zeist, 31 oktober-4 november: H. Inaba.
- First Autums Workshop on Mathematical Ecology. International Centre for Theoretical Physics*, Trieste, 14-19 november: M. Kretzschmar.

#### BEZOEKERS

De afdeling TW werd in het verslagjaar onder meer door de volgende buitenlandse wiskundigen bezocht. Indien door hen een voordracht werd gehouden, wordt de titel hiervan genoemd.

- C. Ronse (Philips Resaearech Laboratory, Brussel), 10 januari: Inf-overfilters in mathematical morphology.
- J. Gracia-Bondia (Costa Rica), 12 januari: Open problems in tropical fisheries management.
- Y. Hosono (Kyoto Sangyo University), 19 februari: Traveling wave solutions for some density dependent diffusion equations.
- Y. Nishiura (Kyoto Sangyo University), 5, 12, 19 en 26 februari: Stability and dynamics of the interface of reaction-diffusion systems.
- T. Naito (Tokyo), 3 mei: zie Halfgroependag.
- A. Grabosch (Tübingen), 12 januari en 3 mei: zie Werkgroep Biomathematica en Halfgroependag.
- G. Greiner (Tübingen), 3 mei: zie Halfgroependag.
- G. Lumer (Bergen), 3 mei: zie Halfgroependag.
- H.R. Thieme (University of Arizona, USA), 26 juli: Semiflows generated by Lipschitz perturbations of non-densely defined operators.
- R. Bolle (IBM Thomas J. Watson Res. Centre, Yorktown Heights, USA), 5 september: A connectionist framework for visual recognition.
- K. Keimel (Darmstadt), 19-21 september: Continuous lattices and their applications in analysis.
- J.E. Besag (University of Durham, UK), 9-10 november: zie Seminarium Beeldreconstructie.
- M. Gyllenberg (Helsinki), 11 november: zie Analysedag.
- M. Kretzschmar (Tübingen), 11 november: zie Analysedag.

- R. Bürger (Wenen), 11 november: zie Analysedag.  
 V. Kertész (Budapest), 11 november: zie Analysedag.  
 J. Prüss (Paderborn), 11 november: zie Analysedag.  
 F. Natterer (Westfälische Wilhelms-Universität, Münster, BRD), 21-23 november: zie Seminarium Beeldreconstructie.  
 A. Louis (Technische Universität, Berlin, BRD), 14-15 december: zie Seminarium Beeldreconstructie.

#### VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

- O. Diekmann: Predator-prey interactions in a patchy environment. *Themadag 'The dynamics of physiologically structured populations'*, Amsterdam, 12 januari.  
 O. Diekmann: Perturbation theory for dual semigroups (with applications to structured population models). *One Parameter Semigroups and Differential Operators*, Oberwolfach, 26 januari.  
 O. Diekmann: Dynamica van fysiologisch gestructureerde populaties. Nalezing Biologie, RU Leiden, met J.A.J. Metz, 26 maart.  
 O. Diekmann: Zwak \* en zonlicht op biologische populaties. *Vierentwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, TU Eindhoven, 7 april.  
 O. Diekmann: Perturbation theory for dual semigroups with applications to population dynamics, Poitiers, 19 mei.  
 O. Diekmann: Zon boven Banach-ruimte: storingstheorie voor duale halfgroepen, Groningen, 24 mei.  
 O. Diekmann: Perturbation theory for dual semigroups. *Analysedag t.g.v. de 75e verjaardag van A.C. Zaanen*, Leiden, 15 juni.  
 O. Diekmann: Prey-predator-patch dynamics, ICBM, Xi'an, China, 27 juni.  
 O. Diekmann: Perturbation theory for dual semigroups with applications to population dynamics, Nanjing Normal University, China, 4 juli.  
 O. Diekmann: Dynamics of structured populations: biological modelling and mathematical analysis, East China Normal University, Sjanghai, 6-12 juli.  
 O. Diekmann: Zwak \* en zonlicht op biologische populaties. *Algemeen Wetenskapelijk Colloquium*, KU Nijmegen, 28 september.  
 O. Diekmann: Lawine of sisser? *Themadag 'Modellen voor de verspreiding van besmettelijke ziekten in gestructureerde populaties'*, 21 oktober.  
 O. Diekmann: Structuur van en in het colloquium. *Themadag 'Modellen voor de verspreiding van besmettelijke ziekten in gestructureerde populaties'*, 21 oktober.  
 O. Diekmann: Niet-lineaire analyse en biomathematica. *Curatoren Colloquium*, 24 oktober.  
 O. Diekmann: De puberteit van de populatiedynamica, Afscheid prof.dr. H.A. Lauwerier, Universiteit van Amsterdam, 18 november.  
 O. Diekmann: Weak \* and sun light on biological populations. *Algemeen Wetenskapelijk Colloquium*, Tübingen, 21 november.  
 O. Diekmann: Perturbation theory for dual semigroups applied to functional differential equations, AG Funktionalanalysis, Tübingen, 24 november.

- H.J.A.M. Heijmans: Beginselen van de mathematische morfologie. *Colloquium*, RU Utrecht, 10 februari.
- H.J.A.M. Heijmans: Mathematische morfologie: een meetkundige aanpak in de beeldanalyse. *Algemeen Wiskunde Colloquium*, Universiteit van Amsterdam, 16 maart.
- H.J.A.M. Heijmans: Mathematische morfologie: een kwantitatieve methode in de beeldanalyse gebaseerd op structuur en vorm, voordracht op uitnodiging *Vierentwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, TU Eindhoven, 7-8 april.
- H.J.A.M. Heijmans: Algebraic aspects of mathematical morphology. *Workshop on Spatial Statistics and Image Analysis*, Aarhus, 30 mei-1 juni.
- H.J.A.M. Heijmans: On the role of duality in structured population dynamics and semigroup theory, Tübingen, 13 oktober.
- H.J.A.M. Heijmans: Reconstruction of images by the method of convex projections. *Seminarium Beeldreconstructie*, CWI, 9 november.
- J.B.T.M. Roerdink: Image sequences. *Workshop on Spatial Statistics and Image Analysis*, Aarhus, 30 mei-1 juni.
- J.B.T.M. Roerdink: The mathematics of image reconstruction: an introduction. *Seminarium Beeldreconstructie*, CWI, 12 oktober.
- J.B.T.M. Roerdink: Products of random matrices, with an application to population biology. *Marc Kac Seminarium voor Stochastiek en Fysica*, Universiteit van Amsterdam, 4 november.
- J.B.T.M. Roerdink: Beeldreconstructie en convexe-projectie theorie. *Nationale dag Ned. Ver. Patroonherk. & Beeldverw.*, CWI, 28 november.
- N.M. Temme: On the computation of special functions using asymptotic expansions. *12th World Congress on Scientific Computing*, Parijs, Frankrijk, 21 juli.
- N.M. Temme: Special functions and asymptotics. *Manchester Conference on Asymptotic Expansions*, Manchester, UK, 21 juni.
- N.M. Temme: ABC van de asymptotiek. *Afscheidssymposium prof.dr. H.A. Lauwerier*, CWI, 9 december.
- M. Zwaan: Een inversie probleem uit de MRI. *Vierentwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, TU Eindhoven, 7-8 april.
- M. Zwaan: An inversion problem concerning magnetic resonance imaging. *Workshop on Spatial Statistics and Image Analysis*, Aarhus, 30 mei-1 juni.
- M. Zwaan: Reconstruction algorithms. *Seminarium Beeldreconstructie*, CWI, 12 oktober.
- H. Inaba: Duration-dependent multistate population dynamics. *Workshop on Multistate Demography: Measurement, Analysis, Forecasting*, Zeist, 2 november.

## PUBLIKATIES

*Rapportenseries*

- AM-R8801 H.N.M. ROOZEN. *Reliability of stochastically forced systems (extended version).*
- AM-R8802 PH. CLÉMENT, O. DIEKMANN, M. GYLLENBERG, H.J.A.M. HEIJMANS, H.R. THIEME. *Perturbation theory for dual semigroups IV. The intertwining formula and the canonical pairing.*
- AM-R8803 J.B.T.M. ROERDINK, H.J.A.M. HEIJMANS. *Mathematical morphology for structures without translation symmetry.*
- AM-R8804 O. DIEKMANN, J.A.J. METZ, M.W. SABELIS. *Mathematical models of predator-prey-plant interactions in a patchy environment.*
- AM-R8805 O. DIEKMANN, J.A.J. METZ, M.W. SABELIS. *Reflections and calculations on a prey-predator-patch problem.*
- AM-R8806 N.M. TEMME. *Uniform asymptotic expansions of a class of integrals in terms of modified Bessel functions, with application to confluent hypergeometric functions.*
- AM-R8807 H.J.A.M. HEIJMANS, C. RONSE. *The algebraic basis of mathematical morphology Part I: Dilations and erosions.*
- AM-R8808 P.P.B. EGGERMONT. *Multiplicative iterative algorithms for convex programming.*
- AM-R8809 O. DIEKMANN. *On semigroups and populations.*
- AM-R8810 PH. CLÉMENT, O. DIEKMANN, M. GYLLENBERG, H.J.A.M. HEIJMANS, H.R. THIEME. *A Hille-Yosida type theorem for a class of weakly \* continuous semigroups.*
- AM-R8811 J.B.T.M. ROERDINK. *The biennial life strategy in a random environment. Supplement.*
- AM-R8812 F. VAN DEN BOSCH, J.A.J. METZ, O. DIEKMANN. *The velocity of spatial population expansion.*
- AM-R8813 A. GRABOSCH, H.J.A.M. HEIJMANS. *Cauchy problems with state-dependent time evolution.*
- AM-R8814 A.M. DE ROOS, O. DIEKMANN, J.A.J. METZ. *The escalator boxcar train: basic theory and an application to Daphnia population dynamics.*

*Publikaties in tijdschriften, proceedings e.d.*

- T1 PH. CLÉMENT, O. DIEKMANN, M. GYLLENBERG, H.J.A.M. HEIJMANS, H.R. THIEME (1988). *Perturbation theory for dual semigroups II. Time-dependent perturbations in the sun-reflexive case. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, 109A, 145-172.
- T2 O. DIEKMANN, M.W. SABELIS (1988). *Overall population stability despite local extinction: The stabilizing influence of prey dispersal from predator invaded patches. Theor. Pop. Biol.* 34, 169-176.

- T3 O. DIEKMANN, J.A.J. METZ, M.W. SABELIS (1988). Mathematical models of predator-prey-plant interaction in a patchy environment. *Exp. Appl. Acarology* 5, 319-342.
- T4 O. DIEKMANN, J.A.J. METZ (1988). Exploring linear chain trickery for physiologically structured populations. *TW in Beeld, bij het afscheid van prof.dr. H.A. Lauwerier*, CWI, Amsterdam, 73-84.
- T5 H.J.A.M. HEIJMANS (1988). Iteration of morphological transformations. *TW in Beeld, bij het afscheid van prof.dr. H.A. Lauwerier*, CWI, Amsterdam, 55-72.
- T6 H. INABA (1988). A semigroup approach to the strong ergodic theorem of the multistate stable population process. *Mathematical Population Studies*, Vol. 1(1), 49-77.
- T7 H. INABA (1988). Asymptotic properties of the inhomogeneous Lotka-Von Foerster system. *Mathematical Population Studies*, Vol. 1(3), 247-264.
- T8 J.B.T.M. ROERDINK (1988). The biennial life strategy in a random environment. *J. Math. Biol.* 26, 199-215.
- T9 J.B.T.M. ROERDINK (1988). Products of random matrices or 'why do biennials live longer than two years'? *TW in Beeld, bij het afscheid van prof.dr. H.A. Lauwerier*, CWI, Amsterdam, 11-18.
- T10 J.B.T.M. ROERDINK, H.J.A.M. HEIJMANS (1988). Mathematical morphology for structures without translation symmetry. *Signal Processing* 15, 271-277.
- T11 H. ROOZEN (1987). Equilibrium and extinction in stochastic population dynamics. *Bulletin of Mathematical Biology*, Vol. 49, No. 6, 671-696.
- T12 H. ROOZEN (1988). A short introduction to exit problems. *TW in Beeld, bij het afscheid van prof.dr. H.A. Lauwerier*, CWI, Amsterdam, 33-54.
- T13 H.A.J.M. SCHELLINX, J.A.P. HEESTERBEEK (1988). On sums of remainders and almost perfect numbers. *TW in Beeld, bij het afscheid van prof.dr. H.A. Lauwerier*, CWI, Amsterdam, 1-10.
- T14 N.M. TEMME (1988). Asymptotic expansion of a special integral. *TW in Beeld, bij het afscheid van prof.dr. H.A. Lauwerier*, CWI, Amsterdam, 19-24.
- T15 M. ZWAAN (1988). A Radon transform in circles through the origin in  $\mathbb{R}^2$ . *TW in Beeld, bij het afscheid van prof.dr. H.A. Lauwerier*, CWI, Amsterdam, 25-32.

#### *Overige publikaties*

- T16 J. GRASMAN, J.B.T.M. ROERDINK (1988). *Stochastic and Chaotic Relaxation Oscillations*. Reprint no. 540, October, Mathematisch Instituut, RU Utrecht.
- T17 H.A. LAUWERIER (1988). *Symmetrie*, Aramith Uitgevers, Amsterdam.
- T18 N.M. TEMME (red.) (1988). *TW in Beeld, bij het afscheid van prof.dr. H.A. Lauwerier*, CWI, Amsterdam.

# Verslag van de Afdeling Mathematische Statistiek

## OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

### MS 1 Semiparametrische statistiek

1.1 Semiparametrische schattingstheorie

1.4 Bootstrapmethoden

1.5 Statistiek voor steekproefuitersten

### MS 2 Stochastische processen

2.1 Stationaire processen en hun toepassingen in de fysica

2.2 Statistische analyse van stochastische processen

2.3 Statistische analyse van verkeersstromen

### MS 4 Beeldanalyse

## WETENSCHAPPELIJK VERSLAG

### *MS 1 Semiparametrische statistiek*

*1.1. Semiparametrische schattingstheorie.* R.D. Gill werkte samen met N. Keiding (Kopenhagen) aan het semiparametrische model van stochastisch getrunkeerde gegevens: men doet waarnemingen aan twee onderliggende onafhankelijke stochastische grootheden  $X$  en  $Y$ , uit hun voorwaardelijke verdeling gegeven dat  $X > Y$ . Er zijn belangrijke toepassingen in de astronomie (quasars worden alleen waargenomen als hun absolute helderheid groot genoeg is ten opzichte van hun roodverschuiving) en in de biostatistiek (de incubatietijd van een door bloedtransfusie geïnfecteerde aidspatiënt is alleen meetbaar als de ziekte op het tijdstip van dataverzameling al gediagnosticeerd is). Dit is een niet-triviaal model waarbij de tweedimensionale verdeling van de waarnemingen geparametriseerd is door twee ééndimensionale verdelingsfuncties. De

asymptotische relatieve doeltreffendheid van de NPMLE (niet-parametrische meest-aannemelijke schatters) werd afgeleid met behulp van de theorie van compact differentieerbaarheid. J.A. Wellner (Univ. of Washington, tijdelijk RU Leiden en CWI) en A.W. van der Vaart (VU Amsterdam, tijdelijk Berkeley) gaven essentiële bijdragen. Rapport [MS-R8817] (een herziene en sterk uitgebreide versie van MS-R8702) werd ter publikatie aan de *Annals of Statistics* aangeboden. Voordrachten over dit en verwant onderzoek werden gehouden in Tübingen (BRD), Oost-Berlijn en Praag en een lezingencyclus tijdens een bezoek aan Michigan State University.

Het rapport MS-R8603 (Gill en Wellner), herzien en nu met drie auteurs (R.D. Gill, Y. Vardi (Bell Labs) en J.A. Wellner (Univ. of Washington)) verscheen in de *Annals of Statistics*.

In samenwerking met N. Keilman (Nederlands Interdisciplinair Demografisch Instituut) zette R.D. Gill het onderzoek naar 'Occurrences but no exposures' voort. Het gaat hierbij om het schatten van de parameters voor een Markov-proces met waarneming van de totale aantallen overgangen tussen elk tweetal toestanden ('occurrences') maar met géén informatie over de verblijftijden in de toestanden ('exposures'). Nieuwe resultaten over de asymptotische variantie van eerder bepaalde optimale schatters werden afgeleid. Om deze varianties in de praktijk te berekenen is het nodig om, in een model van  $p$  toestanden (bijvoorbeeld,  $p$  is minstens 5 in modellen voor huwelijksvorming en ontbinding,  $p = 12$  bij modellen voor immigratie tussen de Nederlandse provincies) een stelsel van  $p^4$  inhomogene lineaire differentiaalvergelijkingen op te lossen. Toch was het goed mogelijk dit met de wiskundige programmeeromgeving ISP op een gewone PC uit te voeren. De resultaten werden vastgelegd in rapport [MS-R8816], dat tevens door *Mathematical Population Studies* werd geaccepteerd. Een lezing over dit onderwerp werd gehouden tijdens een bezoek aan Münster.

Een STW-projectaanvraag op het gebied van telproces modellen in de software-reliability werd voorbereid (aanvragers: R.D. Gill, K.O. Dzharparidze) en in het verslagjaar toegekend. Resultaten van een vooronderzoek verscheen in rapport [MS-R8807] van drie Utrechtse afstudeerders Geurts, Hasselaar en Verhagen.

In samenwerking met P.K. Andersen (Kopenhagen), Ø. Borgan (Oslo) en N. Keiding (Kopenhagen) werd door R.D. Gill gewerkt aan het boekproject 'Statistische modellen voor telprocessen', in het bijzonder tijdens werkbezoeken aan Kopenhagen en Amsterdam. Een hoofdstuk van het boek verscheen in de AMS serie Contemporary Mathematics, deel 80, gewijd aan 'Statistical inference for stochastic processes'.

Samen met H. Strasser (Bayreuth) organiseerde R.D. Gill een zeer geslaagde Oberwolfach bijeenkomst over 'Martingale methods in statistics' in december.

Het onderzoek van S.A. van de Geer naar optimale convergentiesnelheden van kleinste kwadratenschatters werd afgerond. Over de resultaten zal waarschijnlijk gerapporteerd worden in een herziene versie van rapport [MS-R8805]. Er worden nu kleinste kwadratenschatters van semiparametrische regressiefuncties bekeken, waarbij in sommige gevallen asymptotische

normaliteit van de schatters van de parametrische component bewezen kan worden.

Voor een bepaalde klasse van problemen is gezocht naar voorwaarden die consistentie van niet-parametrische meest-aannemelijke schatters impliceren. Getracht is de theorie in S.A. van de Geer (Ann. Statist. (1987), 15, 587-602) uit te breiden en in verband te brengen met de situatie waarbij continuïteit in de parameter wordt verondersteld. Als toepassing is gekeken naar het convolutiemodel. Dit onderzoek zal door S.A. van de Geer in 1989 worden voortgezet.

Er is door S.A. van de Geer een begin gemaakt met een onderzoek naar de eigenschappen van niet-parametrische meest-aannemelijke schatters die gedefinieerd worden als oplossing van aannemelijkheidsvergelijkingen, zoals beschreven in rapport MS-R8709 van R.D. Gill. Voor een speciaal geval - het interval-censureringsprobleem - heeft dit geleid tot een eenvoudig bewijs van  $\sqrt{n}$ -consistentie voor de meest-aannemelijke schatter van het gemiddelde.

D. Bakker en S.A. van de Geer zijn betrokken bij de bestudering van het bivariate censureringsprobleem. Dit onderzoek zal in samenwerking met R.D. Gill (RU Utrecht) in 1989 worden voortgezet.

*1.4. Bootstrapmethoden.* Het rapport MS-8708, het resultaat van eerder verricht onderzoek van R. Helmers naar de asymptotische nauwkeurigheid van empirische Edgeworth ontwikkelingen en bootstrapbenaderingen voor de verdelingsfunctie van gestudentiseerde  $U$ -statistics, werd in principe voor publikatie geaccepteerd door *The Annals of Statistics*. Er werd gewerkt aan een herziene versie van dit artikel.

Het onderzoek van R. Helmers, in samenwerking met P. Janssen (Diepenbeek, België) en R.J. Serfling (Baltimore, USA), naar bootstrap approximaties voor gegeneraliseerde  $L$ -statistics resulteerde in rapport [MS-R8808]. Eerder verkregen resultaten (S8) betreffende sterke limietwetten voor gewogen empirische verdelingsfuncties van  $U$ -statistic structuur konden succesvol worden toegepast. Dit rapport werd ter publikatie aan het *Scan. Journal of Statistics* aangeboden. Het onderzoek zal in 1989 worden voortgezet.

*Diversen.* Het rapport MS-R8601 (A.J. van Es en R. Helmers) werd herzien en een uitgebreide versie van genoemd rapport verscheen in *Prob. Th. Rel. Fields*. Ook is door R. Helmers verder gewerkt aan een artikel over lokale limietstellingen voor  $L$ -statistics. Over dit onderwerp werd tevens een voordracht gehouden op het *Fourth Prague Symposium on Asymptotic Statistics*. Een volledig herziene versie van rapport S10 uit het jaarverslag 1987 (R.J.M.M. Does, R. Helmers, C.A.J. Klaassen) verscheen in *Statistica Neerlandica*. Het resultaat van eerder verricht onderzoek door R. Helmers, in samenwerking met P. Janssen, (Diepenbeek, België), en R.J. Serfling (Baltimore, USA), verscheen ([S7]) in enigszins gewijzigde vorm in *Prob. Th. Rel. Fields*.



*1.5 Statistiek voor steekproefuitersten.* A.L.M. Dekkers heeft in samenwerking met L.F.M. de Haan het onderzoek naar de z.g. momentenschatter voor de extreme waarden index voortgezet. In het bijzonder werd consistentie en asymptotische normaliteit van de momentenschatter aangetoond. Een artikel over dit onderwerp is aan de *Annals of Statistics* aangeboden. Verder werd de z.g. Pickandsschatter voor de extreme waarden index met behulp van simulatie studies nader onderzocht. Onder meer werd gekeken naar het aantal te gebruiken order statistics bij gegeven steekproefomvang en onderliggende verdelingsfunctie van de waarnemingen.

## *MS 2 Stochastische processen*

*2.1 Stationaire processen en hun toepassingen in de fysica.* In samenwerking met F. den Hollander (TU Delft) is door H.C.P. Berbee een verdere studie naar stochastische wandelingen met stationaire incrementen ingesteld. De studie behelst de dubbele staart  $\sigma$ -algebra van dergelijke wandelingen. Onder meer door samenwerking met B. Weiss (Jerusalem) werd onder lichte voorwaarden en gebruikmakend van een interessant entropie argument gelijkheid aangetoond van dergelijke  $\sigma$ -algebra's met de corresponderende  $\sigma$ -algebra der incrementen. Daarnaast werd in deze studie een fraaie 'geheugenverlies eigenschap' aangetoond. Er is over een en ander gerapporteerd in [MS-R8810].

S. Kalikow heeft enige maanden als gastmedewerker de afdeling versterkt. Hij onderzoekt 'random' Markovprocessen en hun verband met martingale-eigenschappen. Het ligt in de bedoeling dat volgend jaar een rapport hierover door hem wordt uitgebracht. Een toepassing van zijn resultaten leverde een lichte verbetering van resultaten van H.C.P. Berbee over Markovrepresentatie. Een verdergaand onderzoek naar continuïteit van de zogenaamde  $g$ -functie en verwante asymptotiek is gaande.

Op het gebied van oneindige deeltjessystemen poogde H.C.P. Berbee de zogenaamde 'vernieuwingsstelling' voor (eerste-doorgangs) percolatie te bewijzen. Er is dit jaar voortgang gemaakt t.a.v. de topologie van dit probleem, maar de kanstheoretische analyse is vooralsnog te weerbarstig. Aan het eind van het verslagjaar is J.v.d.Berg dit onderzoeksgebied komen versterken.

*2.2 Statistische analyse van stochastische processen.* In samenwerking met E. Valkeila, Helsinki, bestudeerde K.O. Dzharidze afstanden van Hellinger type tussen twee kansmaten op een 'filtered' ruimte. Boven en ondergrenzen werden voor deze afstanden gevonden, in termen van 'predictable' grootheden. De resultaten werden in het bijzonder toegepast op rijen binaire experimenten: noodzakelijke en voldoende voorwaarden voor LAN werden verkregen.

In het verslagjaar verscheen over dit onderzoek rapport [MS-R8818]. Dit rapport zal ter publikatie worden aangeboden aan *Prob. Th. Rel. Fields*.

*2.3 Statistische analyse van verkeersstromen.* De resultaten van eerder door E.A.G. Weits, in samenwerking met P. Groeneboom, verricht onderzoek werden vastgelegd in rapport [MS-R8815]. Dit onderzoek werd (voor wat betreft het CWI) per 1 september afgesloten, wegens het vertrek van E.A.G. Weits. Het onderzoek zal aan de TU Delft worden voortgezet.

#### *MS 4 Beeldanalyse*

*Statistische analyse en reconstructie van beeldgegevens.* Vanaf 1 oktober waren dr. A.J. Baddeley (projectleider) en dr. R.A. Moyeed (wet. medewerker) in dit deelproject werkzaam. Onder meer werd aandacht besteed aan de theorie van Markov-puntprocessen en toepassing van Markov-modellen bij beeldsegmentatie problemen. Ook de statistische analyse en simulatie van Markov-puntprocessen kwamen aan de orde. In het bijzonder werd gewerkt aan de ontwikkeling van programmatuur.

Het, eerder in het kader van dit deelproject, verrichte onderzoek van M.J. Rottschäfer en L.G. Barendregt (TNO), (zie jaarverslag 1987) werd afgerond met de publikatie van rapport [MS-R8813].

#### EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

##### *Conferenties*

*Bijeenkomst van mathematisch statistici en waarschijnlijkheidsrekenaars.* Onder auspiciën van het Wiskundig Genootschap, de Vereniging voor Statistiek en het Centrum voor Wiskunde en Informatica werd op 14, 15 en 16 november een conferentie voor mathematisch statistici en waarschijnlijkheidsrekenaars gehouden in Lunteren. De organisatiecommissie bestond uit: dr. R. Helmers (MS), prof.dr. J.Th. Runnenburg (Universiteit van Amsterdam) en prof.dr. W.R. van Zwet (RU Leiden). De volgende voordrachten werden gehouden:

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| P. Diaconis (Cambridge, USA) | - Shuffling cards and stopping times<br>- Non-commutative spectral analysis.  |
| G. Grimmett (Bristol, UK)    | - Uniqueness and multiplicity of infinite clusters in random networks<br>- Subadditive processes and disordered electrical networks.  |
| P. Jagers (Göteborg, Zweden) | The Markov structure of population growth.  |
| I. Johnstone (Bath, UK)      | - Speeds of estimation in positron emission tomography and related indirect estimation problems<br>- Some statistical applications of Hotelling's theorem on the volume of tubes. |

- G. Letac (Toulouse, Frankrijk) - Natural exponential families in  $R^n$  invariant by affine groups  
 - Explicit examples of stationary distributions for products of independent random matrices.
- A.F.M. Smith (Nottingham, UK) - Bayesian perspectives on statistical modelling: I  
 - Bayesian perspectives on statistical modelling: II.

### *Werkgroepen*

#### *Algemene Werkbesprekingen van de afdeling MS*

In 1988 vonden de volgende voordrachten plaats:

- J. Antoch (Karel Universiteit, Praag, Tsjechoslowakije): *L*-estimators in linear model, 13 januari.
- D. Denteneer (Centraal Bureau voor de Statistiek): Lineaire algebra van factoriële modellen, 18 januari.
- G. Stone (University of Bath, UK): Bivariate splines in finite windows, 27 januari.
- J. Wilson (University of Bath, UK): The EM algorithm and the stereology problem, 27 januari.
- H.C.P. Berbee: Entropie en de staart  $\sigma$ -algebra van een stochastische wandeling, 22 februari.
- W. Härdle (Universität Bonn, BRD): *XploRe*- a computing environment for eXploratory Regression and density smoothing 25 februari.
- R.D. Gill: Estimating the truncation percentage, 14 maart.
- E.A.G. Weits: Enige aspecten van stochastische integralen in Hilbert-ruimten, 11 april.
- W.S. Cleveland (Bell labs, Murray Hill, USA): Loess: An approach to estimating regression surfaces by local fitting, 21 april.
- P. Greenwood (University of British Columbia, Vancouver, Canada): Efficient estimation for filtered models, 2 mei.
- R. Helmers: Lokale limietstellingen voor *L*-statistics, 9 mei.
- R.H. Randles (University of Florida, Gainesville, USA): Multivariate distribution free one-sample tests for hypothesis of location, 3 juni.
- E. Valkeila (Computing Centre, University of Helsinki, Finland): Hellinger type distances for binary experiments, 22 juni.
- H. Thorisson (University of Göteborg, Zweden): On coupling, 12 juli.
- M.L. Eaton (University of Minnesota, Minneapolis, USA): On the asymptotic distribution of eigenvalues of symmetric matrices, 27 juli.
- A. Verbeek (RU Utrecht): Generalized linear models and their compactifications, 26 september.

- S. Kalikow (tijdelijk CWI): Uniform martingales and random Markov chains, 10 oktober.
- R.J. Chitashvili (Tbilisi, Georgian SSR, USSR; tijdelijk CWI): Parameter estimation in general filtered statistical models, 24 oktober.
- R. Chitashvili (Tbilisi, Georgian SSR, USSR; tijdelijk CWI): Statistical interpretation of Ziph's law, 23 november.
- S. Kalikow (tijdelijk CWI): An ergodic theoretic process, 7 december.

In het kader van een drietal gezamenlijke kennismakings bijeenkomsten van de afdelingen MB en MS werden de volgende voordrachten door leden van de afdeling MS gehouden:

- K.O. Dzhabaridze & R. Helmers: Semiparametrische statistiek, 8 september.
- H.C.P. Berbee: Stochastische processen, 29 september.
- A.J. Baddeley: Analysis and (re)construction of images, 20 oktober.

#### SAMENWERKING EN CONSULTATIES

*Statistische adviezen AKZO* (R.D. Gill). R.D. Gill was statistisch adviseur bij AKZO Research (Arnhem).

*Wicksell-problem* (A. Hoogendoorn). In het verslagjaar resulteerde het in 1986 gestarte onderzoek - naar aanleiding van een vraag van H. Engels (AKZO) - in twee publikaties. Samen met dr. A.J. van Es (Universiteit van Amsterdam) kwam rapport [MS-R8809] over het toepassen van kernschatters in het Wicksell probleem tot stand. Dit rapport werd voor publikatie geaccepteerd door *Biometrika*. Het onderzoek naar het schatten van de zogenaamde 'weight undersize' verdeling in het Wicksell probleem resulteerde in rapport [MS-R8811]. Het gebruik van bootstrap methoden in deze context werd in samenwerking met R. Helmers bestudeerd. Het rapport is ter publikatie aangeboden aan *Statistica Neerlandica*.

*Citatie-onderzoek* (A.P. van der Plas, R. van der Horst (STO)). Het onderzoek, in samenwerking met H. Moed en T. van Raan van de Raad voor Advies voor het Wetenschapsbeleid (RAWB), thans van de RU Leiden, naar een stochastisch model voor het 'geciteerd worden' in opeenvolgende jaren van een wetenschappelijke publikatie, werd in het verslagjaar afgerond met de publikatie van rapport [MS-R8814].

*Overschrijdingslijnen langs de Nederlands kust* (A.L.M. Dekkers, R. Helmers, R. van der Horst (STO), L.F.M. de Haan). In dit omvangrijke consultatieproject dat sinds het najaar van 1984, in samenwerking met Rijkswaterstaat (opdrachtgever) en het KNMI wordt uitgevoerd is het voornaamste oogmerk op verschillende plaatsen langs de Nederlandse kust een zodanig hoogwaterniveau aan te geven dat de kans op overschrijding van dat niveau in een willekeurig jaar  $10^{-4}$  is.

In het verslagjaar werd veel aandacht besteed aan het toepassen van nieuwe - in het kader van het deelproject MS 1.5 ontwikkelde - *verdelingsvrije* schattingsmethoden, voor een extreem kwantiel van een verdeling. Afgezien van enkele additionele technische restricties, is de enige aanname dat de verdelingsfunctie van de waarnemingen in het attractie gebied van een extreme-waarden-verdeling ligt. De voorgestelde schattingsmethoden zijn gebaseerd op geschikt gekozen combinaties van extreme en 'intermediate' order statistics.

Verder is gewerkt aan de verslaglegging - in de vorm van een tweede interim nota - van eerder in het kader van dit project verricht onderzoek naar de keuze van het z.g. *stormseizoen* en naar *selectie* van waarnemingen die in de tijd voldoende ver uit elkaar liggen, zodat ze ongeveer onafhankelijk zijn. Gebruik is gemaakt van een eenvoudige maat voor *clustering* van hoge hoogwaterstanden (optredend in het stormseizoen). Ook de relatie met Leadbetter's theorie voor extreme waarden van afhankelijke waarnemingen (de extremaalindex  $\theta$  is hier de centrale parameter) is onderzocht. Over het onderzoek werd door L.F.M. de Haan op uitnodiging een voordracht gehouden op de *18e European Meeting of Statisticians* in Oost-Berlijn. Voornoemde interim nota zal binnenkort verschijnen. Het is de bedoeling het onderzoek in de loop van 1989 af te ronden.

*Statistisch advies Klijnveld Kraayenhof & Co* (S.A. van de Geer). S.A. van de Geer is R.D. Gill opgevolgd als lid van de commissie wiskundige methoden van accountants Klijnveld Kraayenhof & Co. Adviezen werden o.a. gegeven over de combinatie van onafhankelijke steekproeven en over toepassing van de zeefmethode. Het resultaat van eerder, door S. Driessen, verricht onderzoek op dit terrein verscheen in *Statistica Neerlandica*.

*Volvo life-time-care project* (S.A. van de Geer, R. van der Horst). Een model is opgezet om de kosten van een recent ingevoerd garantieplan te voorspellen.

*Diversen*. H.C.P. Berbee en R. Helmers verrichtten refereewerkzaamheden voor *Math. Reviews*, respectievelijk voor het *Zentralblatt für Mathematik*. R.A. Moyeed verrichtte enkele consultatiewerkzaamheden t.b.v. een overheidsinstelling. R.D. Gill werkte samen met H. Baayen (VU Amsterdam, faculteit Letteren) aan een onderzoek naar statistische aspecten van woordformatie (productief vs improductief) en met L.C. van der Gaag (AP) aan een onderzoek naar het gebruik van Bayesiaanse kansrekening bij expertsystemen.

#### DEELNAME AAN CONGRESSEN, WERKBEZOEKEN E.D.

*Werkbezoek Universiteit van Tübingen*, BRD, 20-22 januari: R.D. Gill (voordracht).

*Seminarium Topologische Dynamica en Ergodentheorie*, Delft, 27 januari: K.O. Dzhaparidze (voordracht).

*Werkbezoek Universiteit van Münster*, BRD, 10 februari: R.D. Gill (voordracht).

- Werkbezoek Michigan State University, Michigan, USA, 24 april-13 mei: R.D. Gill (lezingencyclus).*
- Image Analysis Meeting, Aarhus, Denemarken, 30 mei-2 juni: H.C.P. Berbee (voordracht), R.D. Gill.*
- Marc Kac Seminarium voor Stochastiek en Fysica, Amsterdam, 10 juni: H.C.P. Berbee (voordracht).*
- 17th Conference on Stochastic Processes and their Applications, Rome Italië, 27 juni-1 juli: H.C.P. Berbee (voordracht), K.O. Dzhaparidze (voordracht).*
- 18th European Meeting of Statisticians, Oost-Berlijn, DDR, 22-26 augustus: A.L.M. Dekkers (voordracht), R.D. Gill (voordracht).*
- Fourth Prague Symposium on Asymptotic Statistics, 29 augustus-2 september: S.A. van de Geer, R.D. Gill, R. Helmers (allen met voordracht).*
- Werkbezoek Katholieke Universiteit Leuven, België, 25 augustus: H.C.P. Berbee (voordracht).*

#### BEZOEKERS

De afdeling werd in het verslagjaar onder meer door de volgende buitenlandse wiskundigen bezocht. Indien door hen een voordracht werd gehouden wordt de titel vermeld in de sectie Algemene werkbesprekingen van de afdeling.

- J. Antoch (Karel Universiteit Praag, Tsjechoslowakije), 13-14 januari (voordracht).
- G. Stone (University of Bath, UK), 25-28 januari (voordracht).
- J. Wilson (University of Bath, UK), 25-28 januari (voordracht).
- W. Härdle (University Bonn, BRD), 24-25 februari (voordracht).
- W.S. Cleveland (Bell Labs, USA), 21 april (voordracht).
- P. Greenwood (University of British Columbia, Canada), 2 mei (voordracht).
- R.H. Randles (University of Florida, Gainesville, USA), 3 en 4 juni (voordracht).
- E. Valkeila (Computing Centre, University of Helsinki, Finland), 22 juni (voordracht).
- H. Thorisson (University of Göteborg, Zweden), 12 juli (voordracht).
- M.L. Eaton (University of Minnesota, Minneapolis, USA), 1-31 juli (voordracht).
- S. Kalikow (Hebrew University, Jeruzalem), 1 september-31 december (voordrachten).
- R. Chitashvili (Tbilisi, Georgian SSR, USSR), 1 september-31 december (voordrachten).
- J.A. Wellner (University of Washington, Seattle, tijdelijk RU Leiden), bezocht tot 1 september de afdeling wekelijks i.v.m. de tekstverwerking van het te verschijnen boek: *Efficient and Adaptive Inference in Semi-parametric Models*; auteurs: P.J. Bickel, C.A.J. Klaassen, Y. Ritov, J.A. Wellner.

## VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

- H.C.P. Berbee: Growth of a random set. *Image Analysis Meeting*, Aarhus, Denemarken, 1 juni.
- H.C.P. Berbee: Uniqueness of Gibbs states and absorption probabilities. *Marc Kac Seminarium voor Stochastiek en Fysica*, Amsterdam, 10 juni.
- H.C.P. Berbee: Random tessellations. *Werkgroep Beeldverwerking*, Amsterdam, 16 juni.
- H.C.P. Berbee: Uniqueness of Gibbs states and absorption probabilities. *17th Conference on Stochastic Processes and their Applications*, Rome, 27 juni-1 juli.
- H.C.P. Berbee: Unicité van Gibbs toestanden en absorptiekansen. Werkbezoek Universiteit Leuven, 25 augustus.
- A.L.M. Dekkers: On the estimation of the extreme value index and large quantile estimation. *18th European Meeting of Statisticians*, Oost-Berlijn, 22-26 augustus.
- A.L.M. Dekkers: Extreme values theory and large quantile estimation: some computational aspects and simulation results. *Compstat Meeting*, Kopenhagen, 29 augustus-2 september.
- A.L.M. Dekkers: Het schatten van extreem hoge hoogwaterstanden aan de Nederlandse kust. *Colloquium Besliskunde*, TU Eindhoven, 21 oktober.
- K.O. Dzhaparidze: On Hellinger type distances between probability measures. *Seminarium Topologische dynamica en ergodentheorie*, Delft, 27 januari.
- K.O. Dzhaparidze, E. Valkeila: On the  $\chi$ -divergences in a filtered space. *17th Conference on Stochastic Processes and their Applications*, Rome, 27 juni-1 juli.
- K.O. Dzhaparidze, E. Valkeila: Conditions for asymptotic efficiency of MLE. *Oberwolfach Meeting on Statistics*, 12-27 december.
- S.A. van de Geer: Asymptotic theory in parametric and nonparametric regression. *Fourth Prague Symposium on Asymptotic Statistics*, 29 augustus-2 september.
- S.A. van de Geer: Empirische processen en hun toepassingen in de regressie-analyse. *Wiskundig Colloquium*, RU Utrecht, 8 december.
- R.D. Gill: Large sample properties of the NPMLE with applications in survival analysis. Universiteit van Tübingen, BRD, 20-22 januari.
- R.D. Gill; Occurences but no exposures. Universiteit van Münster, BRD, 10 februari.
- R.D. Gill: lezingencyclus over 'Stochastische trunkatie, semiparametrische modellen, telprocessen'. Michigan State University, USA, 24 april-13 mei.
- R.D. Gill: Compact differentiability and NPMLE. *18th European Meeting of Statisticians*, Oost-Berlijn, 22-26 augustus.
- R.D. Gill: Asymptotic efficiency on the NPMLE. *Fourth Prague Symposium on Asymptotic Statistics*, 29 augustus-2 september.
- R.D. Gill: Stochastische modellen voor verkeersstromen. CWI Symposium *Regeling en planning in het verkeer*, Amsterdam, 12 oktober.
- R.D. Gill: Random truncation. Universiteit van Aarhus, Denemarken, 24-26 oktober.

- R.D. Gill: Counting process methods in demography (tutorial) en Regression models for multistate life-tables. *Workshop on Multistate Demography*, Zeist, 30 oktober-4 november.
- R. Helmers: Local limit theorems for  $L$ -statistics. *Fourth Prague Symposium on Asymptotic Statistics*. 29 augustus-2 september.

## PUBLIKATIES

*Rapportenseries*

- MS-R8801 W. VERVAAT. *Random upper semicontinuous functions and extremal processes.*
- MS-R8802 S. TARDIF. *Conditionally and strictly distribution-free tests for randomized block designs that are asymptotically optimal.*
- MS-R8803 P.K. ANDERSEN, Ø. BORGAN, R.D. GILL, N. KEIDING. *Censoring, truncation and filtering in statistical models based on counting processes.*
- MS-R8804 E.V. KHMALADZE. *The statistical analysis of a large number of rare events.*
- MS-R8805 S.A VAN DE GEER. *Estimating a regression function.*
- MS-R8806 S.A VAN DE GEER. *Asymptotic normality of minimum  $L_1$ -norm estimators in linear regression.*
- MS-R8807 W.A.J. GEURTS, M.M.A. HASSELAAR, J.H. VERHAGEN. *Large sample theory for statistical inference in several software reliability models.*
- MS-R8808 R. HELMERS, P. JANSSEN, R. SERFLING. *Berry-Esseen rates and bootstrap results for generalized  $L$ -statistics.*
- MS-R8809 A.J. VAN ES, A.W. HOOGENDOORN. *A kernel approach to estimation of the sphere radius density in Wicksell's Corpuscle Problem.*
- MS-R8810 H.C.P. BERBEE, W.TH.F. DEN HOLLANDER. *Tail triviality for sums of stationary random variables.*
- MS-R8811 A.W. HOOGENDOORN. *Estimating the weight undersize distribution for the Wicksell problem.*
- MS-R8812 S.A. VAN DE GEER, L. STOUGIE. *On a rate of convergence of the multiknapsack value function.*
- MS-R8813 M.J. ROTTSCHÄFER, L.G. BARENDREGT. *A statistical analysis of spatial point patterns. A case study.*
- MS-R8814 A.P. VAN DER PLAS. *A semiparametric model for citation counts.*
- MS-R8815 E.A.G. WEITS. *Stochastic model of traffic flow on freeways.*
- MS-R8816 R.D. GILL, N. KEILMAN. *On the estimation of multidimensional demographic models with population registration data.*
- MS-R8817 N. KEIDING, R.D. GILL. *Random truncation models and Markov processes.*
- MS-R8818 K.O. DZHAPARIDZE, E. VALKEILA. *On the Hellinger type distances for filtered experiments.*
- MS-R8819 R.J. CHITASHVILI. *On the smooth fit boundary conditions in the optimal stopping problem for semimartingales.*



*Publikaties in tijdschriften, proceedings e.d.*

- S1 P.K. ANDERSEN, Ø. BORGAN, R.D. GILL, N. KEIDING (1988). *Censoring, truncation and filtering in statistical models for counting processes*. *Contemporary Mathematics 80* (Statistical Inference from Stochastic Processes, ed. U. Prabhu), AMS.
- S2 R.J.M.M. DOES, R. HELMERS, C.A.J. KLAASSEN (1988). Approximating the distribution of Greenwood's statistic. *Statistica Neerlandica*, 42, 153-161.
- S3 S.G.A.J. DRIESSEN (1988). The sieve method, a sampling method for audit practice. *Statistica Neerlandica*, 42, 117-129.
- S4 A.J. VAN ES, R. HELMERS (1988). Elementary symmetric polynomials of increasing order. *Probab. Th. Rel. Fields*, 80, 21-35.
- S5 R.D. GILL, Y. VARDI, J.A. WELLNER (1988). Large sample theory of empirical distributions in biased sampling models. *The Annals of Statistics*, 16, 1069-1112.
- S6 R.D. GILL (1988). Regression analysis for mixed cross-section and time-series data with reference to some incomplete observations techniques. *Sankya Series, B 50*, 95-102.
- S7 R. HELMERS, P. JANSSEN, R. SERFLING (1988). Glivenko-Cantelli properties of some generalized empirical df's and strong convergence of generalized  $L$ -statistics. *Probab. Th. Rel. Fields*, 79, 75-93.
- S8 R. HELMERS, F.H. RUYMGAART (1988). Asymptotic normality of generalized  $L$ -statistics with unbounded scores. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 19, 43-53.
- S9 E. KHMALADZE (1988). An innovation approach to goodness-of-fit tests in  $R^m$ . *The Annals of Statistics*, 16, 1503-1516.

*Overige publikaties*

- S10 S.A. VAN DE GEER (1988). *Regression Analysis and Empirical Processes*. CWI Tract 45, CWI, Amsterdam.

# Verslag van de Afdeling

## Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie

### OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

- MB 1 Combinatorische optimalisering**
  - 1.1 Ontwerp en analyse van algoritmen
  - 1.2 Meetkundige methoden
  - 1.3 Parallele algoritmen
  - 1.4 Interactieve distributieplanning
  - 1.5 Interactieve productieplanning
- MB 2 Analyse en besturing van informatiestromen in netwerken**
  - 2.1 De analyse van mathematische wachtrijmodellen
  - 2.2 Prestatie-analyse van communicatiesystemen
  - 2.3 Prestatie-analyse van computersystemen
  - 2.4 Betrouwbaarheid en beschikbaarheid van netwerken
- MB 3 Systeem- en regeltheorie**
  - 3.1 Deterministische systeemtheorie
  - 3.2 Stochastische systeemtheorie
  - 3.3 Systemen met generaliseerde toestandsruimte
  - 3.4 Realisatie- en regelproblemen voor systemen op eindige ruimtes
  - 3.5 Extern gefinancierd onderzoek

## WETENSCHAPPELIJK VERSLAG

*MB 1 Combinatorische optimalisering*

*1.1. Ontwerp en analyse van algoritmen.* J.K. Lenstra trad op als promotor van P.J.M. van Laarhoven (Philips Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven), die op 18 februari promoveerde aan de Erasmus Universiteit te Rotterdam op een proefschrift over 'simulated annealing', en van L.C.R.J. Willenborg (Centraal Bureau voor de Statistiek, Heerlen), die op 30 juni promoveerde aan de Katholieke Universiteit Brabant op een proefschrift over de rekenkundige aspecten van het verwerken van vragenlijsten. Hierbij traden A.H.G. Rinnooy Kan resp. A. Kapteyn tevens als promotor op.

A.W.J. Kolen (RU Limburg) en J.K. Lenstra schreven een artikel over het gebruik van modellen en methoden uit de combinatorische optimalisering in de praktijk. E.L. Lawler (Univ. California, Berkeley), J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan (EU Rotterdam) en D.B. Shmoys (MIT) schreven een overzicht van de theorie der deterministische machinevolgordeproblemen. Rapporten hierover zullen in 1989 verschijnen.

J.A. Hoogeveen voltooide zijn onderzoek naar het gedrag van de heuristiek van Christofides voor het vinden van Hamiltonpaden, en bestudeerde de Demidenko-condities voor het handelsreizigersprobleem. Publikaties hierover zijn in voorbereiding.

J.A. Hoogeveen en S.L. van de Velde bestudeerden machinevolgordeproblemen met meervoudige criteria, met een gemeenschappelijk 'due date' voor de opdrachten, en, samen met B. Veltman, met opdrachten die op verscheidene machines tegelijk beslag leggen. Publikaties hierover alsmede een overzichtsartikel over 'multicriteria scheduling' zijn in voorbereiding. Dit werk wordt gedeeltelijk gefinancierd door de NFI.

M.W.P. Savelsbergh zette, in het kader van een Shell fellowship, zijn onderzoek naar polyhedrale methoden voor machinevolgordeproblemen voort. Er is vooral gekeken naar één-machineproblemen zonder restricties en naar één-machineproblemen met 'release dates'.

*1.2. Meetkundige methoden*

*Decompositie van grafen* (A.M.H. Gerards (KU Brabant), A. Schrijver). Het in 1986 begonnen onderzoek naar de decompositie van grafen zonder bepaalde 'verboden' deelstructuren werd voortgezet, in samenwerking met L. Lovász (Boedapest), P.D. Seymour (Bell Communications Research, Morristown, N.J., USA), en K. Truemper (Dallas, Texas, USA). Begonnen werd met de beschrijving van de resultaten.

*Multicommodity stromen en routeringsproblemen bij VLSI-ontwerp* (A.M.H. Gerards (KU Brabant) C.A.J. Hurkens (KUB) en A. Schrijver). Het in 1985 begonnen onderzoek op dit gebied werd voortgezet. De volgende resultaten werden bereikt:

- een snelle algoritme voor het vinden van disjuncte bomen van gegeven homotopieën in een planaire graaf (toepasbaar bij het ontwerpen van 'integrated circuits') (beschreven in de preprints: 'Disjoint homotopic paths and trees in a planar graph', I: Description of the method; II: Correctness of the method; III. Disjoint trees);
- een karakterisering van het bestaan van vertex-disjuncte circuits van gegeven homotopieën in een graaf ingebed op een compact oppervlak (beschreven in het rapport 'Disjoint circuits of prescribed homotopies in a graph on a compact surface' [OS-R8812], aangeboden aan *Journal of Combinatorial Theory (B)*);
- een uitbreiding van dit resultaat tot gerichte circuits in gerichte grafen (met P.D. Seymour, Bell Communications Research, Morristown N.J., USA) (dit resultaat wordt in 1989 beschreven);
- een reductie van de sneden-conditie gegeven in bovengenoemde karakterisering (dit onderzoek wordt in 1989 voortgezet);
- karakterisering en algoritmen voor het bepalen van kant-disjuncte paden in planaire grafen tussen gegeven paren eindpunten, gebaseerd op het bepalen van disjuncte oneven circuits in grafen ingebed op oppervlakken als de Klein-fles, het projectieve vlak en zekere 'pinched' oppervlakken (resultaten zijn beschreven in het rapport 'The Klein bottle and multicommodity flows' ([OS-R8810], te verschijnen in *Combinatorica*) en in nog te verschijnen preprints; het onderzoek wordt in 1989 voortgezet);
- een kort bewijs voor een stelling van Karzanov betreffende het bestaan van multicommodity stromen en sneden-packings in een willekeurige graaf (beschreven in de preprint 'Short proofs on multicommodity flows and cuts');
- een stelling betreffende het bestaan van kant-disjuncte circuits van gegeven homotopieën in een graaf ingebed op de torus (met A. Frank (Boedapest)) (beschreven in de preprint 'Disjoint homotopic cycles in a graph on the torus').

Daarnaast werd een overzichtsartikel 'Homotopic routing methods' opgesteld dat zal verschijnen in het boek 'Paths, Flows, and VLSI-design' (Springer Verlag). Dit overzicht is ook als rapport 88522-OR verschenen bij de Universität Bonn.

*Compacte oppervlakken* (A. Schrijver). In relatie tot het onderzoek op het gebied van de multicommodity stromen werd onderzoek verricht op het gebied van de compacte oppervlakken. De volgende resultaten werden bereikt:

- een karakterisering van de homotopie van families van curven op een compact georiënteerd oppervlak, in termen van het aantal kruisingen met andere curves [OS-R8811], te verschijnen in *Linear Algebra and Its Applications*);
- een kort bewijs van een stelling van N. Robertson en P.D. Seymour betreffende het bestaan van minoren in 'dichte' grafen op een compact oppervlak (met B. Reed (University of Waterloo, Ontario, Canada)) (beschreven in de preprint 'A short proof of a theorem of Robertson and

Seymour on minors in dense graphs on a surface’);

- een bewijs van de uniciteit van z.g. ‘kernels’ op een compact georiënteerd oppervlak (te beschrijven in 1989).

**1.3. Parallele algoritmen.** J.K. Lenstra begeleidde het promotie-onderzoek van G.A.P. Kindervater (EU Rotterdam) naar parallele combinatorische berekeningen, waarop laatstgenoemde in 1989 hoopt te promoveren.

B. Veltman rondde een literatuurstudie op dit gebied af. Medio 1988 startte hij een onderzoek naar het toewijzen van een verzameling partieel geordende opdrachten aan de processoren in een parallele architectuur. Dit onderzoek zal waarschijnlijk vanaf 1 januari 1989 door de SPIN worden gefinancierd.

**1.4. Interactieve distributieplanning.** J.M. Anthonisse, J.K. Lenstra en M.W.P. Savelsbergh voltooiden een korte notitie over de algemene karakteristieken van interactieve planningssystemen [OS-R8805], die zal verschijnen in *Decision Support Systems*. M.W.P. Savelsbergh promoveerde op 31 maart aan de Erasmus Universiteit te Rotterdam op een proefschrift over *Computer Aided Routing*.

Het routeringspakket CAR werd in licentie gegeven aan een adviesbureau. Ten gevolge op het CAR-project werd een projectvoorstel over het rechtstreeks-vervoerprobleem geformuleerd en ingediend bij de STW.

H. Oosterhout en M.W.P. Savelsbergh startten een onderzoek naar een systeem dat de modellering en algoritmekeuze op het gebied van de distributieplanning ondersteunt. Dit project zal in 1989 voor financiering door de NFI worden voorgedragen.

**1.5. Interactieve produktieplanning.** J.M. Anthonisse en S.L. van de Velde zetten de ontwikkeling van een interactief beslissingsondersteunend systeem voor toepassing in de kledingindustrie voort. In samenwerking met M.I. Dessouky (Univ. Illinois at Urbana-Champaign, USA) onderzocht S.L. van de Velde de speciale gevallen van het planningprobleem die een polynomiale algoritme toestaan; een rapport hierover zal in 1989 verschijnen. De implementatie van het operationele systeem wordt voortgezet in samenwerking met het TNO-Vezelinstituut. Dit onderzoek wordt gedeeltelijk gefinancierd door de NFI.

J.M. Anthonisse en B.J. Lageweg werkten verder aan de ontwikkeling van een interactief planningssysteem voor de toewijzing van vliegtuigen aan opstelplaatsen, in opdracht van een nationale luchthaven. Algoritmen voor het automatisch toewijzen worden ontwikkeld en geïmplementeerd, en de implementatie van het systeem voor de seizoensplanning werd begeleid.

In het kader van een internationaal samenwerkingsproject op het gebied van beslissingsondersteunende systemen, dat door IIASA (Laxenburg, Oostenrijk) wordt gecoördineerd, verrichtten J.M. Anthonisse, L. Jans, H. Oosterhout, M.W.P. Savelsbergh en C. Zwaneveld onderzoek op het gebied van resource-constrained project scheduling. Het onderzoek is gericht op de ontwikkeling en implementatie van een interactief planningssysteem voor een resource-constrained project scheduling probleem conform de door IIASA

gegeven specificaties. H. Oosterhout concentreerde zich op het vinden van toegelaten oplossingen, C. Zwaneveld op de multicriteria-aspecten van het probleem, en L. Jans op de ontwikkeling van een geschikte gebruikersinterface.

## *MB 2 Analyse en besturing van informatiestromen in netwerken*

2.1. *De analyse van mathematische wachtrijmodellen* (O.J. Boxma). De werkzaamheden aan het boek *Queueing Theory and its Applications - Liber Amicorum for J.W. Cohen* werden voltooid. Het boek is door North-Holland als CWI Monograph gepubliceerd. De inleiding van het boek, welke een overzicht geeft van de wetenschappelijke loopbaan van Professor Cohen, is tevens afgedrukt in *CWI Quarterly*.

Met A.H.G. Rinnooy Kan en M. van Vliet (EU Rotterdam) is een studie gewijd aan de optimale toewijzing van aantallen bedienden aan de knooppunten van een bedieningsnetwerk. De resultaten zijn relevant voor het ontwerp van flexibele produktiesystemen. Een rapport is gereedgekomen, en inmiddels geaccepteerd voor publikatie in *European Journal of Operational Research*. Met J.W. Cohen en S.J. de Klein (RU Utrecht) zijn contacten onderhouden betreffende randwaardeproblemen bij de analyse van meerdimensionale stochastische wandelingen en wachtrijmodellen.

## 2.2. *Prestatie-analyse van communicatiesystemen &*

2.3. *Prestatie-analyse van computersystemen* (J. van den Berg, J.L. van den Berg, O.J. Boxma, W.P. Groenendijk). Gezien de sterke overlap van werkzaamheden in deze twee deelprojecten worden zij hier tezamen besproken.

Boxma en Groenendijk vervolgden hun studie van wachtrijmodellen met één bediende en meerdere typen klanten. Zij beschouwen een ruime klasse van bedieningsdisciplines; een bedieningsdiscipline legt vast in welke volgorde de bediende de typen klanten bezoekt, en welke aantallen klanten hij bij zulke bezoeken bedient. Voor het geval dat de bediende geen omschakeltijden heeft tussen verschillende typen klanten, geldt onder zwakke voorwaarden dat de hoeveelheid werk in het systeem gelijk is aan de hoeveelheid werk in het corresponderende systeem met bediening in volgorde van aankomst (ongeacht type). Voor het geval dat de bediende wél omschakeltijden heeft tussen verschillende typen klanten, heeft Boxma in een binnenkort te publiceren overzichtsartikel voor *Queueing Systems* de volgende werk-decompositie bewezen: de hoeveelheid werk in het systeem is in verdeling gelijk aan de som van twee onafhankelijke grootheden te weten (i) de hoeveelheid werk in het corresponderende systeem *zonder* omschakeltijden (en bediening in volgorde van aankomst) en (ii) de hoeveelheid werk in het systeem op een omschakeltijdstip.

Deze werk-decompositie leidt tot een uitdrukking voor een gewogen som van de gemiddelde wachttijden van alle typen klanten. De resultaten zijn uitgewerkt voor een aantal configuraties en bedieningsdisciplines die de werking van praktische computer-communicatienetwerken weergeven:

- Bedieningssystemen, waarbij de bediende alle typen klanten in cyclische volgorde bezoekt; zulke cyclische bedieningssystemen representeren o.a.

token ring local area netwerken. Dit resultaat werd gepubliceerd in de *IEEE Transactions on Communications*.

- Bedieningssystemen met een vast bezoekpatroon van de bediende [OS-R8813]. Een dergelijk bezoekpatroon treedt o.a. op in token bus local area netwerken, en in computersystemen met multi-drop terminals; in het laatste geval is het bezoekpatroon 1213...1N1213...
- Bedieningssystemen waarin de bediende de wachtrijen bezoekt volgens een kansmechanisme. Een gedetailleerde analyse van dit bedieningsprocédé, dat verwant is met het slotted-Aloha protocol en het Orwell ring protocol, is bijna voltooid.

Groenendijk heeft de verkregen exacte uitdrukking voor de gewogen som van de gemiddelde wachttijden in een cyclisch bedieningssysteem gebruikt om een benadering af te leiden voor de gemiddelde wachttijden van elk van de typen klanten [OS-R8802]. Een exacte analyse van een model met twee typen klanten, via de oplossing van een Riemann randwaardeprobleem, gaf nieuw inzicht dat leidde tot een nauwkeuriger - doch minder eenvoudige - benadering [OS-R8816]. Groenendijk heeft de maanden september en oktober doorgebracht bij het Performance Analysis Department van AT&T Bell Laboratories te Holmdel. Tijdens dit verblijf heeft hij zich beziggehouden met de prestatie-analyse van de FDDI token ring.

In samenwerking met H. Levy en M. Sidi heeft Boxma diverse bedieningsdisciplines vergeleken welke geïmplementeerd zijn in local area netwerken: één bediening van een bepaald type klanten per bezoek van de bediende; bediening van een type klanten tot de betreffende wachtrij leeg is geworden, enz. Diverse ordeningsrelaties zijn bewezen voor de totale hoeveelheid werk onder zulke disciplines.

J.L. van den Berg verrichtte promotie-onderzoek naar bedieningssystemen met *feedback* van klanten. Voor M/M/1 wachtrijen waarin klanten na hun *i*-de bediening met kans  $p(i)$  terugkeren in de wachtrij, heeft hij de gezamenlijke kansverdeling van de opeenvolgende verblijftijden van een klant berekend. Een limietprocedure, waarbij de gemiddelde bedieningstijd per rondgang naar nul gaat terwijl de terugkeerkansen naar één gaan, zodat de totale gemiddelde bedieningstijd constant blijft, doet het feedbacksysteem overgaan in een M/G/1 wachtrij met *processor sharing*. Dit feit is in [OS-R8801] gebruikt voor een nieuwe, in essentie eenvoudige, analyse van dit processor sharing model. De limietprocedure leidt ook tot een scherpe benadering van de variantie van de verblijftijd in dat model; een publikatie is in voorbereiding.

Aan het eind van het verslagjaar heeft J.L. van den Berg zich gericht op feedbackmodellen welke ook één of meer permanent aanwezige klanten bevatten (bijvoorbeeld onderhoudstaken of testprogramma's in een computer). De resultaten van het onderzoek bieden verrassende nieuwe inzichten in de verblijftijdverdeling van klanten in wachtrijen met feedback.

J. van den Berg ving zijn werkzaamheden aan op 1 december. Hij oriënteert zich op het gebied van de probabilistische analyse van algoritmen en van opslagprocessen.

Ook dit jaar is veel aandacht geschonken aan recente belangrijke

ontwikkelingen op het gebied van software pakketten voor wachtrij- en betrouwbaarheidsanalyse. Het CWI heeft het in Duke University voor betrouwbaarheidsanalyse ontwikkelde pakket SHARPE aangeschaft, evenals het door AT&T Bell Laboratories voor prestatie-analyse ontwikkelde pakket PAW; ook is een nieuwe versie (met grafische faciliteiten) van het reeds ter beschikking staande wachtrijpakket QNAP2 verkregen. Bovendien publiceerde het CWI drie nummers van een Engelstalige newsletter, Q-PASSPORT, van de Nederlandse gebruikersgroep van programmatuur voor wachtrij/prestatie-analyse.

2.4. *Betrouwbaarheid en beschikbaarheid van netwerken* (F.A. van der Duyn Schouten, P. Wartenhorst, O.J. Boxma). Door Van der Duyn Schouten werd het onderzoek naar de beschikbaarheid van een cold-standby (productie-) systeem bestaande uit twee parallel geschakelde componenten, voorzien van één enkele reparatie unit en bestuurd door een preventieve onderhoudsstrategie van het 'control-limit' type, voortgezet en afgerond. Een rapport hierover is gereedgekomen [OS-R8815] en inmiddels geaccepteerd voor publikatie in *Probability in the Engineering and Informational Sciences*. Aan het eind van het verslagjaar werd de aandacht gericht op de invloed van een tweede reparatie unit op de beschikbaarheid van het systeem.

Met Vanneste (KU Brabant) werd het onderzoek naar de prestatie van  $(n, N)$ -strategieën in seriesystemen bestaande uit twee componenten voortgezet. Een  $(n, N)$ -strategie is een eenvoudig implementeerbare vervangingsregel, die voorschrijft een individuele component te vervangen zodra deze defect raakt dan wel de leeftijd  $N$  bereikt. Wanneer op basis hiervan een vervanging plaatsvindt wordt de andere component gelijktijdig meevervangen wanneer de leeftijd ervan de waarde  $n$  ( $\leq N$ ) heeft bereikt of overschreden. Een methode is ontwikkeld waarmee de gemiddelde kosten per tijdseenheid onder een  $(n, N)$ -strategie efficiënt kunnen worden berekend. Met behulp van deze methode is een heuristiek ontwikkeld waarmee de optimale waarden van  $n$  en  $N$  kunnen worden bepaald. Een publikatie hierover is in voorbereiding.

### *MB 3 Systeem- en regeltheorie*

3.1. *Lineaire systemen* (J.M. Schumacher). In het verslagjaar werd het onderzoek voortgezet naar representaties en transformaties van lineaire systemen. Een artikel hierover verscheen in *Linear Algebra and Its Applications*, en in een rapport [OS-R8807] werd het verband gelegd met enkele klassieke modeleringstechnieken uit de fysica.

De samenwerking met J. Bontsema en R.F. Curtain (RU Groningen) op het gebied van de regeling van zeer buigzame mechanische structuren resulteerde in een publikatie in *Automatica*. Het STW-project 'Large Flexible Space Structures', waarvan Bontsema uitvoerder was, is op 1 november afgesloten. Besprekingen over voortzetting van de samenwerking in een gewijzigde en uitgebreide vorm hebben plaatsgevonden, maar in het verslagjaar zijn hierover nog geen definitieve besluiten genomen. In de toekomst zal er meer aandacht



besteed moeten worden aan de modelleringsaspecten van buigzame structuren; een verkenning van enkele mogelijkheden op dit terrein werd gepresenteerd op de INRIA-conferentie *Analysis and Optimization of Systems* die in juni plaatsvond.

3.2. *Stochastische systeemtheorie* (J.H. van Schuppen). Samen met R.K. Boel (RU Gent, België) werd een manuscript geschreven over het probleem van werklastverdeling voor gedistribueerde processoren. Ter voorbereiding werden enkele algoritmen uitgewerkt en berekeningen uitgevoerd. Het manuscript zal in begin 1989 verschijnen in een speciaal nummer van de *Proceedings of the IEEE* dat gewijd is aan discrete event systems. In vervolg hierop werd onderzoek verricht naar het teamprobleem van gedistribueerde regeling van wachtrijen. De stochastische stabiliteit van stochastische systemen die onderworpen zijn aan gedistribueerde regeling, werd bestudeerd. Zowel op de *27th IEEE Conference on Decision and Control* als tijdens een werkbezoek aan het Coordinated Science Laboratory van de University of Illinois werd hierover een voordracht gehouden.

Voor het stochastische realisatieprobleem van factormodellen werd een classificatie uitgewerkt. Over dit probleem werd een voordracht gehouden op de Technische Universität Wien. Samen met M. Deistler werden nieuwe vragen voor dit probleem geformuleerd en genericiteitsvragen geanalyseerd.

Enkele nieuwe problemen werden geformuleerd waarbij de inspiratie afkomstig was van contacten met de praktijk. Dit betrof de regeling van autosnelwegverkeer (zie deelproject MB 3.5 (1)), hetgeen leidde tot een niet-lineair stochastisch regelprobleem voor enkele wegsecties. Voor het routeringsprobleem op autosnelwegen werd een aanpak opgesteld. Een ander onderwerp betrof inverse verstrooiing, gemotiveerd door seismische exploratie, hetgeen leidde tot systeemidentificatieproblemen en benaderende realisatieproblemen.

3.3. *Systemen met een gegeneraliseerde toestandruimte* (M. Kuijper). Een realisatietheorie voor gegeneraliseerde systemen werd ontwikkeld. Een in 1989 te verschijnen publikatie (BS-R8903) hierover werd afgerond. De reeds bestaande literatuur aangaande realisatietheorie voor gegeneraliseerde systemen hanteerde een aanpak waarbij het eindige en het oneindige frequentiegedrag werden gescheiden. Daarbij werd de overdrachtsmatrix als de voornaamste invariant beschouwd. In (BS-R8903) wordt een dergelijke scheiding tussen het eindige en het oneindige frequentiegedrag niet gemaakt. Bovendien wordt het begrip 'externe equivalentie' gehanteerd, waarmee een fijner onderscheid tussen systemen wordt gemaakt dan met het begrip 'overdrachtsequivalentie'.

3.4. *Realisatie- en regelproblemen voor systemen op eindige ruimtes* (vacature). Dit deelproject is nog niet gestart.

### 3.5. Extern gefinancierd onderzoek

3.5 (1). *Voorspellings- en regelproblemen voor verkeer op autosnelwegen* (S.A. Smulders). Dit project werd ondersteund door de Stichting voor de Technische Wetenschappen (STW) en is afgerond op 31 december 1988. Het afgelopen jaar is het probleem van het regelen van autosnelwegverkeer aangepakt. Voor een eenvoudig verkeersmodel is een regeling ontworpen die in staat blijkt de kans op filevorming te verkleinen. Voor de toepassing van de regeling is het noodzakelijk de beschikking te hebben over informatie omtrent de verkeerstoestand op ieder tijdstip. Deze informatie is te verkrijgen door de meetgegevens van het autosnelwegsignaleringssysteem te verwerken met het filter, waarvoor in een eerdere fase een algoritme geschreven is. Over zowel het filteren als het regelen is een rapport verschenen. Ter afsluiting van het project is een eindverslag geschreven met een overzicht van de resultaten van het onderzoek over vier jaar. Dit verslag dient tevens als proefschrift.

3.5 (2). *De regeling van overbelasting van communicatiesystemen* (P.R. de Waal). Het onderzoek naar de besturing van aankomsten in een Processor Sharing wachtrij met twee typen klanten werd voortgezet. Samen met N.M. van Dijk (VU Amsterdam) werden monotoniciteitseigenschappen binnen een klasse van regelwetten aangetoond. Deze eigenschappen garanderen het bestaan van een optimale regelwet en vormen de basis voor een eenvoudige numerieke procedure voor het berekenen van deze optimale regelwet.

Het Processor Sharing wachtrijmodel werd uitgebreid met een wachtrij voor één van de twee typen klanten. In deze wachtrij worden klanten geplaatst die niet direct toegang tot de processor krijgen. Het gedrag van dit model werd bestudeerd door simulatie. Bovendien werden twee benaderingsmethoden voor de analyse van dit model geformuleerd.

Het onderzoek met betrekking tot voldoende voorwaarden voor het bestaan van produktvorm-oplossingen in wachtrijnetwerken met geregelde aankomstprocessen werd beschreven in rapport [OS-R8803].

3.5 (3). *Inverse verstrooiing en beeldverwerking van seismische signalen* (J.W. van der Woude). In het jaar van verslag is een aanvang gemaakt met het project 'Inverse verstrooiing en beeldverwerking van seismische signalen'. Daartoe is begonnen met de bestudering van 1-dimensionale modellen voor de aarde, waarbij de inwendige structuur van de aarde gekarakteriseerd wordt door reflectiecoëfficiënten. Voor dergelijke 1-dimensionale modellen zijn een tweetal zogenaamde inversiemethoden afgeleid om vanuit seismische signalen die met onzekerheid verstoord zijn te komen tot een schatting voor de reflectiecoëfficiënten. De twee methoden zijn aan een aantal tests onderworpen die uitgevoerd werden met synthetische data. Over de resultaten van het onderzoek zal binnenkort verslag gedaan worden. Tevens is een begin gemaakt met het afleiden van inversiemethoden voor meer-dimensionale modellen voor het inwendige van de aarde.

*Conferenties*

*Thirteenth Conference on the Mathematics of Operations Research.* Deze bijeenkomst, georganiseerd door H.C. Tijms (VU Amsterdam) en B.J. Lageweg, vond plaats op 13, 14 en 15 januari in het Conferentiecentrum 'De Blijde Wereld' te Lunteren, en stond onder auspiciën van de Landelijke Werkgemeenschap Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie. Financiële steun werd gegeven door de Vertrouwenscommissie van het Wiskundig Genootschap en de Sectie Operationele Research van de Vereniging voor Statistiek. Er waren 93 deelnemers, van wie er 11 afkomstig waren van het CWI. Het programma luidde als volgt:

*1. Uitgenodigde buitenlandse sprekers*

- A. Federgruen (Tel Aviv): Replenishment strategies for production-distribution networks with general setup costs;  
Integrating inventory control and production planning.
- D. Shmoys (Cambridge, USA.): Dual approximation algorithms: easy solutions to hard problems;  
Approximation algorithms for scheduling unrelated parallel machines.
- L. Trotter (Augsburg): Duality in combinatorial optimization I;  
Duality in combinatorial optimization II.
- J. Walrand (Berkeley): Ideas and methods in queueing network theory;  
Quick simulation of queueing networks.
- L. van Wassenhove (Leuven): Capacity planning in modern production inventory control systems;  
Single level and multi level capacitated dynamic lot sizing.

*2. Minicourse: Goodsflow control*

- J. Wijngaard (Eindhoven): Multi-echelon goodsflow control models.
- J. Wessels (Eindhoven): Methods for production planning on factory level.
- W.H.M. Zijm (Eindhoven): Flexible Manufacturing Systems.

*Seventh Benelux Meeting on Systems and Control.* Deze conferentie, die plaatsvond van 2 tot 4 maart 1988 in 'Het Heijderbos' te Heijen (L.), werd georganiseerd door J.M. Schumacher. De Benelux Meeting on Systems and Control is een gezamenlijke onderneming van de Landelijke Werkgemeenschap Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie en de Stichting Meet- en Besturingstechnologie, en van de Belgische zusterorganisaties. De bijeenkomst van 1988 werd financieel gesteund door de Vertrouwenscommissie van het Wiskundig Genootschap en door de afdeling Regeltechniek van het KIVI. Er waren 180 deelnemers, waarvan zes afkomstig van het CWI. Het programma luidde als volgt:

### 1. Uitgenodigde buitenlandse sprekers

- H. Kaufman (Rensselaer Polytechnic): Direct model reference adaptive control of multivariable systems;  
Application of model reference adaptive control.
- L. Ljung (Linköping): System identification - a status report;  
Adaptation and tracking in dynamical systems.

### 2. Minicursus 'Systems Aspects of Modelling'

- P.C. Breedveld (Twente): Modelling of physical systems.
- J.W. Nieuwenhuis (Groningen): From data to model.
- G.J. Olsder (Delft): Modelling of discrete event dynamical systems.

### 3. Korte voordrachten

75 korte voordrachten in parallelle sessies door onderzoekers uit Nederland en België.

### Colloquia

*Wachttijdtheorie.* Dit colloquium wordt georganiseerd door O.J. Boxma, in het kader van de samenwerking tussen de groepen Mathematische Besliskunde van het CWI en van de RU Leiden, RU Utrecht en VU Amsterdam. Er zijn in 1988 drie bijeenkomsten op het CWI geweest, op 23 februari, 13 juni en 21 november. Aantal deelnemers  $\pm 30$ .

Het programma van 23 februari:

- J.P.C. Kleijnen (KU Brabant): Experimental design and regression analysis in simulation: an FMS case study.
- R.Y. Rubinstein (Technion Haifa): Performance evaluation, sensitivity analysis and optimization of computer simulation (queueing) models.
- H.R. van As (IBM Zürich Research Laboratory): The library support approach for the development of stationary and transient simulation programs for complex queueing systems.
- P.J.M. van Laarhoven (Philips Natk. Lab.): Simulated annealing: a general approach to combinatorial optimization problems.

Het programma van 13 juni:

- W. Henderson (Univ. of Adelaide): Networks of queues with batch movement.
- J.P.C. Blanc (KU Brabant): A numerical approach to cyclic-service queueing models.
- F. Machihara (NTT ECL, Tokyo): A phase-type Markov renewal process and its applications.
- P.R. de Waal (CWI): Monotonicity results for processor sharing queues.

Het programma van 21 november:

H. Nauta (RU Utrecht): Ergodicity conditions for a class of two-dimensional queueing problems.

N.M. van Dijk (VU Amsterdam): Product forms for random access schemes.

H. Daduna (Univ. Hamburg): Mean value analysis for busy periods in stochastic networks and related problems.

E.A. van Doorn (Universiteit Twente): On arrivals that see time averages.

R.D. Nobel (VU Amsterdam): On the waiting-time distribution in a GI/G/1 queue with a Coxian-2 service-time distribution.

### *Werkgroepen*

*Systeemtheorie.* De bijeenkomsten vonden eens in de veertien dagen plaats op het CWI en werden georganiseerd door J.H. van Schuppen. In het voorjaar werd studie gemaakt van stabiliteitseigenschappen van deterministische en stochastische niet-lineaire systemen, en in het najaar van grafentheoretische hulpmiddelen voor systeemtheoretische problemen.

Deelnemers waren: M. Kuijper, J.M. Schumacher, J.H. van Schuppen, S.A. Smulders, P.R. de Waal, J.W. van der Woude (allen CWI), P.J.C. Spreij (VU Amsterdam), M.D. Merbis (Stichting Wereld Voedselvoorziening Amsterdam), C. Praagman (TU Eindhoven).

*Combinatorische optimalisering.* Deze werkgroep wordt georganiseerd door M.W.P. Savelsbergh en L. Stogie (Universiteit van Amsterdam). In het verslagjaar werd het boek *Theory of Linear and Integer Programming* van A. Schrijver bestudeerd. Deelnemers waren J.A. Hoogeveen, M.W.P. Savelsbergh, S.L. van de Velde en B. Veltman (allen CWI) en een aantal medewerkers van de Universiteit van Amsterdam, de RU Groningen en de EU Rotterdam.

### CONSULTATIES

*Toewijzing vliegtuigen aan opstelplaatsen* (J.M. Anthonisse, B.J. Lageweg). J.M. Anthonisse en B.J. Lageweg werkten verder aan de ontwikkeling van een interactief planningsstelsel voor de toewijzing van vliegtuigen aan opstelplaatsen. In het verslagjaar werden algoritmen voor 'automatisch' toewijzen ontwikkeld en werd de gebruikersinterface geïmplementeerd.

*Containerbeheer* (J.M. Anthonisse). Ten behoeve van een scheepvaartmaatschappij werd onderzoek verricht naar wiskundige modellen voor het optimaliseren van containergebruik. Een optimaliseringsprogramma werd ontwikkeld en door het bedrijf in gebruik genomen.

*Belastingaangifte* (J.M. Anthonisse, A.W. Hoogendoorn (MS)). Ten behoeve van het Ministerie van Financiën werd onderzoek gedaan naar de verwerking van aangiften voor de vennootschapsbelasting.

*Productieplanning in een textieldrukkerij* (J.M. Anthonisse). Het probleem betreft de verdeling van orders over machines en de volgorde waarin deze orders moeten worden afgewerkt, rekening houdend met leverdata, de beschikbaarheid van grondstoffen en de productiecapaciteit. Een interactief planningsprogramma werd ontwikkeld en geïmplementeerd.

*Bestudering van wachtrijproblemen bij opslag en transport van containers* (J.L. van den Berg, O.J. Boxma). Ten behoeve van een containeroverslagbedrijf werden wiskundige modellen opgesteld en geanalyseerd voor de berekening van wachttijden bij de afhandeling van containers.

*Verkeersveiligheid* (O.J. Boxma, J.H. van Schuppen). Met medewerkers van de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid werd gesproken over wiskundige modellen en vragen voor verkeersveiligheid.

*Waterloopkundige problemen* (J.H. van Schuppen). Met medewerkers van Rijkswaterstaat en het Waterloopkundig Laboratorium werd gesproken over praktische problemen bij de toepassing van systeem- en regeltheorie.

*Diversen*. Met verscheidene industrieën en instellingen werd overlegd over het gezamenlijk verrichten van toepassingsgericht onderzoek.

#### DEELNAME AAN COLLOQUIA EN WERKGROEPEN BUITEN HET CWI

*Tweede-fase Onderzoekersopleiding Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie*, Utrecht, eenmaal per week in lente en herfst: J.A. Hooegeveen, H. Oosterhout, B. Veltman.

*Tweede-fase Onderzoekersopleiding Systeem- en Regeltheorie*, Utrecht, eenmaal per week in lente en herfst: M. Kuijper.

*Wergroep Ruimtelijke Variabiliteit van Bodem en Water*, RU Urecht, enkele keren gedurende het jaar: J.H. van Schuppen.

*Genootschap Toegepaste Wiskunde & Informatieverwerking, Koninklijke Vlaamse Ingenieursvereniging*, Antwerpen, België, 29 februari: J.K. Lenstra (voordracht).

*OR Center Seminar, MIT, Cambridge, USA*, 29 september: J.K. Lenstra (voordracht).

*OR Seminar, Univ. Pennsylvania, Philadelphia, USA*, 5 oktober: J.K. Lenstra (voordracht).

*OR Seminar, New York Univ., New York, USA*, 18 oktober: J.K. Lenstra (voordracht).

#### DEELNAME AAN CONGRESSEN, WERKBEZOEKEN E.D.

*Vth Oberwolfach Conference on Mathematical Programming*, Oberwolfach, BRD, 3-9 januari: J.K. Lenstra, A. Schrijver (voordracht).

*Thirteenth Conference on the Mathematics of Operations Research*, Lunteren,

- 13-15 januari: J.M. Anthonisse, J.L. van den Berg, O.J. Boxma, F.A. van der Duyn Schouten, W.P. Groenendijk, J.A. Hoogeveen, B.J. Lageweg, J.K. Lenstra, M.W.P. Savelsbergh, J.M. Schumacher, S.L. van de Velde, B. Veltman.
- Werkbezoek Institut für Operations Research, Universität Bonn, BRD, 19-20 januari: A. Schrijver.*
- EURO Working Group on Combinatorial Optimization, Parijs, Frankrijk, 28-29 januari: J.A. Hoogeveen, M.W.P. Savelsbergh, S.L. van de Velde, B. Veltman.*
- Seminar Strategische Routeplanning, Nedlloyd, Rotterdam, 2 maart: J.M. Anthonisse, J.K. Lenstra (voordracht).*
- Seventh Benelux Meeting on Systems and Control, Heijen, 2-4 maart: M. Kuijper, J.M. Schumacher, J.H. van Schuppen, S.A. Smulders (voordracht), P.R. de Waal (voordracht), J.W. van der Woude.*
- Werkbezoek aan INRIA Centre Sophia Antipolis, Sophia Antipolis, Frankrijk, 14-15 maart: O.J. Boxma (voordracht), F.A. van der Duyn Schouten (voordracht), J.H. van Schuppen (voordracht), P.R. de Waal (voordracht): 7 juni: J.H. van Schuppen, S.A. Smulders.*
- Werkbezoek aan IIASA, Laxenburg, Oostenrijk, 17-18 maart: J.M. Anthonisse (voordracht).*
- Statistische dag VVS, Utrecht, 28 maart: J.L. van den Berg (voordracht), O.J. Boxma, W.P. Groenendijk, F.A. van der Duyn Schouten (voordracht).*
- Vierentwintigste Nederlands Mathematisch Congres, Eindhoven, 7-8 april: M. Kuijper, J.K. Lenstra (sectievoorzitter), J.M. Schumacher, J.H. van Schuppen, S.A. Smulders.*
- SOR lezingendag Simulatie, Utrecht, 26 april: J.L. van den Berg, W.P. Groenendijk.*
- Werkbezoek aan Universiteit Twente, Enschede, 28 april: J.H. van Schuppen.*
- IIASA Meetings, Plock, Polen, 9-13 mei: J.M. Anthonisse (voordracht).*
- Symposium on Latent Variables, Netherlands Institute for Advanced Study in the Humanities and Social Sciences, Wassenaar, 13 mei: J.H. van Schuppen.*
- ARIDAM III, New Brunswick, USA, 23 mei-3 juni: M.W.P. Savelsbergh.*
- 12th International Teletraffic Congress, Turijn, Italië, 1-8 juni: J.L. van den Berg (voordracht), W.P. Groenendijk (voordracht).*
- NFI-Workshop Beslissingsondersteunende systemen, Eindhoven, 2-3 juni: J.M. Anthonisse (voordracht), J. Borst, J.A. Hoogeveen, L. Jans, B.J. Lageweg (voordracht), J.K. Lenstra, H. Oosterhout, A. Siekerman, S.L. van de Velde (voordracht), C. Zwaneveld.*
- Werkbezoek aan Laboratorium voor Theoretische Electriciteit van de Rijksuniversiteit Gent, Gent, België, 2-3 juni: J.H. van Schuppen, S.A. Smulders (voordracht).*
- Congrès Counting and coding - recent results, École Nationale Supérieure des Télécommunications, Parijs, Frankrijk, 2-3 juni: A. Schrijver (voordracht).*
- Journée de Convexité, Université de Paris, Institut Henri Poincaré, Parijs, Frankrijk, 4 juni: A. Schrijver (voordracht).*
- Review meeting for IIASA, Sofia, Bulgarije, 6-10 juni: J.M. Anthonisse.*

- Eighth International Conference on Analysis and Optimization of Systems*, Antibes, Frankrijk, 8-10 juni: J.M. Schumacher (voordracht), J.H. van Schuppen, S.A. Smulders (voordracht).
- Tagung Graphentheorie*, Mathematisches Forschungsinstitut, Oberwolfach, BRD, 13-17 juni: A. Schrijver (voordracht).
- Fifth EURO Summer Institute*, Eindhoven, 17 juni-3 juli: J.K. Lenstra (lid Scientific Committee, voordracht).
- Workshop Paths, Flows, and VLSI-Layout*, Universität Bonn, Institut für Operations Research, Bonn, BRD, 19 juni-2 juli: A. Schrijver (voordracht).
- Werkbezoek aan Dr. Neher Laboratorium*, Leidschendam, 21 juni: J.H. van Schuppen, P.R. de Waal.
- Third Annual Conference on Current Issues in Computer Science and Operations Research*, Bilkent University, Ankara, Turkije, 27-30 juni: J.K. Lenstra (voordracht).
- 17th Conference on Stochastic Processes and Their Applications*, Rome, Italië, 27 juni-1 juli: F.A. van der Duyn Schouten (voordracht).
- Workshop Production Planning and Inventory Control*, Parijs, Frankrijk, 5 juli: J.K. Lenstra (sectievoorzitter), S.L. van de Velde (voordracht).
- EURO/TIMS Meeting*, Parijs, Frankrijk, 6-9 juli: J.M. Anthonisse (voordracht), J.L. van den Berg (voordracht), J.K. Lenstra (organisator van sessies over mathematische programmering), P.R. de Waal (voordracht).
- Werkbezoek aan het Institut für Ökonometrie und Systemtheorie van de Technische Universität Wien*, Wenen, Oostenrijk, 8 juli: J.H. van Schuppen (voordracht).
- IIASA Task Force Meeting on Dynamical Stochastic Optimization: Approaches and Applications*, Sopron, Hongarije, 10-15 juli: J.H. van Schuppen (voordracht).
- Werkbezoek aan Bellcore*, Morristown, USA, 4-5 augustus: O.J. Boxma (voordracht).
- Werkbezoek aan IBM Thomas J. Watson Research Center*, Hawthorne, USA, 8-10 augustus: O.J. Boxma (voordracht).
- Workshop on Mathematical Theory of Queueing Systems*, Ithaca, USA, 11-13 augustus: O.J. Boxma (voordracht).
- Negende Combinatorische Dag*, KU Nijmegen, 26 augustus: A. Schrijver (voordracht).
- 13th International Symposium on Mathematical Programming*, Tokyo, Japan, 29 augustus-2 september: J.K. Lenstra (lid International Program Committee, sectievoorzitter), M.W.P. Savelsbergh (voordracht).
- Afscheidssymposium J.W. Cohen*, Utrecht, 1 september: J.L. van den Berg, O.J. Boxma, W.P. Groenendijk.
- Symposium on Operations Research*, Paderborn, BRD, 7-9 september: A. Schrijver (voordracht).
- DGOR Conferentie Operations Research*, West-Berlijn, BRD, 14-16 september: O.J. Boxma (twee voordrachten).
- SVOR Tutorial über Paralleles Rechnen in der Optimierung*, Murten, Zwitserland, 21-23 september: J.K. Lenstra (voordracht).



- SOR Symposium OR Software*, Utrecht, 22 september: J.L. van den Berg.  
*Werkbezoek aan IBM Thomas J. Watson Research Center*, Hawthorne, USA, 11 oktober: W.P. Groenendijk (voordracht).
- 2nd IEEE International Workshop on Computer-Aided Modeling, Analysis and Design of Communication Links and Networks*, Amherst, USA, 12-14 oktober: W.P. Groenendijk.
- Symposium Regeling en Planning in het Verkeer*, CWI, Amsterdam, 12 oktober: J.N.T. Schuit, J.H. van Schuppen.
- Werkbezoek Philips Telecommunicatie en Datasystemen Nederland B.V.*, Hilversum, 26 oktober: P.R. de Waal.
- Mini-Euro Conference on Visual Interactive Modelling*, Warwick, UK, 30 oktober-1 november: S.L. van de Velde (demonstratie KLIPP).
- Workshop on Systems and Control*, Maastricht, 30 oktober-2 november: M. Kuijper, J.M. Schumacher (voordracht).
- NFI-Conferentie Beslissingsondersteunende Systemen*, Noordwijkerhout, 14-16 november: J.M. Anthonisse, J.A. Hoogeveen, H. Oosterhout, S.L. van de Velde.
- Bijeenkomst van Stochastici*, Lunteren, 14-16 november: O.J. Boxma.
- Symposium on Sensitivity Analysis in Combinatorial Optimization*, Rotterdam, 25 november: J.M. Anthonisse, J.A. Hoogeveen, H. Oosterhout, A. Schrijver (voordracht), S.L. van de Velde, B. Veltman.
- Aspekte der Informatik in den Natur- und Wirtschaftswissenschaften*, Universität Köln, Keulen, BRD, 28-30 november: J.K. Lenstra (voordracht).
- Werkbezoek Coordinated Science Laboratory of the University of Illinois*, Urbana-Champaign, Illinois, USA, 5-6 december: J.H. van Schuppen (voordracht), P.R. de Waal (voordracht).
- 27th IEEE Conference on Decision and Control*, Austin, Texas, USA, 7-9 december: J.H. van Schuppen (voordracht), P.R. de Waal (voordracht).
- Werkbezoek Department of Electrical Engineering and Computer Science of the University of California at Berkeley*, Berkeley, California, USA, 12-13 december: J.H. van Schuppen.
- Werkbezoek AT&T Bell Laboratories*, Murray Hill, NJ, USA, 12 december: P.R. de Waal (voordracht).
- Werkbezoek AT&T Bell Laboratories*, Holmdel, NJ, USA, 14 december: P.R. de Waal (voordracht).
- INRIA Workshop on Mathematical and Numerical Aspects of Wave Propagation Phenomena*, Nice, Frankrijk, 14-16 december: J.W. van der Woude.

#### BEZOEKERS

De afdeling ontving in het verslagjaar de volgende bezoekers. Indien zij een voordracht hielden wordt de titel daarvan vermeld.

- J. Walrand (University of California, Berkeley, USA), 5-7 januari: Point processes and stability of queueing networks; Statistical issues in queueing networks.

- M. Deistler (Technische Universität Wien, Oostenrijk), 1 februari: Multi-input-multi-output system identification.
- L. Slominski, B. Mazbic-Kulma (Systems Research Institute, Warschau, Polen), 1-6 februari.
- J.H. Bookbinder (University of Waterloo, Waterloo, Canada), 15 maart: Vehicle routing considerations in distribution system design.
- M. Goetschalckx (Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA), 21 maart: The vehicle routing problem with backhauls.
- P. Greenwood (University of British Columbia, Vancouver, Canada), 11 april.
- D. Songkang (Shanghai Maritime Institute, tijdelijk Aalborg University, Denemarken), 18 april: A generalization of Tutte's Theorem and Hall's Theorem about matching on a graph.
- M. Green (Imperial College, UK), 19 april: Parametric interpolation, model reduction and  $H_\infty$ -optimal control.
- A.S. Willsky (M.I.T., Cambridge, USA), 29 april: The use of geometric information and constraints in tomographic reconstruction.
- K. Malik (The Wharton School, University of Pennsylvania, USA), 10 mei: Bulk cargo ship scheduling problem.
- M. Queyranne (University of British Columbia, Vancouver, Canada en L.A.A.S., Toulouse, Frankrijk), 16-20 mei: Polyhedral approaches to machine scheduling problems.
- P. Kotelenetz (Mathematisch Instituut, RU Utrecht), 31 mei: Law of large numbers and central limit theorem for chemical reactions with diffusions.
- H.J. Zwart (RU Groningen), 1 juni: Spectral realization for delay systems.
- P.A. Fuhrmann (Ben Gurion University of the Negev, Beer Sheva, Israel), 17 juni-7 juli; 1 juli: Coprime, spectral and inner/outer factorizations for rational matrix functions; en: Bezoutians.
- G. Kallianpur (The University of North Carolina Hill, USA), 20 juni: Nuclear space valued diffusions.
- M. Desrochers (GERAD, Ecole des HEC, Montreal, Canada), 27 juni-5 juli.
- C.V. Jones (The Wharton School, University of Pennsylvania, USA), 28 juni-15 juli.
- D. Granot en F. Granot (University of British Columbia, Vancouver, Canada), 30 juni: A survey on cost and revenue allocation problems.
- F.M. Callier en J. Wynkin (Facultés Universitaire de Namur, Namur Belgium), 1 juli: On spectral factorization for multivariable distributed systems.
- R. Elliott (University of Alberta, Edmonton, Canada), 4 juli.
- D.B. Shmoys (MIT, Cambridge, USA), 12-15 juli; 14 juli: Approximation algorithms for minimizing maximum lateness on one machine.
- B. Reed (University of Waterloo, Ontario, Canada), 23 augustus: A semi-strong perfect graph theorem.
- R. Syski (University of Maryland, USA), 26 augustus-2 september.
- G. Fayolle (INRIA, Rocquencourt, Frankrijk), 29-31 augustus.
- E.G. Coffman, Jr. (AT&T Bell Laboratories, Murray Hill, USA), 2 september.
- M.I. Dessouky (University of Illinois, USA), oktober-december; 11 november: Staffing service tasks with travel times.

- R.J. Chitashvili (Tbilisi, USSR), 1 november: On the optimal control theory for general stochastic systems.
- Wu Fang (Academica Sinica, China), 14-15 november; 21-22 november; 22 november: Convergence properties of some classes of quasi-Newton methods.
- R.R. Bitmead (Canberra, Australia), 14-16 november; 15 november: Monotonicity properties of the Riccati difference equation and the stability of finite horizon optimal control.
- M. Deistler (Technische Universität Wien, Oostenrijk), 19-23 november.
- G. Weiss (Weizmann Institute, Rehovot, Israel), 29 november: The representation of regular linear systems on Hilbert spaces.

#### VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

- J.M. Anthonisse: An international exercise in DSS Development. IIASA, Laxenburg, Oostenrijk, 18 maart.
- J.M. Anthonisse: A DSS for homogeneously grouping heterogeneous materials. IIASA meeting, Plock, Polen, 10 mei.
- J.M. Anthonisse: Beslissingsondersteunende systemen: ontwerp. *NFI-Workshop Beslissingsondersteunende Systemen*, Eindhoven, 2 juni.
- J.M. Anthonisse: A DSS for container management. *EURO/TIMS Meeting*, Parijs, Frankrijk, 7 juli.
- J.L. van den Berg: Verblijftijden in wachtrijsystemen met terugkoppeling. *Statistische Dag VVS*, Utrecht, 28 maart.
- J.L. van den Berg: Sojourn times in feedback and processor sharing queues. *12th International Teletraffic Congress*, Turijn, Italië, 1 juni.
- J.L. van den Berg: Sojourn times in feedback queues. *EURO/TIMS Meeting*, Parijs, Frankrijk, 7 juli.
- O.J. Boxma: Sojourn times in feedback queues. *Workshop CWI-INRIA*, Sophia Antipolis, Frankrijk, 14 maart.
- O.J. Boxma: Wachtrijsystemen met feedback. Colloquium KU Brabant, Tilburg, 13 april.
- O.J. Boxma: Multi-queue systems with cyclic service strategies. Bellcore, Morristown, USA, 4 augustus.
- O.J. Boxma: Workloads and waiting times in polling systems. IBM Thomas J. Watson Research Center, Hawthorne, USA, 8 augustus.
- O.J. Boxma: Workloads and waiting times in single-server systems with multiple customer classes. *Workshop on Mathematical Theory of Queueing Systems*, Cornell University, Ithaca, USA, 13 augustus.
- O.J. Boxma: Sojourn times in feedback queues. *DGOR Conferentie*, West-Berlijn, BRD, 15 september.
- O.J. Boxma: Multi-queue systems with cyclic service strategies. *DGOR Conferentie*, West-Berlijn, BRD, 15 september.
- O.J. Boxma: Wachtrijtheorie en prestatie-analyse. CWI intern colloquium, 29 september.

- F.A. van der Duyn Schouten: The use of the embedding technique in availability calculation. *Workshop CWI-INRIA*, Sophia Antipolis, Frankrijk, 14 maart.
- F.A. van der Duyn Schouten: Optimaal onderhoud van een parallel systeem met twee componenten en een reparatie-unit. *Statistische Dag VVS*, Utrecht, 28 maart.
- F.A. van der Duyn Schouten: Calculation of the availability of a two unit parallel system with cold standby. *17th Conference on Stochastic Processes and their Applications*, Rome, Italië, 29 juni.
- W.P. Groenendijk: Waiting-time approximations for cyclic-service systems with mixed service strategies. *12th International Teletraffic Congress*, Turijn, Italië, 1 juni.
- W.P. Groenendijk: Conservation-law based analysis of cyclic-service systems. AT&T Bell Labs, Holmdel, USA, 23 september.
- W.P. Groenendijk: Conservation-law based analysis of cyclic-service systems. IBM Thomas J. Watson Research Center, Hawthorne, USA, 11 oktober.
- W.P. Groenendijk: Some aspects of the analysis of interconnected FDDI token rings. AT&T Bell Labs, Holmdel, USA, 26 oktober.
- B.J. Lageweg: Beslissingsondersteunende systemen: implementatie van de gebruikersinterface. *NFI-Workshop Beslissingsondersteunende Systemen*, Eindhoven, 3 juni.
- J.K. Lenstra: Job shop scheduling. *Genootschap Toegepaste Wiskunde & Informatieverwerking, Koninklijke Vlaamse Ingenieursvereniging*, Antwerpen, België, 29 februari.
- J.K. Lenstra: Optimalisering en planning. *Seminar Strategische Routeplanning*, Nedlloyd, Rotterdam, 2 maart.
- J.K. Lenstra: Scheduling. *Fifth EURO Summer Institute*, Eindhoven, 24 juni.
- J.K. Lenstra: Scheduling unrelated parallel machines. *Third Annual Conference on Current Issues in Computer Science and Operations Research*, Bilkent University, Ankara, Turkije, 27 juni.
- J.K. Lenstra: Job shop scheduling. CWI intern colloquium, 8 september.
- J.K. Lenstra: Parallel computing in combinatorial optimization. *SVOR Tutorial über Paralleles Rechnen in der Optimierung*, Murten, Zwitserland, 23 september.
- J.K. Lenstra: The job shop scheduling problem. *Operations Research Center Seminar*, MIT, Cambridge, USA, 29 september.
- J.K. Lenstra: Job shop scheduling. *Operations Research Seminar*, The Wharton School, University of Pennsylvania, Philadelphia, USA, 5 oktober.
- J.K. Lenstra: Approximation algorithms for scheduling unrelated parallel machines. *Operations Research Seminar*, New York University, New York, USA, 18 oktober.
- J.K. Lenstra: Complexity, classification and manipulation of models. *Aspekte der Informatik in den Natur- und Wirtschaftswissenschaften*, Universität Köln, Keulen, BRD, 28 november.
- M.W.P. Savelsbergh: Towards a model and algorithm management for vehicle routing and scheduling problems. *Mathematical Programming Symposium*, Tokyo, Japan, 1 september.

- M.W.P. Savelsbergh: Towards a model and algorithm management for vehicle routing and scheduling problems. KSLA, Amsterdam, 25 november.
- A. Schrijver: The problem of finding disjoint paths in a graph. *Tagung 'Mathematische Optimierung'*, Mathematisches Forschungsinstitut, Oberwolfach, BRD, 5 januari.
- A. Schrijver: Homotopic routing methods for VLSI-design. Institut für Operations Research, Universität Bonn, Bonn, BRD, 19-20 januari.
- A. Schrijver: Routing methods in VLSI-design. *European Institute for Advanced Studies in Management*, Brussel, België, 13 april.
- A. Schrijver: Homotopic routing problems in graphs. *Congrès 'Counting and coding - recent results'*, École Nationale Supérieure des Télécommunications, Parijs, Frankrijk, 3 juni.
- A. Schrijver: Convexity and discrete optimization. *Journée de Convexité*, Institut Henri Poincaré, Parijs, Frankrijk, 4 juni.
- A. Schrijver: Decomposition of graphs on surfaces. *Tagung 'Graphentheorie'*, Mathematisches Forschungsinstitut, Oberwolfach, BRD, 13 juni.
- A. Schrijver: Homotopic routing methods. *Summer School 'Paths, Flows and VLSI-layout'*, Institut für Operations Research, Universität Bonn, Bonn, BRD, 20, 21, 22 juni.
- A. Schrijver: Graph homotopy and VLSI-design. *9e Combinatorische Dag*, KU Nijmegen, 26 augustus.
- A. Schrijver: Homotopic routing methods. *13. Symposium on Operations Research*, Universität Paderborn, Paderborn, BRD, 7 september.
- A. Schrijver: Sensitivity results in integer programming. *Seminar on Sensitivity Analysis in Combinatorial Optimization*, EU Rotterdam, 25 november.
- A. Schrijver: Homotopiemethoden voor VLSI-ontwerp. Mathematisch Instituut, RU Utrecht, 14 december.
- J.M. Schumacher: Analytic methods for the modeling of flexible structures. *Eighth International Conference on Analysis and Optimization of Systems*, Antibes, Frankrijk, 9 juni.
- J.M. Schumacher: Realizations in driving-variable and descriptor form. *Workshop on Systems and Control*, Maastricht, 1 november.
- J.H. van Schuppen: Distributed load balancing. INRIA Centre Sophia Antipolis, Sophia Antipolis, Frankrijk, 15 maart.
- J.H. van Schuppen: Stochastic realization and factor analysis. Institut für Ökonometrie und Systemtheorie, Technische Universität Wien, Wenen, Oostenrijk, 8 juli.
- J.H. van Schuppen: Control of freeway traffic flow. *IIASA Task Force Meeting on Dynamical Stochastic Optimization: Approaches and Applications*, Sopron, Hongarije, 11 juli.
- J.H. van Schuppen: Project system and control theory. CWI Intern Colloquium, Amsterdam, 20 oktober.
- J.H. van Schuppen: Distributed routing for load balancing. Werkbezoek Coordinated Science Laboratory of the University of Illinois, Urbana-Champaign, Illinois, USA, 5 december.

- J.H. van Schuppen: Distributed load balancing. *27th IEEE Conference on Decision and Control*, Austin, Texas, USA, 8 december.
- S.A. Smulders: Control of freeway traffic flow. *Seventh Benelux Meeting on Systems and Control*, Heijen, 3 maart.
- S.A. Smulders: Control of freeway traffic flow. Werkbezoek aan Laboratorium voor Theoretische Electriciteit van de Rijksuniversiteit Gent, Gent, België, 3 juni.
- S.A. Smulders: Control of freeway traffic flow. *Eighth International Conference on Analysis and Optimization of Systems*, Antibes, Frankrijk, 9 juni.
- S.L. van de Velde: Beslissingsondersteunende systemen: functionele beschrijving. *NFI-Workshop Beslissingsondersteunende Systemen*, Eindhoven, 3 juni.
- S.L. van de Velde: Surrogate duality in min-max scheduling. *EURO Workshop on Production Planning & Scheduling*, Parijs, Frankrijk, 5 juli.
- P.R. de Waal: Optimal control of a processor sharing queueing system. *Benelux Meeting on Systems and Control*, Heijen, 4 maart.
- P.R. de Waal: Stochastic control of a processor sharing queue. *Workshop INRIA/CWI*, Sophia Antipolis, Frankrijk, 15 maart.
- P.R. de Waal: Monotonicity results for processor sharing queues. *Colloquium Wachtijdtheorie*, CWI, Amsterdam, 13 juni.
- P.R. de Waal: Control of admissions to a processor sharing queue. *EURO/TIMS Meeting*, Parijs, Frankrijk, 6 juli.
- P.R. de Waal: Optimal control of a processor sharing queue. Werkbezoek aan University of Illinois, Urbana-Champaign, Illinois, USA, 5 december.
- P.R. de Waal: Stochastic control of a processor sharing queue with partial state information. *27th IEEE Conference on Decision and Control*, Austin, Texas, USA, 8 december.
- P.R. de Waal: Optimal control of a processor sharing queue. Werkbezoek aan AT&T Bell Labs, Murray Hill, NJ, USA, 12 december.
- P.R. de Waal: Optimal control of a processor sharing queue. Werkbezoek aan AT&T Bell Labs, Holmdel, NJ, USA, 14 december.
- J.W. van der Woude: Almost disturbance decoupling: a frequency domain approach. *Colloquium Systeem- en Regeltheorie van het Netwerk Systeem- en Regeltheorie*, Utrecht, 29 februari.
- J.W. van der Woude: Triangular decoupling and almost triangular decoupling. *Seminarium Operatorentheorie*, VU Amsterdam, 19 mei.

#### PUBLIKATIES

##### *Rapportenseries*

- OS-R8801 J.L. VAN DEN BERG, O.J. BOXMA. *Sojourn times in feedback and processor sharing queues.*
- OS-R8802 W.P. GROENENDIJK. *Waiting-time approximations for cyclic-service systems with mixed service strategies.*
- OS-R8803 P.R. DE WAAL. *A sufficient condition for a product form distribution of a queueing network with controlled arrivals.*

- OS-R8804 J.M. SCHUMACHER. *Analytic methods for the modeling of flexible structures.*
- OS-R8805 J.M. ANTHONISSE, J.K. LENSTRA, M.W.P. SAVELSBERGH. *Behind the screen: DSS from an OR point of view.*
- OS-R8806 S.A. SMULDERS. *Filtering of freeway traffic flow.*
- OS-R8807 J.M. SCHUMACHER. *State representations of linear systems with output constraints.*
- OS-R8808 S.L. VAN DE VELDE. *Minimizing total completion time in the two-machine flow shop by Lagrangian relaxation.*
- OS-R8809 P.J.M. VAN LAARHOVEN, E.H.L. AARTS, J.K. LENSTRA. *Job shop scheduling by simulated annealing.*
- OS-R8810 A. SCHRIJVER. *The Klein bottle and multicommodity flows.*
- OS-R8811 A. SCHRIJVER. *Homotopy and crossings of systems of curves on a surface.*
- OS-R8812 A. SCHRIJVER. *Disjoint circuits of prescribed homotopies in a graph on a compact surface.*
- OS-R8813 O.J. BOXMA, W.P. GROENENDIJK, J.A. WESTSTRATE. *A pseudoconservation law for service systems with a polling table.*
- OS-R8814 S.L. VAN DE VELDE. *A simpler and faster algorithm for optimal total-work-content-power due date determination.*
- OS-R8815 F.A. VAN DER DUYN SCHOUTEN, T. RONNER. *Calculation of the availability of a two-unit parallel system with cold standby: An illustration of the embedding technique.*
- OS-R8816 W.P. GROENENDIJK. *A conservation-law based approximation algorithm for waiting times in polling systems.*
- OS-R8817 S.A. SMULDERS. *Control of freeway traffic flow.*
- OS-R8818 J.W. VAN DER WOUDE. *A note on pole placement by static output feedback for single-input systems.*
- OS-R8819 J.W. VAN DER WOUDE. *A graph theoretic characterization for the rank of a transfer matrix of a structured system.*
- OS-R8820 R.K. BOEL, J.H. VAN SCHUPPEN. *Distributed routing for load balancing.*
- OS-N8801 J.K. LENSTRA. *Algorithmics and heuristics in combinatorial optimization.*

*Publikaties in tijdschriften, proceedings e.d.*

- B1 J.M. ANTHONISSE, K.M. VAN HEE, J.K. LENSTRA (1988). Resource-constrained project scheduling: an international exercise in DSS development. *Decision Support Systems* 4, 249-257.
- B2 J.L. VAN DEN BERG, O.J. BOXMA (1988). Sojourn times in feedback and processor sharing queues. (= OS-R8801). M. BONATTI (ed.). *Proceedings ITC-12*, North-Holland, Amsterdam.
- B3 R.K. BOEL, J.H. VAN SCHUPPEN (1988). Distributed load balancing. *Proceedings 27th IEEE Conference on Decision and Control*, IEEE Press, 1486.
- B4 J. BONTSEMA, R.F. CURTAIN, J.M. SCHUMACHER (1988). Robust control of

- flexible structures: a case study. *Automatica J. IFAC* 24, 177-186.
- B5 O.J. BOXMA (1988). Sojourn times in cyclic-queues - the influence of the slowest server. *Computer Performance and Reliability*, North-Holland, Amsterdam, 13-24.
- B6 O.J. BOXMA, R. SYSKI (1988). J.W. Cohen: his scientific career. *CWI Quarterly* 1, 73-80.
- B7 O.J. BOXMA, W.P. GROENENDIJK (1988). Waiting times in discrete-time cyclic-service systems. *IEEE Trans. Comm.* 36, 164-170.
- B8 O.J. BOXMA, W.P. GROENENDIJK (1988). Two queues with alternating service and switching times. *Queueing Theory and its Applications - Liber Amicorum for J.W. Cohen*, North-Holland, Amsterdam, 261-282.
- B9 M. DESROCHERS, J.K. LENSTRA, M.W.P. SAVELSBERGH, F. SOUMIS (1988). Vehicle routing with time windows: optimization and approximation. B.L. GOLDEN, A.A. ASSAD (eds.). *Vehicle Routing: Methods and Studies*, North-Holland, Amsterdam, 65-84.
- B10 W.P. GROENENDIJK (1988). Waiting-time approximation for cyclic-service systems with mixed service strategies. (=OS-R8802). M. BONATTI (ed.). *Proceedings ITC-12*, North-Holland, Amsterdam.
- B11 C.A.J. HURKENS, L. LOVÁSZ, A. SCHRIJVER, É. TARDOS (1988). How to tidy up your set-system? A. HAJNAL, L. LOVÁSZ, V.T. SÓS (eds.). *Combinatorics*, North-Holland, Amsterdam, 309-314.
- B12 C.A.J. HURKENS, A. SCHRIJVER, É. TARDOS (1988). On fractional multicommodity flows and distance functions. *Discrete Mathematics* 73, 99-109.
- B13 G.A.P. KINDERVATER, J.K. LENSTRA (1988). Parallel computing in combinatorial optimization. *Ann. Oper. Res.* 14, 245-289.
- B14 B.J. LAGEWEG, J.K. LENSTRA, A.H.G. RINNOOY KAN, L. STOUGIE (1988). Stochastic integer programming by dynamic programming. YU. ERMOLIEV, R.J.-B. WETS (eds.). *Numerical Techniques for Stochastic Optimization*, Springer-Verlag, Berlijn, 403-412.
- B15 J.K. LENSTRA (1988). Interfaces between operations research and computer science. M. HAZEWINKEL, R.M.M. MATTHEIJ, E.W.C. VAN GROESEN (eds.). *Proceedings of the First European Symposium on Mathematics in Industry*, Teubner/Kluwer, Stuttgart, 79-94.
- B16 J.K. LENSTRA (1988). Algorithmics and heuristics in combinatorial optimization. H. SCHELLHAAS, P. VAN BEEK, H. ISERMANN, R. SCHMIDT, M. ZIJLSTRA (eds.). *Operations Research Proceedings 1987*, Springer-Verlag, Berlijn, 56-65.
- B17 J.M. SCHUMACHER (1988). Transformations of linear systems under external equivalence. *Linear Algebra and its Applications* 102, 1-34.
- B18 J.M. SCHUMACHER (1988). Analytic methods for the modeling of flexible structures. A. BENSOUSSAN, J.L. LIONS (eds.). *Analysis and Optimization of Systems* (Proceedings 8th International Conference, Antibes, June 1988), Lecture Notes in Control and Information Sciences III, Springer-Verlag, Berlijn, 461-471.
- B19 H.L. TRENTELMAN, J.W. VAN DER WOUDE (1988). Almost invariance and



noninteracting control: a frequency domain analysis. *Linear Algebra and its Applications* 101, 221-254.

- B20 S.L. VAN DE VELDE (1988). Surrogate duality in integer linear min-max programming. *Proceedings EURO Workshop on Production Planning & Scheduling*, Parijs.
- B21 P.R. DE WAAL (1988). Stochastic control of a processor sharing queue with partial state information. *Proceedings 27th IEEE Conference on Decision and Control*, IEEE Press, 1135-1136.
- B22 J.W. VAN DER WOUDE (1988). Disturbance decoupling and output stabilization by measurement feedback: a combined approach. *Int. J. Control* 47, 393-412.
- B23 J.W. VAN DER WOUDE (1988). A note on pole placement by static output feedback for single input systems. *Systems & Control Letters* 11, 285-287.

#### *Overige publikaties*

- B24 O.J. BOXMA, D.J. DER KINDEREN, J.W. KOTEN, W. DEN OTTER (1988). *Stochastic Theory of Oncogenesis*. Rapport Pathologisch Instituut, RU Utrecht.
- B25 O.J. BOXMA, A.H.G. RINNOOY KAN, M. VAN VLIET (1988). *Machine Allocation Problems in Manufacturing Networks*. Rapport EU Rotterdam.
- B26 O.J. BOXMA, R. SYSKI (eds.) (1988). *Queueing Theory and its Applications-Liber Amicorum for J.W. Cohen*, North-Holland, Amsterdam.
- B27 M. GRÖTSCHEL, L. LOVÁSZ, A. SCHRIJVER (1988). *Geometric Algorithms and Combinatorial Optimization*, Springer-Verlag, Berlijn.
- B28 G. IAZEOLLA, P.-J. COURTOIS, O.J. BOXMA (eds.) (1988). *Computer Performance and Reliability*, North-Holland, Amsterdam.
- B29 H. LEVY, M. SIDI, O.J. BOXMA (1988). *Dominance Relations in Polling Systems*. Rapport Tel-Aviv University.
- B30 M.W.P. SAVELSBERGH (1988). *Computer Aided Routing*. Academisch proefschrift, CWI, Amsterdam.
- B31 A. SCHRIJVER (1988). *Homotopic Routing Methods*. Rapport 88522-OR, Institut für Ökonometrie und Operations Research, Universität Bonn, Bonn (verschijnt in 'Paths, Flows, and VLSI-layout' (Springer-Verlag)).
- B32 J.M. SCHUMACHER (1988). *Discrete Events: Perspectives from System Theory*. Research memorandum 354, Faculteit der Economische Wetenschappen, KU Brabant, Tilburg.

# Verslag van de Afdeling

## Numerieke Wiskunde

### OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

- NW 1 Discretisatie van beginwaardeproblemen
- NW 2 Multiroostertechnieken voor randwaardeproblemen
- NW 3 Getaltheorie met behulp van de computer
- NW 4 Numerieke programmatuur

### DEELNAME IN PROJECTEN VAN ANDERE AFDELINGEN

- ZW 2.3 Klassieke analyse en getaltheorie

### WETENSCHAPPELIJK VERSLAG

#### *NW 1 Discretisatie van beginwaardeproblemen*

##### *NW 1.1. Stabiliteit en convergentie*

*1.1.1. Stabiliteit en convergentie van ADI en LOD-methoden voor beginrandwaardeproblemen.* Als vervolg op het onderzoek naar de Peaceman-Rachford-methode ([NM-R8727]) zijn de convergentie-eigenschappen onderzocht van een aantal aanverwante methoden die gebaseerd zijn op het Crank-Nicholson schema en gebruik maken van 'dimensional splitting'. Bij deze methoden wordt per stap een meerdimensionaal probleem opgesplitst in een groot aantal parallelle, één-dimensionale problemen. Het onderzoek is gedaan aan de hand van een eenvoudige warmtevergelijking, waarbij de roosterafstanden in plaats en tijd gelijktijdig naar nul gaan. Het bleek dat i.h.b. voor LOD-methoden de klassieke convergentietheorie - die uitgaat van een vast plaats-rooster - bijstelling behoeft. Rapportage zal in 1989 plaatsvinden.

*1.1.2. B-convergentie van Runge-Kutta methoden.* In de analyse van discretisatiemethoden voor stijve, niet-lineaire beginwaardeproblemen heeft de aandacht zich in het verleden veelal op stabiliteit t.o.v. beginstoringen geconcentreerd. Zo zijn *B*-stabiliteit en algebraïsche stabiliteit bekende concepten voor Runge-Kutta-methoden toegepast op dissipatieve problemen. Voor het afleiden van *B*-convergentie resultaten - foutafschattingen die onafhankelijk zijn van de mate van stijfheid - blijkt echter dat dergelijke stabiliteit niet voldoende is. In het onderzoek is aangetoond dat ook een interne stabiliteit (BSI-stabiliteit) i.h.a. noodzakelijk is [NM-R8815]. Met dit resultaat bleek het mogelijk te zijn een eenvoudige algebraïsche karakterisering te geven van *B*-convergente methoden. Een rapport hierover zal begin 1989 verschijnen. Dit onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met dr. J. Schneid (TU Wien), die in dit verslagjaar gedurende de periode mei-september als gastmedewerker aan de afdeling verbonden was.

#### *NW 1.2. Navier-Stokes-vergelijkingen*

Dit deelproject is aan het einde van dit verslagjaar stopgezet wegens dienstverlating van de projectmedewerker dr.ir. J.H.M. ten Thije Boonkamp.

*1.2.1. Drukcorrectie-splitmethoden voor de berekening van vrije convectie bij lage Pr-waarden.* Onderzocht zijn drukcorrectie-splitmethoden (ADI en hopscotch) voor de tijdsintegratie van de incompressibele Navier-Stokes-vergelijkingen in Boussinesq-benadering. Het accent lag hierbij op het berekenen van vrije convectie in een lange, rechthoekige holte bij lage Pr-waarden. Een belangrijk aspect hierbij vormde het nauwkeurig volgen van oscillaties. De gebruikte testproblemen zijn de benchmarks van de *GAMM Workshop 'Numerical Simulation of Oscillatory Convection in Low Pr Fluids*, Marseille, 12-14 oktober. Het verrichte onderzoek is in deze workshop gerapporteerd [NM-R8816].

*1.2.2. Vectorisatie van het Odd-Even Hopscotch Drukcorrectie-schema.* De berekeningen uit NM-R8816 zijn uitgevoerd met een speciaal voor vectorcomputers ontwikkeld programma geschreven in standaard (portable) FORTRAN. Een belangrijk onderdeel van het vectorisatieproces vormde het ontwikkelen van een snelle multigrid-solver voor de 2D-Poissonvergelijking, gebaseerd op de 'red-black Gauss-Seidel' relaxatie. Een wezenlijk aspect bij het vectoriseren vormde het omzeilen van de bekende stride-problemen. Uitgangspunt was de speciaal voor de CDC 205 geschreven code MG00D van Barkai en Brandt. De ontwikkelde solver is gecombineerd met de drukcorrectie-splitmethode voor de 2D incompressibele Navier-Stokes-vergelijking. De odd-even hopscotch drukcorrectie-code zal in 1989 worden opgenomen in de NUMVEC-bibliotheek.

#### *NW 1.4. Adaptieve roostertechnieken (STW)*

*1.4.1. Evaluatierapport.* In de eerste helft van dit verslagjaar heeft de projectgroep, bestaande uit J.G. Verwer (projectleider), P.A. Zegeling (STW-

medewerker), J.G. Blom en dr. R.M. Furzeland van het Koninklijke Shell Laboratorium te Amsterdam (KSLA), zich beziggehouden met het evalueren van drie verschillende adaptieve roostertechnieken voor stelsels van één-dimensionale, tijdsafhankelijke partiële differentiaalvergelijkingen, te weten de moving-finite-element methode, en twee moving-finite-difference methoden. Het uitgangspunt in alle gevallen is de methode der lijnen om zodoende nuttig gebruik te kunnen maken van reeds ontwikkelde stiff ODE solvers (i.h.b. het SPRINT pakket). De STW-projectmedewerker P.A. Zegeling, die als onderzoeker in opleiding (OIO) werkzaam is, heeft in dit verband de moving-finite-element-methode in SPRINT geïmplementeerd. De testresultaten van de evaluatie, die zich vooral richtte op een efficiënte numerieke berekening van oplossingen met grote gradiënten in ruimte en tijd, zijn opgenomen in [NM-R8806]. De belangrijkste conclusie van dit onderzoek is, dat de moving-finite-difference-methode van Dorfi en Drury die uitgaat van een equidistributieprincipe gecombineerd met een smoothing procedure in ruimte en tijd de meest veelbelovende lijkt.

*1.4.2. De Dorfi-Drury-methode.* Naar aanleiding hiervan heeft de projectgroep in de tweede helft van het verslagjaar een nadere studie gemaakt van de analytische aspecten van deze methode [NM-R8818]. Dit onderzoek is gerapporteerd tijdens de *Workshop on Adaptive Methods for Partial Differential Equations* te Troy, New York, 13-15 oktober.

Beide onderzoeken 1.4.1. en 1.4.2. hebben plaatsgevonden in nauwe samenwerking met dr. R.M. Furzeland (KSLA). De stagiair H. Meckering (Universiteit van Amsterdam) heeft een bijdrage geleverd aan het rapport [NM-R8806].

*1.4.3. Interface.* Hierop volgend is een aanvang gemaakt met het ontwikkelen van een software-interface gekoppeld aan het genoemde moving-grid-algoritme. Een rapport hierover zal begin 1989 verschijnen. Het onderzoek zal in 1989 worden voortgezet.

## *NW 1.5. Lagrange-methoden*

*1.5.1. Een adaptieve Lagrange-methode.* Dit onderzoek dient als achtergrondonderzoek voor het STW-project NW 1.4 en is een vervolg op het in NM-R8713 gerapporteerde werk. De daar besproken Crank-Nicolson methode is toegerust met faciliteiten voor het dynamisch variëren van de tijdstap en het aantal punten in het bewegende rooster. Hiervoor zijn geschikte foutmonitoren ontwikkeld. Tevens is onderzocht of het zinvol is de methode toe te passen met componentsgewijs bewegende roosters [NM-R8804]. De beide rapporten verschijnen in het tijdschrift *Journal of Computational Physics*. In dit project is samengewerkt met prof.dr. J.M. Sanz-Serna en dr. M. Revilla van de Universiteit van Valladolid, Spanje. Een variant van de bestaande methode wordt nader onderzocht door Revilla in Valladolid, als vervolg op werkzaamheden uitgevoerd tijdens zijn gastmedewerkerschap op het CWI.

## 1.6. Ondiep-watervergelijkingen

**1.6.1. Het RWS-project VECPARCOMP.** Rand Corporation (Santa Monica), het Waterloopkundig Laboratorium en rekendisies van Rijkswaterstaat (RWS) werken samen bij de ontwikkeling van tijdsafhankelijke numerieke modellen om drie-dimensionale waterstromingen in een verscheidenheid van praktische situaties te simuleren. In het bijzonder beogen deze modellen de berekening van hydrostatische en zwak-niet-hydrostatische stromingen en transportprocessen, hetgeen leidt tot zogenaamde meerlagen modellen. In daadwerkelijke berekeningen vergen deze modellen een veelvoud van de rekentijd die vereist is voor twee-dimensionale modellen. In opdracht van Rijkswaterstaat wordt door het CWI een model ontwikkeld specifiek voor vector- en parallele computers. Dit project werd in maart aangevangen en wordt medebegeleid door dr. Th. van Stijn en ingenieurs van RWS.

In het verslagjaar werd een drie-dimensionaal hydrodynamisch model geformuleerd met gebruikmaking van Cartesische coördinaten in het horizontale vlak en sigma transformaties in de verticaal. Voor een lineair testmodel werden stabiliteit en efficiëntie bij implementatie op een vector computer van een aantal tijdsintegratoren vergeleken. De verkregen resultaten werden gerapporteerd in [NM-R8813]. Voorts werd een begin gemaakt met implementatie op parallele computers.

**1.6.2. Het STW-project Boussinesq-model.** Dit project werd aangevraagd door het CWI en dr.ir. F.W. Wubs (RU Groningen), en wordt uitgevoerd door ir. J. Mooiman (Waterloopkundig Laboratorium). Het beoogt de ontwikkeling van een tijdsafhankelijk twee-dimensionaal Boussinesq-model van tenminste derde orde nauwkeurigheid zowel in plaats als tijd voor de beschrijving van tamelijk lange vrije oppervlaktegolven. Uitgangspunt is het twee-dimensionale ondiep-water-model van Wubs dat in het kader van het vorig jaar afgesloten STW-project 'Evaluatie en Stabilisatie van twee-dimensionale ondiep-water-modellen' door het CWI werd ontwikkeld. Boussinesq-modellen worden verkregen door zogenaamde Boussinesq-termen aan ondiep-water-modellen toe te voegen. Het hoofdprobleem in de ontwikkeling van betrouwbare Boussinesq-modellen is de noodzaak dat het onderliggende ondiep-water-model voldoende nauwkeurig is. De vierde orde optie die de Wubs-code bezit (een eigenschap die andere vrij beschikbare codes niet bezitten), maakt dit model tot een ideaal uitgangspunt voor het Boussinesq-project. Het project is in augustus van start gegaan en wordt uitgevoerd in samenwerking met dr.ir. G.K. Verboom (Waterloopkundig Laboratorium) and ir. G.J.A. Loman (Hydronamic B.V.).

In het verslagjaar werd de specifiek voor de Cyber 205 vectorcomputer ontwikkelde Wubs-code overgezet in standaard FORTRAN en ingebed in het bij het Waterloopkundig Laboratorium in gebruik zijnde pre- en postprocessing pakket WAQUA.

### 1.7. Smoothing technieken

Ook in dit verslagjaar werd het onderzoek van smoothing technieken voortgezet. Bestudeerd is het effect van deze technieken wanneer zij worden toegepast bij het (in de tijd) integreren van gediscretiseerde parabolische en hyperbolische partiële differentiaalvergelijkingen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen enerzijds het smoothen van *residuen* en anderzijds het smoothen van de *rechterlidfunctie van de differentiaalvergelijking*. In beide toepassingen is het doel de strenge stabiliteitsvoorwaarde voor de tijdstap (opgelegd door de keuze van een expliciete integratiemethode) aanzienlijk af te zwakken door middel van geschikte smoothers.

De op hyperbolische vergelijkingen gerichte component van het deelproject dient als achtergrondonderzoek voor het bovengenoemde VECPARCOMP-project.

*1.7.1. Smoothing van het residu.* Klassieke Predictor-Corrector (PC) methoden zijn niet geschikt voor het integreren van semi-discrete parabolische en hyperbolische differentiaalvergelijkingen, aangezien deze vergelijkingen grote Lipschitz-constanten bezitten. Echter, door de klasse van PC methoden te generaliseren, vervolgens te herschrijven zodat er een residu herkend kan worden en tenslotte dit residu te smoothen, zijn de resulterende SGPC methoden wel geschikt als tijdsintegrator. Geanalyseerd is het effect zowel op de stabiliteit als op de nauwkeurigheid. Het blijkt inderdaad mogelijk smoothers te construeren, voor zowel parabolische als hyperbolische vergelijkingen, waarbij realistische tijdstappen gebruikt kunnen worden, realistisch in de zin dat de tijdstappen voorgeschreven worden door nauwkeurigheidsoverwegingen en niet vanwege stabiliteitsbeperkingen. De prijs die men betaalt is dat er in het algemeen een nauwkeurigheidsverlies optreedt als gevolg van het smoothen. Onderzocht is hoe deze teruggang in nauwkeurigheid tot een minimum beperkt kan worden [NM-R8808]. Het blijkt dat dit verlies te wijten is aan het feit dat laagfrequente oplossingscomponenten in de predictor niet gedempt worden indien sterk gesmoothed wordt. Indien aan het iteratieproces één (stabiele) Jacobi-iteratieslag wordt toegevoegd, blijkt de zeer geringe demping van deze iteratieslag voldoende te zijn om de laagfrequente componenten afdoende te dempen en daarmee nauwkeurigheidsverlies te voorkomen. Over dit onderzoek is tevens gerapporteerd op de *International Conference on Numerical Mathematics* te Singapore.

Uitsluitend voor hyperbolische differentiaalvergelijkingen zijn geïtereerde  $\theta$ -methoden geanalyseerd. Deze impliciete methoden zijn iteratief opgelost door middel van functie-iteratie, waarbij opnieuw residu-smoothing is toegepast om te ontkomen aan een te inperkende stabiliteitsvoorwaarde [NM-R8809]. Onderscheid is gemaakt tussen methoden waarbij de coëfficiënten in de smoother afhangen van de spectrale radius van de Jacobiaan (en daarmee van het probleem) en methoden waarbij deze coëfficiënten constant zijn. Het effect op de (imaginaire) stabiliteitsgrens en op de globale fout is voor beide varianten onderzocht. Aan de hand van de geïtereerde impliciete midpuntregel ( $\theta=1/2$ ) wordt het gedrag van beide versies geïllustreerd voor een aantal

testproblemen. De spectrale radius-afhankelijke methode blijkt, vooral voor niet-lineaire problemen, nauwkeuriger; de andere variant biedt het voordeel van de constante coëfficiënten met als gevolg dat de smoothers vooraf berekend kunnen worden (deze zijn opgenomen in de Appendix). Voor beide varianten geldt dat ze efficiënter zijn dan de (exact opgeloste) impliciete midpuntregel. Dit is mede te danken aan het feit dat de smoothers zeer efficiënt geïmplementeerd kunnen worden (vooral op vector/parallele machines) en daarom nauwelijks overhead geven.

*1.7.2. Smoothing van de rechterlidfunctie van de differentiaalvergelijkingen.* Bij deze toepassing wordt eerst het probleem zelf (en wel de rechterlidfunctie van de differentiaalvergelijking) gesmootherd, alvorens een tijdsintegratietechniek toe te passen. Daarom kan deze vorm van smoothing ook beschouwd worden als een speciale semi-discretiseringstechniek. Het effect is dat hoge frequenties uit het probleem sterk gedempt worden; anders gezegd, de gesmootherde ODE is niet langer stijf. Dit impliceert dat de resulterende ODE geïntegreerd kan worden met een (expliciete) integratiemethode die geschikt is voor niet-stijve differentiaalvergelijkingen, zonder dat we te maken krijgen met tijdstaprestricities. Voor willekeurige differentiaalvergelijkingen zal deze aanpak resulteren in een aanzienlijk nauwkeurighedsverlies. Echter, voor problemen waarbij de rechterlidfunctie geëvalueerd op de oplossing van de differentiaalvergelijking een gladde functie is in de plaats, is dit nauwkeurighedsverlies zeer gering en wordt ruimschoots gecompenseerd door de winst die op stabiliteitsgebied behaald kan worden. Een voorbeeld van een probleem waarbij de tijdsafgeleide van de oplossing langzaam varieert over de plaatsvariabelen is het 'ondiep-water-probleem'. Rapportage heeft plaats gevonden in [NM-R8802] als ook op de *12th IMACS World Congress on Scientific Computing* in Parijs.

## *NW 2 Multiroostertechnieken voor randwaardeproblemen*

*2.1. Defectcorrectie en theoretische achtergronden* (P.W. Hemker, R.R.P. van Nooyen). Met het oog op de toepassing van de gemengde eindige elementenmethode voor de discretisering van halfgeleider simuleringproblemen werd deze methode bestudeerd. Aan de hand van artikelen van Brezzi e.a. werd de convergentietheorie samengevat. Hiervoor werd ook een studie gemaakt van de hieraan ten grondslag liggende functionaalanalyse.

Er werd een begin gemaakt met het bestuderen van de mogelijkheid om met behulp van de gemengde eindige elementenmethode verschillende discretiseringsschema's voor problemen met sterk variërende coëfficiënten af te leiden. Er werd onderzocht in hoeverre de theorie van Brezzi ook toepasbaar is als geen inproduct op de oplossingsruimte gedefinieerd is. Tevens werd een literatuurstudie gemaakt van de relevante multirooster literatuur op dit gebied.

*2.2. Singulier gestoorde randwaardeproblemen* (P.W. Hemker, P.M. de Zeeuw). In verband met de beperkte mankracht kon aan dit onderwerp ook in 1988 nauwelijks aandacht worden besteed. Wel verscheen een rapport over het

onderzoek dat in 1987 werd voltooid met als onderwerp het numeriek oplossen van elliptische partiële differentiaalvergelijkingen met overheersende convectietermen en/of discontinue en anisotrope diffusie-coëfficiënten [NM-R8801].

**2.3. *Adaptieve methoden*** (P.W. Hemker, J. Molenaar). Een algoritme voor automatische adaptieve rooster-generatie voor het oplossen van een sterk niet-lineaire twee-dimensionale Poisson-vergelijking werd ontwikkeld. Voor het oplossen van de resulterende algebraïsche vergelijkingen is een cell-centered multirooster-techniek ontwikkeld.

Een prototype programma voor deze algoritme is in PASCAL geïmplementeerd. De aan de implementatie ten grondslag liggende datastructuur is een boomstructuur. Om deze boomstructuur te kunnen visualiseren werd gebruik gemaakt van de grafische mogelijkheden van een SUN-werkstation. Resultaten van eerste berekeningen aan testproblemen zijn bevredigend.

#### *NW 2.4. Toepassing op stromingsproblemen*

**2.4.1. *Niet-lineaire multiroostertechnieken voor de Euler-vergelijkingen*** (P.W. Hemker, B. Koren). In dit deelproject werd het onderzoek afgerond dat in 1987 met dr. A. Dervieux en dr. M.-H. Lallemand (beiden INRIA Sophia-Antipolis) was opgezet. Een publikatie is nog in voorbereiding.

Ondersteuning werd verleend aan instellingen waar computer-programmatuur wordt gebruikt welke in het kader van dit deelproject werd ontwikkeld. Aan de TU Delft, Faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek werd geadviseerd bij het opzetten van een uitbreiding naar drie dimensies van de overgedragen twee-dimensionale programmatuur. Op het NLR werd geadviseerd bij grootschalige berekeningen aan transsonne, schokvrije profielstromingen m.b.v. de overgedragen programmatuur.

In het kader van wetenschappelijke samenwerking en uitwisseling op het gebied van multiroostermethoden in de stromingsleer was aan het einde van dit verslagjaar programmatuur overgedragen aan het NLR (dr.ir. J.W. Boerstoel en dr. B. Oskam), Fokker NV, Koninklijke Nederlandse Vliegtuigfabriek (ir. N. Voogt), TU Delft (ir. W.J. Bannink), VU Brussel (prof.dr.ir. Ch. Hirsch), INRIA (dr. A. Dervieux), CERFACS (prof.dr. A. Rizzi), Weizmann Institute of Science (prof.dr. A. Brandt), University of Michigan (prof.dr. B. van Leer) en University of Colorado at Denver (prof.dr. S.F. McCormick).

**2.4.2. *Efficiënte multiroostertechnieken voor de Navier-Stokes-vergelijkingen*** (P.W. Hemker, B. Koren). In dit deelproject werd theoretisch achtergrondonderzoek verricht voor project NW 2.5. De reeds in het kader van dit deelproject voor de Navier-Stokes-vergelijkingen ontworpen numerieke methode werd verder ontwikkeld. Veel van dit verdere onderzoek was gericht op het verbeteren van de robuustheid en snelheid van de oplossingsmethode. Voor het verkrijgen van betere convergentiesnelheden werd de collectieve punt-relaxatie vervangen door collectieve lijn-relaxatie. Voor de Euler-



vergelijkingen bleek dit tot een meer efficiënte multiroostermethode te leiden. Voor de Navier-Stokes-vergelijkingen leidde lijn-relaxatie vooral tot een grotere robuustheid.

Een uitbreiding naar hypersonen snelheden werd gemaakt, eerst alleen nog voor de Euler-vergelijkingen. Zoals verwacht, leidde de Newton-iteratie niet in alle hypersonen gevallen tot convergentie. Als remedie werd ontwikkeld: een lokale relaxatiemethode met de mogelijkheid tot automatische overschakeling op een lokale evolutiemethode. Toepassing van de methode leverde bevredigende resultaten op.

Ondersteuning werd verleend aan Fokker NV, Koninklijke Nederlandse Vliegtuigfabriek, waar in het kader van dit project ontwikkelde Navier-Stokes-programmatuur in gebruik is.

Veel aandacht werd ook besteed aan het presenteren van de verkregen onderzoeksresultaten middels voordrachten en publikaties (zie hiertoe elders in dit jaarverslag).

*2.5. Efficiënte technieken voor de stationaire Euler- en Navier-Stokes-vergelijkingen (ESA)* (P.W. Hemker, B. Koren). Het reeds in het kader van dit (extern gefinancierde) project verrichte onderzoek werd in juli gehonoreerd met de aanbidding van een vervolcontract.

De onder NW 2.4.2 verkregen theoretische onderzoeksresultaten werden toegepast op enige door de Franse vliegtuigfabriek Avions Marcel Dassault - Bréguet Aviation t.b.v. haar Hermes-aerothermodynamica-programma uitgeschreven rekenproblemen. De resultaten zijn gepresenteerd op een tweetal bijeenkomsten in het kader van het genoemde onderzoeksprogramma (in Rome en Aken, zie het vervolg van dit jaarverslag).

Het werk richtte zich vooral op de voorgenomen deelname aan een belangrijke, in het kader van de ontwikkeling van het ruimteveer Hermes te houden conferentie (Workshop on Hypersonic Flows for Reentry Problems, January 22-26, 1990, Antibes, Frankrijk). Onder andere met het oog op deelname aan deze conferentie werd naar versterking van de onderzoeksgroep gezocht. Toestemming werd verkregen voor het vervullen van een vacature voor een onderzoeker in opleiding. Invulling van de vacature kon dit verslagjaar nog juist worden gerealiseerd.

*2.6. Evaluatie en ontwikkeling van betrouwbare en efficiënte numerieke methoden voor het oplossen van de halfgeleider-vergelijkingen (IOP IC-Technologie)* (P.W. Hemker, R.R.P. van Nooyen, J. Molenaar, P.M. de Zeeuw). Op 15 februari is, in het kader van het IOP IC-technologie, het project 'Evaluatie en ontwikkeling van betrouwbare en efficiënte numerieke methoden voor het oplossen van de halfgeleider-vergelijkingen' begonnen. Het onderzoek heeft zich in het afgelopen jaar geconcentreerd op een drietal onderwerpen, namelijk (1) adaptieve multiroostermethoden voor een sterk niet-lineaire 2-dimensionaal Poisson probleem, (2) discretisering d.m.v. gemengde eindige elementen methoden, en (3) multiroostertechnieken voor een-dimensionale diode en transistor problemen. De twee eerste onderzoeken waren in eerste instantie van

fundamentele aard en worden derhalve afzonderlijk beschreven onder NW 2.1 en NW 2.3. Het derde onderzoek betrof de directe toepassing van multiroostermethoden en wordt onder 2.6.1. beschreven.

*2.6.1. Multirooster methoden voor de stationaire halfgeleider-device vergelijkingen* (P.W. Hemker, P.M. de Zeeuw). Het onderzoek naar de toepasbaarheid van multiroostermethoden voor het oplossen van de stationaire halfgeleider-device-vergelijkingen werd voortgezet. Als modelprobleem werd een als moeilijk bekend staand 1-D transistor-probleem gekozen. Er werd aangetoond dat, indien linearisatie van het Scharfetter-Gummel discretisatieschema ver van de oplossing plaatsvindt, dit kan leiden tot slecht geconditioneerde matrices.

Als gevolg van de sterke niet-lineariteit van het modelprobleem bleek de multiroostermethode niet zonder meer toepasbaar. Deze moeilijkheid werd geanalyseerd met als resultaat een aanpassing van de grof-net-correctie binnen de multiroostermethode. De aanpassing lijkt uit te breiden te zijn naar het meer-dimensionale geval. Een rapport is in voorbereiding.

### *NW 3 Getaltheorie met behulp van de computer*

Mede ten behoeve van dit project heeft D.T. Winter zijn pakket van multi-lengte integer arithmetiek routines naar verschillende machines omgezet, zoals de NEC SX-2, de Alliant FX/4 en de Cyber 990.

*3.1. Bevriende getallen.* De activiteiten m.b.t. het functioneren van het CWI als 'Centre of Amicable Pairs' beperkten zich in het verslagjaar tot het verzamelen en registreren van de nieuw gevonden bevriende getallenparen. In de loop van 1989 zal een aanvulling verschijnen op het in NM-N8603 verschenen overzicht van alle bekende bevriende getallenparen tussen  $10^{10}$  en  $10^{50}$ . Het totale aantal bekende paren bedroeg aan het einde van het verslagjaar meer dan 50000 (vs. 26000 eind 1987).

*3.2. Goldbach-vermoeden.* De in het vorige jaarverslag beschreven onderzoeken en berekeningen werden gedocumenteerd in rapport [NM-R8812].

*3.3. Factorisatie van grote natuurlijke getallen.* Het bestaande Cyber 205-programma, dat een implementatie is van de z.g. kwadratische zeefmethode (van C. Pomerance, met verbeteringen gebaseerd op ideeën van P. Montgomery) werd geconverteerd naar de NEC SX-2. In tegenstelling tot de Cyber 205-code is de nu verkregen SX-2-code geschreven in *portable* Fortran 77. Vectorisatie en optimalisatie geschieden m.b.v. aanpassingen van enkele tijd-kritische loops, en m.b.v. vector-directives. Het aldus verkregen programma werd gebruikt om enkele zeer grote getallen in het gebied van 70-92 cijfers in priemfactoren te ontbinden. Hiermee werden enkele 'belangrijke gaten' in de z.g. Cunningham Table opgevuld, en werd een bijdrage geleverd aan een door R.P. Brent en G. Cohen ontworpen bewijs voor het niet-bestaan van oneven perfecte getallen beneden de grens  $10^{300}$ .

Het grootste, in dit onderzoek ontbonden, getal is

$(6^{131} - 1)/(5.263.3931.6551)$ , een getal van 92 cijfers. Dit is het grootste, tot op heden op een *single-CPU* computer in priemfactoren ontbonden getal. Nog grotere getallen zijn in het verslagjaar door een groep van onderzoekers uit de Verenigde Staten, Australië en Nederland (waaronder de onderzoekers in het hier beschreven project) ontbonden (tot getallen van 102 cijfers), maar hierbij werden *honderden* computers ingeschakeld. De leiding van deze groep berustte bij A.K. Lenstra (Univ. van Chicago) en M. Manasse (DEC, Palo Alto, Californië), die zelf ook de meeste computers en computertijd leverden. Van CWI-zijde werd veel (idle) rekenkracht van de SUN-3 workstations, en van de Alliant FX/4 parallele processor ingeschakeld. De pers besteedde veel aandacht aan deze ontwikkelingen, met name toen de 'magische grens' van 100 cijfers werd gepasseerd.

Een (gedeeltelijk) verslag verscheen als rapport [NM-R8805]. Details van het implementatie- en optimalisatiewerk op de Cyber 205 en de NEC SX-2 verschenen in rapport [NM-R8807].

Ten behoeve van een door de Utrechtse Studievereniging A-Eskwadraat bij een op 27 oktober gehouden Cryptografiedag uitgegeven bundel, werd een inleidend overzicht over Factoriseren en Primaliteitstesten geschreven ([NM-N8804]).

*3.4. Berekening van nulpunten van de foutterm in de asymptotische ontwikkeling van het gemiddelde kwadraat van de Riemann zetafunctie.* In vervolg op door A. Ivic (Univ. van Belgrado, Joegoslavië) gedaan theoretisch onderzoek naar het gedrag van de foutterm in de asymptotische ontwikkeling van het gemiddelde kwadraat van de Riemann zetafunctie, werden alle nulpunten (in totaal 74620) van deze foutterm-functie onder de grens  $10^6$  uitgerekend. Hierbij werd dankbaar gebruik gemaakt van voorheen ontwikkelde programmatuur voor het berekenen van de Riemann zetafunctie m.b.v. de z.g. Euler-Maclaurin-formule en m.b.v. de Riemann-Siegel-formule. Een verslag zal in de loop van 1989 verschijnen.

*3.5. Roosterpunten op en binnen een cirkel.* De oppervlakte van een cirkel is een redelijke benadering voor het aantal roosterpunten op en binnen die cirkel, maar de precieze orde van grootte van de fout die hierbij wordt gemaakt is niet bekend (en was reeds onderwerp van onderzoek bij C.F. Gauss). Om meer inzicht te verkrijgen in het gedrag van deze foutfunctie werd deze systematisch, voor alle cirkels met straal  $r^{1/2}$ ,  $r \leq 10^{10}$ , berekend. Dit geschiedde met behulp van een voor de Cyber 205 geoptimaliseerd programma. Een verslag is in voorbereiding.



*Pierre de Fermat (1601-1665)*

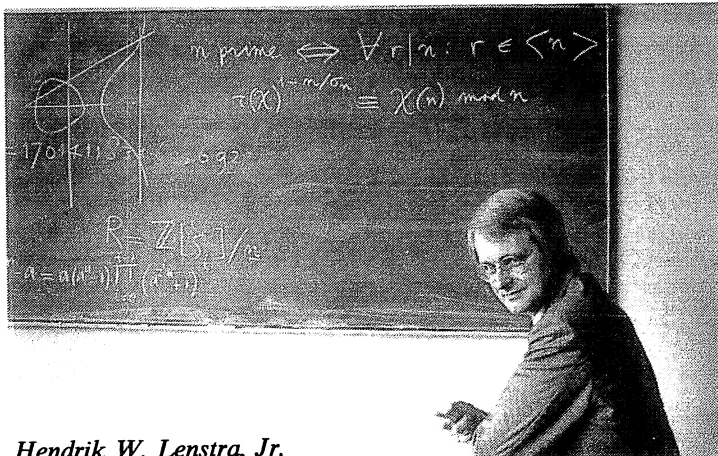


*Carl Friedrich Gauss (1777-1855)*



*Derrick Henry Lehmer*

Het ontbinden van een getal in factoren is een probleem dat reeds heel lang in de belangstelling staat. Vanaf de Griekse oudheid tot op de huidige dag hebben wiskundigen getracht methoden te ontwerpen om te bepalen of een getal een priemgetal is. De 17e-eeuwse Franse wiskundige Pierre de Fermat bewees zijn belangrijke z.g. Kleine Theorema (niet te verwarren met zijn nog steeds onbewezen beroemde vermoeden). De dominerende figuur van de 19e-eeuwse wiskunde, Carl Friedrich Gauss, introduceerde het modulair rekenen. In onze 20e eeuw hebben Derrick Henry Lehmer en Hendrik W. Lenstra, Jr. belangrijke bijdragen geleverd, zoals de Lucas-Lehmer primaliteitstest voor Mersenne-getallen en de Elliptische Kromme Methode van Lenstra.



*Hendrik W. Lenstra, Jr.*

## NW 4 Numerieke programmatuur

### 4.1. Numerieke programmatuur in Ada

**4.1.1. Ontwikkeling van numerieke programmatuur in de programmeertaal Ada.** De programmeertaal Ada is in de eerste plaats ontworpen voor het programmeren van grote besturingsystemen. Ada is echter ook een geschikte hogere programmeertaal voor grootschalige wetenschappelijke berekeningen in toepassingen die een grote mate van betrouwbaarheid en portabiliteit vereisen. Hiervoor is het noodzakelijk dat grote basisprogrammatheken voor (numerieke) berekeningen in Ada beschikbaar komen.

Vanaf 1985 werd in samenwerking met numerici in Engeland en Ierland o.l.v. dr. B. Ford van NAG (Oxford) gewerkt aan het vervaardigen van een prototype Ada-programmatheek voor grootschalig wetenschappelijk rekenwerk met inachtneming van aanvaarde richtlijnen hiervoor, waarbij de implementeerbaarheid van wiskundige methoden in overdraagbare modules onderzocht wordt.

In het verslagjaar werd het testen van een implementatie van overdraagbare elementaire wiskundige functies in Ada voltooid. Gebruik werd gemaakt van de eigen Ada-voorzieningen van het CWI voor testen en draaien van Ada-programma's.

De activiteiten in de *Ada-Europe Numerics Working Group*, en samen met de (Amerikaanse) *SIGAda-Numerics Working Group*, om tot een internationaal aanvaarde gemeenschappelijke definitie van de elementaire wiskundige functies in Ada te komen werden voortgezet. Ter uitwerking van een standaardisatievoorstel in deze werden leden van de afdeling benoemd in een commissie van ISO-IEC/JTC 1/SC 22/WG 9.

In samenwerking met numerici in Duitsland en Engeland werd verder gewerkt aan het ontwikkelen van methoden voor het (automatisch) toepassen van aritmetiek in hogere nauwkeurigheid (z.g. Karlsruhe-aritmetiek) bij complexere numerieke algoritmen. Daartoe werd met name een Ada-versie van deze nauwkeurige aritmetiek aangevuld met algoritmen voor even nauwkeurige conversie van numerieke waarden bij in- en uitvoer. Verder werd een methode ontwikkeld voor het herkennen van inwendigproductberekeningen en het transformereren hiervan tot berekeningen in optimale nauwkeurigheid. Bovendien werd een boek samengesteld (te verschijnen in 1989) over de resultaten van deze samenwerking, met bijdragen van de betrokken CWI-medewerkers.

Over de werkzaamheden werd gerapporteerd in vergaderingen van de *Ada-Europe Numerics Working Group* (Brussel en Amsterdam) en de *SIGAda Numerics Working Group* (Washington), op de *ESPRIT 1988 Conference* (Brussel), en in review-vergaderingen van het DIAMOND-project (Karlsruhe en München).

#### 4.2. Numerieke programmatuur voor vector en parallele processoren

Doel van dit project is het onderzoek van bestaande en het zo nodig ontwikkelen van nieuwe numerieke algoritmen die een zo efficiënt mogelijk gebruik maken van vectorcomputers (zoals de Cyber 205 en de NEC SX-2) en parallele processoren (zoals de Alliant FX/4).

In november wordt ten behoeve van dit project een Alliant FX/4 parallele processor geïnstalleerd. Wegens gebrek aan mankracht bij de afdeling CST wordt het onderhoud door D.T. Winter verzorgd. De programmatuur die in dit project voor vector- en parallele computers wordt ontwikkeld, wordt beschikbaar gesteld in de NUMVEC-Library (zie sectie 4.2.6).

Dit project is ten dele een verlengstuk van binnen het NW-onderzoek reeds lopende projecten.

#### 4.2.1. en 4.2.2. Parallele algoritmen voor gewone differentiaalvergelijkingen

4.2.1. *Parallele algoritmen van het RK type.* In tegenstelling tot lineaire meerstapsmethoden, worden Runge-Kutta (RK) methoden gekenmerkt door de berekening van benaderingen in punten buiten de zogenaamde 'steppoints'. In traditionele expliciete RK methoden worden benaderingen in volgende tussenpunten verkregen met behulp van afgeleiden in voorafgaande tussenpunten, zodat dit proces van nature sequentieel is. Bestudeerd is de mogelijkheid om de benaderingen in de tussenpunten parallel te berekenen door een geschikte keuze van de parameters in het RK schema. Een constructievoorschrift is geformuleerd waarmee voor een  $m$ -processor machine (met  $m$  willekeurig) zulke RK schema's op nauwkeurigheid en stabiliteit onderzocht kunnen worden. Een 2-processor methode is daadwerkelijk geconstrueerd en geanalyseerd. Deze twee-staps, twee-punts parallele RK methode (die, effectief, per stap maar één  $f$ -evaluatie vergt) is getest en vergeleken met de twee-staps Adams-Bashforth (AB) methode. Ten opzichte van deze AB methode kan zowel winst geboekt worden in de orde van nauwkeurigheid als ook in de lengte van het reële stabiliteitsinterval (waarbij de bewerkelijkheid van deze parallele methode dezelfde is als die van de AB methode). Rapportage vond plaats in [NM-R8814]. Aangezien deze klasse van parallele methoden veelbelovend lijkt, vooral voor grotere waarden van  $m$ , zal het onderzoek worden voortgezet.

4.2.2. *PIRK methoden.* Voorts zijn parallele 1-staps RK methoden geconstrueerd van hoge orde. Als uitgangspunt dient hierbij een impliciete RK methode van het Gauss-Legendre type, die door middel van functie-iteratie 'opgelost' wordt. Indien de RK methode gebaseerd is op  $m$  tussenpunten en er  $m$  processoren beschikbaar zijn, dan kunnen methoden geconstrueerd worden van orde  $2m$  die  $2m$  effectieve  $f$ -evaluaties per stap vergen. Als voorbeeld zijn 8<sup>e</sup> en 10<sup>e</sup> orde methoden geconstrueerd en vergeleken met in de literatuur bekende expliciete RK schema's van dezelfde orde. Deze laatste methoden kunnen als gevolg van hun 'klassieke' structuur geen gebruik maken van het aanwezige parallelisme, in tegenstelling tot de parallel geïtereerde RK (PIRK) methoden, die dan ook ongeveer een factor 2 efficiënter zijn. Als bijkomend

voordeel blijken deze PIRK methoden de mogelijkheid te bieden een ingebedde referentie-oplossing te leveren zonder extra  $f$ -evaluaties. Met behulp van deze eigenschap is een code geschreven (geschikt voor methoden met willekeurig hoge orde) die uitgerust is met een foutschattingsmechanisme en een stapkeuze-strategie. Het geheel is gerapporteerd in [NM-R8817].

**4.2.3. LINPACK en de Level 2 BLAS.** In dit verslagjaar werd dit project afgesloten. Dit project heeft geleid tot een ruime set van machine-onafhankelijke LINPACK routines, die op vectorcomputers als de Cyber 205, de Cyber 990, de CRAY X-MP en de NEC SX-2 een betere performance leveren dan de originele code. Dit resultaat werd zelfs al bereikt, wanneer gebruik gemaakt werd van de (slecht-vectoriserende) modelimplementatie van de Level 2 BLAS [NM-R8811]. De ontwikkelde routines zullen in de NUMVEC-bibliotheek worden opgenomen.

**4.2.4. Blok algoritmen.** Op parallele machines is het vaak efficiënter om te opereren op submatrices of blokken van een matrix dan op de gehele matrix. Vele algoritmen uit de numerieke algebra, zoals matrix-ontbindingen, de kleinste kwadratenmethode en eigenwaardenbepaling kunnen geschreven worden in termen van basis matrix-matrix operaties op zulke blokken. Deze operaties kunnen in veel gevallen onafhankelijk naast elkaar worden uitgevoerd. In het verslagjaar is een begin gemaakt met het ontwikkelen van blok algoritmen. Het bepalen van een geschikte blok-grootte speelt een belangrijke rol in dit onderzoek.

**4.2.5. Het oplossen van 3D blok bidiagonale stelsels op vectorcomputers.** Het in het vorige verslagjaar beschreven onderzoek naar het met behulp van de ICCG-methode oplossen van blok bidiagonale stelsels die ontstaan bij discretisatie van 2<sup>o</sup> orde partiële differentiaalvergelijkingen over een driedimensionaal gebied werd vastgelegd in rapport [NM-R8819]. De bijbehorende software wordt begin 1989 aan NUMVEC aangeboden.

**4.2.6. NUMVEC.** NUMVEC is een bibliotheek van NUMerieke software voor VECTorprocessors en parallele processors in FORTRAN. De documentatie sluit zo veel mogelijk aan bij die van NAG-library. De programmatuur die in NUMVEC is opgenomen kan geschreven zijn:

- (i) in ANSI FORTRAN 77 zodanig dat met behulp van een goede compiler en eventueel in combinatie met een precompiler (zoals VAST op de Cyber 205), efficiënte code kan worden gegenereerd voor iedere gegeven vectorprocessor of parallele processor,
- (ii) in machinecode (b.v. META voor de Cyber 205 of CAL voor de CRAY 1) waarmee nog betere resultaten dan met de onder (i) beschreven code kunnen worden behaald.

In samenwerking met de NAG-library zijn de Level 1 BLAS routines uit de NUMVEC zodanig herschreven (gestripmined), dat nu ook op vectoren met meer dan 65535 elementen gerekend kan worden.

In het verslagjaar werden geen nieuwe bijdragen in de NUMVEC-bibliotheek opgenomen. Wel werden aan het eind van het verslagjaar 2 bijdragen ontvangen die in 1989 zullen worden opgenomen. Het betreft een routine voor het oplossen van de tijdsafhankelijke Navier-Stokes-vergelijkingen op een twee-dimensionaal rechthoekig gebied (van E.D. de Goede en J.H.M. ten Thije Boonkkamp), en een set routines voor het oplossen van het volle-rang lineaire kleinste kwadratenprobleem en het orthogonale basisprobleem (van W. Hoffmann en K. Potma van de Universiteit van Amsterdam).

#### EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

##### *Conferenties*

*Conferentie van Numeriek Wiskundigen.* Zie hiervoor het verslag van de Landelijke Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde.

##### *Colloquia*

*CWI/Shell Colloquium Adaptieve Roostertechnieken.* Dit colloquium, mede georganiseerd en gefinancierd door de Wiskundegroep van het Koninklijke/Shell-Laboratorium te Amsterdam (KSLA), had tot doel kennis te nemen van discretisatiemethoden voor tijdsafhankelijke partiële differentiaalvergelijkingen waarin adaptieve technieken een centrale plaats innemen. Het aantal deelnemers bedroeg gemiddeld 20 tot 25 over een totaal van 8 bijeenkomsten. Eén bijeenkomst vond plaats bij het KSLA en de resterende zeven bij het CWI. Samenvattingen van alle lezingen zullen in een CWI-rapport worden gebundeld. De volgende sprekers en onderwerpen kunnen worden vermeld:

- P. Michielse (TU Delft): Parallel adaptive reservoir simulation, 15 april.
- J.G. Verwer (CWI): An adaptive moving grid method for one-dimensional systems of partial differential equations, 15 april.
- J.E. Flaherty (Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, New York): Adaptive methods for time-dependent partial differential equations (2 lezingen), 29 april.
- P.A. Zegeling (CWI): A numerical method of lines study of the moving-finite-element-method, 29 april.
- M. Berzins (Leeds University): 2 lezingen: Global error estimation in the method of lines, en Adaptive mesh algorithms in the method of lines, 20 mei.
- R.M. Furzeland (KSLA): Adaptive space and time gridding - A Lagrangian finite-difference approach with the method of lines, 20 mei.
- K. Miller (University of California at Berkeley): 2 lezingen: Moving node finite element methods for problems with sharp moving fronts, en Recent developments with the moving finite element method in two dimensions, 3 juni.
- J.E. Romate (Waterloopkundig Laboratorium): Time-dependent grid generation for a 3D panel method, 7 oktober.



- G.H. Schmidt (Koninklijke/Shell-Laboratorium, Rijswijk): Adaptive local mesh refinement and multi-grid in numerical reservoir simulation, 7 oktober.
- L.R. Petzold (Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, California): 2 lezingen: Observations on some adaptive moving mesh methods for one-dimensional systems of partial differential equations, en An Adaptive moving mesh method for one-dimensional systems of partial differential equations and its numerical solutions, 21 oktober.
- M.J. Baines (Reading University): Grid adaptation via residual minimization (2 lezingen), 4 november.
- W. Schönauer (Universität Karlsruhe): Principles of error control and selfadaptation for the solution of elliptic and parabolic PDEs, 16 december.

### *Cursussen*

*Pascal.* J. Kok: Cursus inleiding Pascal (juni/juli) t.b.v. een overheidsinstelling.

### *Seminaria*

*Algemene Werkbespreking van de afdeling Numerieke Wiskunde.* Hierin werd door leden en bezoekers van de afdeling gerapporteerd en gediscussieerd. Leiding en organisatie berustte bij P.J. van der Houwen, H.J.J. te Riele en J.G. Verwer. Hieronder volgt de lijst van sprekers, met de titels en data van hun voordrachten.

- P.W. Hemker: Toepassing van multigrid op het 1-D diode-probleem, 6 januari.
- E.D. de Goede: Vectorisatie van het odd-even hopsotch schema en het ADI-schema voor de 2D Burgers vergelijking, 13 januari.
- B.P. Sommeijer, P.J. van der Houwen: Het oplossen van niet-lineaire elliptische vergelijkingen, 20 januari.
- M. Khalil (Université Paul Sabatier, Toulouse en TU Delft): Local mode smoothing analysis of various incomplete factorizations, 17 februari.
- J.G. Verwer, J.G. Blom: Over adaptieve roostermethoden voor stelsels van 1D tijdsafhankelijke PDVs, 2 maart.
- J.J.F.M. Schlichting (CDC en CWI): Het snel oplossen van bi- en tridiagonale stelsels, 9 maart.
- W.M. Lioen: De iPSC Hypercube, 16 maart.
- R. Vichnevetsky (Rutgers University, New Brunswick, USA): Hyperbolic equations, 18 maart.
- J. Kok, D.T. Winter: Het DIAMOND-project, 23 maart.
- H. Brunner (Memorial University of Newfoundland, St. John's Canada): The numerical solution of Volterra integro-differential equations with infinite delay, 13 april.
- J.H.M. ten Thije Boonkamp: Periodieke vrije convectie voor stromingen met laag Prandtl getal, 20 april.
- M. Louter-Nool: LINPACK en de Extended BLAS, 27 april.

- M. Revilla (Universidad de Valladolid, Spanje): Some techniques on moving grids, 4 mei.
- B. Koren: Euler-berekeningen aan hypersonen stromingen in thermodynamisch evenwicht, 11 mei.
- B.P. Sommeijer, P.J. van der Houwen: Smoothing en PC-methoden, 18 mei.
- W.H. Hundsdorfer: The order of convergence of some ADI-schemes for the multi-dimensional heat equation, 25 mei.
- J. Schneid (Technische Universität Wien): Characterization of  $B$ -convergent Runge-Kutta methods, 1 juni.
- G. Wittum (Universität Heidelberg, BRD): On the robustness of ILU-smoothing, 4 oktober.
- H.J.J. te Riele: Nulpuntsbepaling van aan de Riemann zeta functie gerelateerde functies uit de analytische getaltheorie, 12 oktober.
- J.G. Verwer: Een op de methode der lijnen gebaseerde adaptieve-roostermethode voor 1-D problemen, 26 oktober.
- J.H.M. ten Thije Boonkamp: The ADI pressure correction scheme for the computation of oscillatory flow, 9 november.
- W.H. Hundsdorfer:  $B$ -convergente Runge-Kutta methoden, 23 november.
- E.D. de Goede: Eindige differentiemethoden voor het oplossen van 3D waterbewegingsmodellen, 30 november.
- W.M. Lioen: Eerste ervaringen met de Alliant FX/4, 7 december.
- P.M. de Zeeuw: Niet-lineaire multigrid toegepast op een 1-D stationair halfgeleider-model, 14 december.
- G. Alberts (ZW): Geschiedenis van het praktisch rekenen, 21 december.

*Vector- en Parallele Numerieke Algoritmen.* In twee-wekelijkse bijeenkomsten werd hierin door de adviseur H.A. van der Vorst, leden van de afdeling NW, leden van de numerieke groep van de Universiteit van Amsterdam (Th.J. Dekker, W. Hoffmann, P.P.M. de Rijk en mw. K. Potma) en door K. Dekker (TU Delft) op informele wijze gerapporteerd en gediscussieerd over ontwikkelingen op het gebied van numerieke algoritmen voor vector- en parallelle processoren. Speciaal werd aandacht besteed aan parallelle processoren met verschillende geheugenstructuur, zoals de hypercube (met local memory geheugen) en de Alliant (met shared memory geheugen).

Op 14 december verzorgde P. Rem (Koninklijke/Shell-Laboratorium, Amsterdam) een voordracht, getiteld: Simulatie van vloeistofstroming met cellulaire automaten. Naast de bovengenoemde 'vaste' bezoekers van de werkgroep, woonden ook een achttal collega's van de spreker de voordracht bij.

#### OPDRACHTEN

##### *Project Open Universiteit*

*OU Leereenheden numerieke wiskunde* (P.J. van der Houwen, B.P. Sommeijer, P.M. de Zeeuw). De in het kader van de Open Universiteit-Cursus Wiskunde II geleverde leerstof op het gebied van numerieke kwadratuur en integratie van

differentiaalvergelijkingen onderging een laatste revisie en werd ter beschikking van de OU gesteld. Deze leerstof zal in de vorm van een Deel III van de cursus Wiskunde II in de loop van 1989 verschijnen. Het CWI is verzocht om zijn medewerking te verlenen aan een vervolgcursus Wiskunde en leerstof op het gebied van de numerieke lineaire algebra samen te stellen.

*Project vertaling Russische encyclopedie*

*Annotatie artikelen op het gebied van de numerieke wiskunde* (P.J. van der Houwen). Ten behoeve van het project een Engelstalig geannoteerde versie van de oorspronkelijk Russische wiskunde-encyclopedie samen te stellen, werden een groot aantal artikelen die de numerieke wiskunde betreffen voorzien van in het westen toegankelijke referenties en aangevuld met commentaar.

*Project Numerieke programmatuur in Ada*

*PIA-project* (M. Bergman, J. Kok, D.T. Winter). Na beëindiging in 1987 van het PIA-project (door een consortium o.l.v. NAG, Oxford, uitgevoerd), in het kader van een EG-opdracht tot het maken van Pilot-Implementaties van de basismodulen van numerieke programmatheken in Ada, werden in het verslagjaar nauwkeurigheidstests voor implementaties van elementaire functies verder ontwikkeld samenhangend met de bijstelling van een voorstel voor standaardisatie van de elementaire functies in Ada. De tests werden tevens uitgevoerd op de in 1988 verworven Alliant FX/4.

*DIAMOND* (H.P. Dijkhuis, C.T.H. Everaars, J. Kok, A.G. Steenbeek, D.T. Winter). Voor een EG-opdracht onder ESPRIT voor het (door te ontwikkelen technieken) toepassen van aritmetiek in hogere nauwkeurigheid (in een consortium o.l.v. SIEMENS, München) werd een Ada-implementatie van de z.g. Karlsruhe-aritmetiek voltooid, alsmede een programma voor het automatisch transformeren van programmatuur (m.n. aangaande inwendigproductberekeningen) zodanig, dat berekeningen in optimale nauwkeurigheid geschieden.

Vorbereidende besprekingen vonden plaats voor het indienen van een nieuw projectvoorstel voor de implementatie van bepaalde numerieke methoden in Ada (met negatief resultaat).

*Project Voorspellings- en regelproblemen voor verkeer op autosnelwegen*. Ten behoeve van het project MB 3.5 (1) Voorspellings- en regelproblemen voor verkeer op autosnelwegen, verleende P.M. de Zeeuw zijn medewerking bij het oplossen van het optimaliseringsprobleem en voerde hij de nodige berekeningen uit.

## DEELNAME AAN COLLOQUIA, WERKGROEPEN, CURSUSSEN E.D. BUITEN HET CWI

- Contact Group on Applied Mathematics*, Antwerpen, 20 mei: B.P. Sommeijer.  
*Symposium Numerieke Wiskunde* (t.g.v. het afscheid van prof.dr. G.W. Veltkamp als hoogleraar aan de TU Eindhoven): P.W. Hemker, 27 mei.  
*Werkgroep Numerieke Algoritmen op Parallele Computersystemen* (Universiteit van Amsterdam): P.A. van Mourik, 31 mei.  
*Symposium 'Rekenen op de SX-2'*, NLR Vollenhove, Noordoostpolder, 3 juni: W.M. Lioen, M. Louter-Nool, P.A. van Mourik, H.J.J. te Riele (voordracht), D.T. Winter.  
*Workshop on the Application of Parallel Computing*, Amsterdam, 12 augustus: E.D. de Goede, W.M. Lioen, P.A. van Mourik.  
*Alliant Seminar on Supercomputing and Visualization*, Utrecht, 3 november: E.D. de Goede, M. Louter-Nool, W.M. Lioen, P.A. van Mourik.  
*Vijde Supercomputer Gebruikersdag*, SARA, Amsterdam, 10 november: B. Koren, W.M. Lioen, M. Louter-Nool, E.D. de Goede, H.J.J. te Riele (voordracht).  
*Symposium t.g.v. de 60-ste verjaardag van prof.dr. A. van der Sluis*, Utrecht, 15 november: P.W. Hemker, P.J. van der Houwen, H.J.J. te Riele, B.P. Sommeijer, J.G. Verwer.  
*Contactgroep Numerieke Stromingsleer*, KEMA, Arnhem, 13 december: E.D. de Goede.

## DEELNAME AAN CONGRESSEN, WERKBEZOEKEN E.D.

- Ada-Europe Conference*, München, 7-9 juni: D.T. Winter.  
*Ada-Europe Numerics Working Group*, Brussel 4 maart en Amsterdam 20 september: J. Kok, D.T. Winter.  
*Ada-Europe Steering Committee* cq. *Ada-Europe Board*, Brussel, België, 10 februari en 4 oktober, Madrid, 25-28 november: J. Kok.  
*DIAMOND Project Group*, Karlsruhe 23-24 februari (Review Meeting), Oxford, UK, 16-17 maart en 26-27 mei, München 14-16 september (Review Meeting): C.T.H. Everaars (alleen München), J. Kok en D.T. Winter.  
*SIGAda Numerics Working Group*, Meeting: Washington, 5-6 december: J. Kok.  
*ESPRIT 1988 Conference*, Brussel, 14-16 november: J. Kok.  
*NAG Technical Policy Committee*, Meetings: Moreton (UK), 16-17 juni en 15-16 december: J. Kok.  
*ESPRIT Proposal Preparation Group*, München, 4-5 februari, Oxford, UK, 17-18 maart: J. Kok, D.T. Winter.  
*Open Universiteit*, Heerlen, 1 december, Utrecht, 20 december: J. Kok, P.M. de Zeeuw.  
*Fourth GAMM-Seminar Kiel on Robust Multi-Grid Methods*, BRD, 22-24 januari: B. Koren.  
*Werkbezoek Hermes-groep Universität Heidelberg*, BRD, Heidelberg, 28 februari-1 maart: B. Koren.

- Second International Conference on Hyperbolic Problems*, Aken, BRD, 13-18 maart: B. Koren.
- Meeting HERMES Research and Development Programme*, Rome, Italië, 16-17 mei: P.W. Hemker, B. Koren.
- Werkbezoek SINUS-groep INRIA Sophia-Antipolis*, Valbonne, Frankrijk, 28 mei-3 juni: B. Koren.
- 11-th International Conference on Numerical Methods in Fluid Dynamics*, Williamsburg, Virginia, USA, 25 juni-1 juli: B. Koren.
- Werkbezoek NASA Langely Research Center*, Hampton, Virginia, USA, 29 juni: B. Koren.
- Meeting HERMES Research and Development Programme*, Aken, BRD, 27-29 november: P.W. Hemker, B. Koren, B. van Leer.
- Workshop Device Simulation, Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung*, Bonn, BRD, 26-27 januari: P.W. Hemker.
- Werkbezoek Von Karman Institute for Fluid Dynamics*, Rhode St. Genese, België, 6-8 maart: P.W. Hemker.
- Werkbezoek INRIA, Sophia-Antipolis, Frankrijk*, 14-15 maart: P.W. Hemker.
- Conference on Numerical Methods for Fluid Dynamics*, Oxford, 21-24 maart: P.W. Hemker.
- Conference on Boundary and Interior Layers, Computational and Asymptotic Methods*, Shanghai, China, 20-24 juni: P.W. Hemker.
- Voortgangsbijeenkomst IOP-IC technologie*, Delft, 8 september: P.W. Hemker, R.R.P. van Nooyen, J. Molenaar, P.M. de Zeeuw.
- DMV-Seminar on Multigrid Methods and Applications*, Reisenburg, BRD, 12-16 september: P.W. Hemker.
- Bijeenkomst IOP-IC technologie*, Veldhoven, 23 november: P.W. Hemker.
- Vierentwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, TU Eindhoven, 7-8 april: W.H. Hundsdorfer, H.J.J. te Riele, B.P. Sommeijer, J.H.M. ten Thije Boonkamp.
- NATO Advanced Study Institute on Number Theory and Applications*, Banff, Canada, 27 april-5 mei: H.J.J. te Riele.
- Conference on Vector and Parallel Computing*, Tromsø, Noorwegen, 6-10 juni: E.D. de Goede, J. Kok, H.J.J. te Riele.
- 13de Conferentie van Numeriek Wiskundigen*, Zeist, 26-28 september: E.D. de Goede, P.W. Hemker, P.J. van der Houwen, W.H. Hundsdorfer, J. Kok, B. Koren, J. Molenaar, P.A. van Mourik, R.R.P. van Nooyen, H.J.J. te Riele, B.P. Sommeijer, J.H.M. ten Thije Boonkamp, J.G. Verwer, P.M. de Zeeuw, P.A. Zegeling.
- Joint GMD/INRIA/CWI-Workshop*, CWI, Amsterdam, 17-18 november: alle leden van afdeling NW.
- 12th IMACS World Congress on Scientific Computing*, Parijs, Frankrijk, 18-22 juli: P.J. van der Houwen, J.G. Verwer, B.P. Sommeijer.
- Werkbezoek aan prof.dr. A. Bellen*, Università di Trieste, Italië, 19-23 oktober: B.P. Sommeijer.
- International Conference on Numerical Mathematics*, National University of Singapore, Singapore, 1-4 juni: P.J. van der Houwen.

- Werkbezoek aan prof.dr. G. van den Berg*, Rijksuniversiteit Gent, Computer Centre, 7-9 december: P.J. van der Houwen.
- GAMM Workshop Numerical Simulation of Oscillatory Convection in Low Pr Fluids*, Marseille, Frankrijk, 12-14 oktober: J.H.M. ten Thije Boonkkamp.
- Conference on Numerical Methods for Fluid Dynamics*, University of Oxford, UK, 21-24 maart: J.H.M. ten Thije Boonkkamp, J.G. Verwer, P.A. Zegeling.
- The 1988 Conference on the Numerical Solution of IVPs for ODEs*, University of Toronto, 20-24 juni: J.G. Verwer.
- Werkbezoek aan prof.dr. J.M. Sanz-Serna*, Universiteit van Valladolid, Spanje, 12-19 september: J.G. Verwer.
- Workshop on Adaptive Methods for Partial Differential Equations*, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, New York, USA, 13-15 oktober: J.G. Verwer.
- Third International Congress on Computational and Applied Mathematics*, Leuven, België, 25-30 juli: W.H. Hundsdorfer.

#### BEZOEKERS

- F. Uson (Univ. Zaragossa, Spanje), 22-24 februari.
- M. Revilla (Universidad de Valladolid, Valladolid, Spanje), gastmedewerker van 15 maart tot 15 mei.
- R. Vichnevetsky (Rutgers University, New Brunswick, USA), 18 maart.
- H. Brunner (Memorial University of Newfoundland, St. John's, Canada), 13-15 april.
- J.E. Flaherty (Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, New York, USA), 25-29 april.
- M. Berzins (Leeds University, UK), 18-20 mei.
- J. Schneid, (TU Wien, Oostenrijk), gastmedewerker gedurende de maanden mei-september.
- D. Schröder en P. Conradi (Technische Univ. Hamburg-Harburg), 30-31 mei.
- K. Miller (University of California at Berkeley, USA), 30 mei-3 juni.
- D. Elliot (University of Tasmania, Australië), 18 augustus.
- G. Wittum (Univ. Heidelberg, BRD), 4 oktober.
- P. Conradi (Technische Univ. Hamburg-Harburg), 6 oktober.
- L.R. Petzold (Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, CA, USA), 18-21 oktober.
- M.J. Baines (Reading University, UK), 2-4 november.
- W. Schönauer (Universität Karlsruhe, BRD), 15-16 december.

#### VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

- E.D. de Goede: Vectorization of the OEH-PC scheme and the ADI-PC scheme for the 2-D incompressible Navier-Stokes equations (poster presentatie). *Conference on Vector and Parallel Computing*, Tromsø, Noorwegen, 9 juni.
- P.W. Hemker: A multigrid approach for one-dimensional semiconductor device simulation. Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung, Bonn, BRD, 26 januari.

- P.W. Hemker: Defect correction and non-linear multigrid for the steady Euler equations. Von Karman Institute of Fluid Dynamics, Rhode St. Genese, België, 6-8 maart.
- P.W. Hemker: The use of multigrid for the solution of the compressible Navier-Stokes equations. *Workshop INRIA*, Sophia-Antipolis, Frankrijk, 14 maart.
- P.W. Hemker: Multigrid, defect correction and upwind schemes for the steady Navier-Stokes equations. *Conference on Numerical Methods for Fluid Dynamics*, Oxford, UK, 23 maart.
- P.W. Hemker: A multigrid approach for one-dimensional semiconductor device simulation. *Conference on Boundary and Interior Layers, Computational and Asymptotic Methods*, Shanghai, China, 23 juni.
- P.W. Hemker: Numerieke device simulering: moeilijkheden en mogelijkheden. TU Delft, 8 september.
- P.W. Hemker: Multigrid for the solution of compressible flow problems. *DMV-Seminar on Multigrid Methods and Applications*, Reims, BRD, 12-16 september.
- P.W. Hemker: Enkele aspecten van de numerieke device simulering. *IOP bijeenkomst*, Veldhoven, 23 november.
- P.J. van der Houwen: Smoothed predictor-corrector methods for solving partial differential equations. *International Conference on 'Numerical Mathematics'*, National University of Singapore, Singapore, 3 juni.
- P.J. van der Houwen: Parallel Runge-Kutta-type methods. *CWI-GMD-INRIA Workshop on 'Scientific Computing'*, CWI, 18 november.
- P.J. van der Houwen: Parallel Runge-Kutta-methods. Rijksuniversiteit Gent, Computer Centre, 8 december.
- W. Hundsdorfer: Stabiliteit en convergentie voor de Peaceman-Rachford ADI-methode voor begin-randwaardeproblemen. *Vierentwintigste Nederlands Mathematisch Congres*, TU Eindhoven, 8 april.
- W.H. Hundsdorfer: The order of convergence of the Peaceman-Rachford ADI method for the two-dimensional heat equation. *Third International Congress on Computational and Applied Mathematics*, Leuven, 27 juli.
- J. Kok: Progress in the standardisation of elementary functions in Ada. *Ada-Europe Numerics Working Group*, Brussel, 4 maart.
- J. Kok: De programmeertaal Ada. *Algemeen CWI-colloquium*, Amsterdam, 30 mei.
- J. Kok: Parallel programming with Ada. *The Second International Conference on Vector and Parallel Computing*, Tromsø, 6-10 juni.
- J. Kok: The embedding in Ada of accurate arithmetic. *DIAMOND Project Review Meeting*, München, 15 september.
- B. Koren: Multigrid and defect correction for the steady Navier-Stokes equations. *Fourth GAMM-Seminar Kiel on Robust Multi-Grid Methods*, Kiel, 22 januari.
- B. Koren: Upwind Schema's, multigrid en defect correctie voor de stationaire vergelijkingen van Navier Stokes. *Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde*, RU Utrecht, 15 februari.

- B. Koren: Pilot computations of hypersonic equilibrium flows with an existing steady Euler code. *Hermes-groep Universität Heidelberg, Heidelberg, 29 februari.*
- B. Koren: Upwind schemes for the Navier-Stokes Equations. *Second International Conference on Hyperbolic Problems, Aken, 17 maart.*
- B. Koren: Pilot computations of hypersonic equilibrium flows with an existing steady Navier-Stokes code. *Hermes-workshop, Rome, 16 mei.*
- B. Koren: Pilot computations of steady hypersonic Navier-Stokes flows with an existing multigrid Method. *Werkbezoek INRIA Sophia-Antipolis, Valbonne, 2 juni.*
- B. Koren: Upwind schemes, multigrid and defect correction for the steady Navier-Stokes equations. *11-th International Conference on Numerical Methods in Fluid Dynamics, Williamsburg, Virginia, 29 juni.*
- B. Koren: Multigrid and the solution of the compressible Navier-Stokes equations. *Joint GMD/INRIA/CWI-Workshop, Amsterdam, 18 november.*
- B. Koren: Relaxation methods for the multigrid solution of steady, hypersonic Navier-Stokes flows, *Hermes-workshop, Aken, 28 november.*
- H.J.J. te Riele: Factoring with MP-QS on the NEC SX-2. *NATO Advanced Study Institute on Number Theory and Applications, Banff, Canada, 4 mei.*
- H.J.J. te Riele: Ontbinden van grote getallen. *NEC SX-2 Symposium, NLR (Vollenhove, NOP), 3 juni.*
- H.J.J. te Riele: Factorization of large integers on large vector computers (poster presentatie). *Conference on Vector and Parallel Computing, Tromsø, Noorwegen, 7 juni.*
- H.J.J. te Riele: Factorisatie en Primaliteitstesten. *Werkgroep Cryptografie, CWI, Amsterdam, 16 september.*
- H.J.J. te Riele: Factoriseren op supercomputers. *Vijfde Supercomputer Gebruikersdag, SARA, Amsterdam, 10 november.*
- B.P. Sommeijer: Smoothing technieken voor elliptische vergelijkingen. *Vierentwintigste Nederlands Mathematisch Congres, TU Eindhoven, 8 april.*
- B.P. Sommeijer: The use of smoothing techniques in the method of lines. *12th IMACS World Congress on Scientific Computing, Parijs, 22 juli.*
- B.P. Sommeijer: Parallel iterated implicit Runge-Kutta methods. *Università di Trieste, 19 oktober.*
- B.P. Sommeijer: Smoothing and PDEs, *Università di Trieste, 20 oktober.*
- J.H.M. ten Thije Boonkkamp: The odd-even hopschotch pressure correction scheme. *Conference on Numerical Methods for Fluid Dynamics, University of Oxford, 21-24 maart (poster presentatie).*
- J.H.M. ten Thije Boonkkamp: Residue smoothing voor het versnellen van ADI-iteratie voor elliptische differentiaalvergelijkingen. *Vierentwintigste Nederlands Mathematisch Congres, TU Eindhoven, 8 april.*
- J.H.M. ten Thije Boonkkamp: Pressure correction splitting methods for the computation of oscillatory free convection in low Pr fluids. *GAMM Workshop Numerical Simulation of Oscillatory Convection in Low Pr Fluids, Marseille, 14 oktober.*



- J.G. Verwer: An adaptive moving grid method for 1D-systems of PDEs. *CWI/Shell Colloquium Adaptieve Roostertechnieken*, CWI, 15 april.
- J.G. Verwer: A method of lines analysis of the Peaceman-Rachford ADI method. *The 1988 Conference on the Numerical Solution of IVP's for ODEs*, University of Toronto, 21 juni.
- J.G. Verwer: A Lagrangian moving grid scheme for one-dimensional evolutionary partial differential equations. *The 12-th IMACS World Congress on Scientific Computation*, Parijs, 20 juli.
- J.G. Verwer: A moving grid method for one-dimensional PDEs based on the method of lines. *Workshop on Adaptive Methods for Partial Differential Equations*, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, New York, 14 oktober.
- J.G. Verwer: A moving grid for one-dimensional PDEs based on the method of lines. *Workshop CWI-GMD-INRIA*, CWI, 16-18 november.
- D.T. Winter: The floating-point attributes in Ada. *Ada-Europe Numerics Working Group*, Brussel, 4 maart.
- P.A. Zegeling: A numerical method of lines study of the moving finite-element-method. *CWI/Shell Colloquium Adaptieve Roostertechnieken*, CWI, Amsterdam, 29 april.

#### PUBLIKATIES

##### *Rapportenseries*

- NM-R8801 P.M. DE ZEEUW. *Matrixdependent prolongations and restrictions in a blackbox multigrid solver.*
- NM-R8802 P.J. VAN DER HOUWEN, B.P. SOMMEIJER. *The use of smoothing techniques in the method of lines.*
- NM-R8803 B. KOREN. *Multigrid and defect correction for the steady Navier-Stokes equations.*
- NM-R8804 J.G. VERWER, J.G. BLOM, J.M. SANZ-SERNA. *An adaptive moving grid method for one-dimensional systems of partial differential equations.*
- NM-R8805 H.J.J. TE RIELE, W.M. LIOEN, D.T. WINTER. *Factoring with the quadratic sieve on large vector computers.*
- NM-R8806 R.M. FURZELAND, J.G. VERWER, P.A. ZEGELING. *A numerical study of three moving grid methods for one-dimensional partial differential equations which are based on the method of lines.*
- NM-R8807 W.M. LIOEN, H.J.J. TE RIELE, D.T. WINTER. *Optimization of the MPQS-factoring algorithm on the Cyber 205 and on the NEC SX-2.*
- NM-R8808 P.J. VAN DER HOUWEN, B.P. SOMMEIJER. *Smoothed predictor-corrector methods for solving partial differential equations.*
- NM-R8809 P.J. VAN DER HOUWEN, B.P. SOMMEIJER. *Iterated 'theta'-method for hyperbolic equations.*
- NM-R8810 B. KOREN. *Upwind discretization of the steady Navier-Stokes equations.*
- NM-R8811 M. LOUTER-NOOL. *LINPACK routines based on the level 2 BLAS.*

- NM-R8812 A. GRANVILLE, J. VAN DE LUNE, H.J.J. TE RIELE. *Checking the Goldbach conjecture on a vector computer.*
- NM-R8813 E.D. DE GOEDE. *Finite difference methods for the three-dimensional hydrodynamic equations.*
- NM-R8814 P.J. VAN DER HOUWEN, B.P. SOMMEIJER, P.A. VAN MOURIK. *Note on explicit parallel multistep Runge-Kutta methods.*
- NM-R8815 W.H. HUNSDORFER, J. SCHNEID. *On the equivalence of BS-stability and B-consistency.*
- NM-R8816 J.H.M. TEN THIJE BOONKAMP. *Pressure correction splitting methods for the computation of oscillatory free convection in low Pr fluids.*
- NM-R8817 P.J. VAN DER HOUWEN, B.P. SOMMEIJER. *Variable step iteration of high-order Runge-Kutta methods on parallel computers.*
- NM-R8818 J.G. VERWER, J.G. BLOM, R.M. FURZELAND, P.A. ZEGELING. *A moving-grid method for one-dimensional PDEs based on the method of lines.*
- NM-R8819 J.J.F.M. SCHLICHTING, H.A. VAN DER VORST. *Solving 3D block bidiagonal linear systems on vector computers.*
- NM-N8801 P.W. HEMKER, B. KOREN. *Defect correction and nonlinear multigrid for the steady Euler equations.*
- NM-N8802 P.W. HEMKER, B. KOREN. *Multigrid defect correction and upwind schemes for the steady Navier-Stokes equations.*
- NM-N8803 B. KOREN, P.M. DE ZEEUW, P.W. HEMKER. *Line Gauss-Seidel relaxation and multigrid for steady, two-dimensional flow computations.*
- NM-N8804 H.J.J. TE RIELE. *Factoriseren en Primaliteitstesten, een Inleiding.*
- NM-N8805 B. KOREN. *Robustness improvement of point Gauss-Seidel relaxation for steady, hypersonic flow computations.*

*Publikaties in tijdschriften, proceedings e.d.*

- N1 J.G. BLOM, J.M. SANZ-SERNA, J.G. VERWER (1988). On simple moving grid methods for one-dimensional evolutionary partial differential equations. *J. Comput. Phys.* 74, 191-213.
- N2 J.G. BLOM, J.M. SANZ-SERNA, J.G. VERWER (1988). A Lagrangian moving grid scheme for one-dimensional evolutionary partial differential equations. *Proceedings 12-th IMACS World Congress on Scientific Computation, Vol. 3.* (IMACS Publication Office), 585-587.
- N3 E.D. DE GOEDE (1988). Stabilization of the Lax-Wendroff method and a generalized one-step Runge-Kutta method for hyperbolic initial-value problems. *Appl. Numer. Math.* 4, 439-453.
- N4 P.W. HEMKER (1988). A multigrid approach for one-dimensional semiconductor device simulation. W. JOPPICH, U. TROTTEBERG (eds.). *Device Simulation-Numerische problemfelder-*, GMD-Studien Nr. 144, GMD, Bonn, 157-164.
- N5 P.W. HEMKER, B. KOREN (1988). Multigrid, defect correction and upwind schemes for the steady Navier-Stokes equations. K.W. MORTON, M.J. BAINES (eds.). *Numerical Methods for Fluid Dynamics III*, Clarendon Press, Oxford, 153-170.

- N6 P.W. HEMKER, B. KOREN (1988). Defect correction and nonlinear multigrid for the steady Euler equations. *Lecture Series on Computational Fluid Dynamics at the Von Karman Institute*, March 7-11, Rhode Saint Genese, Belgium.
- N7 P.J. VAN DER HOUWEN (1988). Stabilization of explicit difference schemes by smoothing techniques. K. STREHMEL (ed.). *Numerical Treatment of Differential Equations* (Proc. Fourth Seminar Halle 1987), NUMDIFF-4, Teubner-Texte zur Mathematik 104, BSB B.G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig, 205-215.
- N8 P.J. VAN DER HOUWEN, C. BOON, F.W. WUBS (1988). Analysis of smoothing matrices for the preconditioning of elliptic difference equations. *Z. Angew. Math. Mech.* 68, 3-10.
- N9 P.J. VAN DER HOUWEN, B.P. SOMMELIER (1988). Smoothed Predictor-Corrector methods for solving partial differential equations. *Intern. Series of Numer. Math.* 86, 201-224.
- N10 P.J. VAN DER HOUWEN, B.P. SOMMELIER (1988). The use of smoothing techniques in the method of lines. *IMACS Proceedings of the 12th World Congress on Scientific Computing, Vol. I*, Paris, 608-610.
- N11 B. KOREN (1988). Defect correction and multigrid for an efficient and accurate computation of airfoil flows. *J. Comput. Phys.*, 77, 183.
- N12 B. KOREN (1988). Multigrid and defect correction for the steady Navier-Stokes equations. W. HACKBUSCH (ed.). *Notes on Numerical Fluid Mechanics Vol. 23*, Vieweg Verlag, Braunschweig.
- N13 B. KOREN (1988). *Upwind Discretization of the Steady Navier-Stokes Equations*, CWI Report NM-R8810, to appear in Proceedings of the Second International Conference on Hyperbolic Problems, Aachen, Vieweg Verlag, Braunschweig.
- N14 B. KOREN, S.P. SPEKREIJSE (1988). Solution of the steady Euler equations by a multigrid method. S.F. MCCORMICK (ed.). *Lecture Notes in Pure and Applied Mathematics*, Dekker, New York.
- N15 W.M. LIOEN, H.J.J. TE RIELE, D.T. WINTER (1988). Optimization of the MPQS-factoring algorithm on the Cyber 205 and the NEC SX-2. *Supercomputer* 26, 42-50.
- N16 M. LOUWER-NOOL (1988). ALGORITHM 663, Translation of Algorithm 539: Basic Linear Algebra Subprograms for FORTRAN Usage in FORTRAN 200 for the Cyber 205. *ACM Trans. Math. Software* 14, 177-195.
- N17 J.H.M. TEN THIJSE BOONKAMP (1988). Residual smoothing for accelerating the ADI iteration method for elliptic difference equations. *ZAMM* 68, 445-453.
- N18 J.G. VERWER (1988). Some stability results for the hopschotch difference method when applied to convection-diffusion equations. K. STREHMEL (ed.). *Numerical Treatment of Differential Equations* (Proc. Fourth Seminar Halle 1987: NUMDIFF-4), Teubner-Texte zur Mathematik No. 104, BSG B.G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig, 243-252.

*Overige publikaties*

- N19 W.M. LIOEN, H.J.J. TE RIELE, D.T. WINTER (1988). *Optimization of the MPQS-factoring Algorithm on the CYBER 205 and the NEC SX-2*. Symposiumverslag 'Rekenen op de SX-2', NLR/SARA/WGS, 3 juni.
- N20 H.J.J. TE RIELE (1988). *Factoriseren en Primaliteitstesten, een Inleiding*. Symposiumverslag 'Priemgetallen en Privacy - Toepassingen van getaltheorie en cryptografie', Studievereniging A-Eskwadraat, Utrecht, 27 oktober.
- N21 J.H.M. TEN THIJE BOONKKAMP (1988). *The Numerical Computation of Time-Dependent, Incompressible Flow*. Academisch proefschrift, CWI, Amsterdam.

## Verslag van de Afdeling Programmatuur

### OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

- AP 1 Concurrency
- AP 2 Formele specificatiemethoden
- AP 3 Uitbreidbare programmeeromgevingen
- AP 5 Expertsystemen
- AP 6 Logische aspecten van kunstmatige intelligentie

### WETENSCHAPPELIJK VERSLAG

*AP 1 Concurrency.* Het onderzoek binnen het project concurrency viel uiteen in een aantal deelprojecten: werkzaamheden ten behoeve van ESPRIT-project 415: 'Parallel Architectures and Languages for AIP: a VSLI directed approach', onderzoek binnen het SION project 'Semantiek van functioneel programmeren en dataflow', vergelijkende studie van de wiskundige grondslagen van de semantiek van concurrency, en semantiek van parallel logisch programmeren. Organisatorisch was voorts de samenwerking binnen het SION Landelijk Project Concurrency (LPC) en het NFI-Project REX - Research and Education in Concurrent Systems - van belang. In deze projecten werkte J.W. de Bakker samen met prof.dr. W.P. de Roever (TU Eindhoven) en prof.dr. G. Rozenberg (RU Leiden).

*ESPRIT-project 415.* Aan de werkzaamheden van de binnen project 415 opererende werkgroep *Semantics and Proof Techniques* werd deel genomen door J.W. de Bakker (voorzitter), F.S. de Boer, J.N. Kok en J.J.M.M. Rutten. De werkgroep hield gedurende het verslagjaar 4 driedaagse en 2 eendaagse bijeenkomsten. De voorzitter verzorgde de redactie van het door de werkgroep

t.b.v. ESPRIT geproduceerde 'deliverable', terwijl J.J.M.M. Rutten verantwoordelijk was voor het hierin opgenomen hoofdstuk 'Implementing the ESPRIT-415 languages on a generic architecture'. De voorzitter was tevens lid van het Project Coordination Committee van het project; ook woonde hij een tweetal review-besprekingen bij.

Een ander gedeelte van het werk binnen project 415 werd verricht ten behoeve van subproject A (Philips) van het project. Dit betrof onderzoek van bewijstheorie en semantiek van de door Philips ontwikkelde taal POOL (Parallel Object-Oriented Language). In samenhang hiermee werden ook enkele verwante onderwerpen bestudeerd.

(*bewijstheorie*). Door F.S. de Boer is gewerkt aan een bewijs van de volledigheid van een verificatiesysteem voor de correctheid van programma's in SPOOL (een sequentiële versie van POOL). Een van de meest kenmerkende eigenschappen van dit systeem, ontworpen door drs. P. America (Philips Research), is de formalisatie van het redeneren over pointer structuren op een abstractieniveau als dat van de programmeertaal zelf. Voorts is uitgaande van dit systeem een verificatiesysteem ontwikkeld voor een parallelle versie van POOL, geheten P (in: deliverable of the ESPRIT 415 Working Group on Semantics and Proof Techniques, 1988). De taal P wordt verkregen door het communicatiemechanisme van POOL (een vorm van rendez-vous) te vervangen door een generalisatie van het communicatiemechanisme zoals dat in de taal CSP voorkomt.

Er is een artikel met P. America geschreven over de totale correctheid van recursieve procedures (zal verschijnen in *Information and Computation*). Hierin wordt een inconsistentie in bestaande verificatiesystemen voor de totale correctheid van recursieve procedures aangetoond. Tevens wordt in dit artikel een manier beschreven om deze inconsistentie met behoud van volledigheid te vermijden.

Tenslotte is er gewerkt aan het artikel 'Compositionality in Temporal Logic', waarin een methode beschreven wordt met behulp waarvan op compositionele wijze in temporele logica over programmacorrectheid geredeneerd kan worden. (*semantiek*). J.J.M.M. Rutten voltooide zijn onderzoek naar het probleem van de semantische correctheid van de denotationele semantiek van POOL, zoals die is vastgelegd in (CS-R8626). Dit resulteerde in [CS-R8843]. Hierbij werd gebruik gemaakt van technieken die samen met J.N. Kok zijn ontwikkeld en die beschreven werden in (CS-R8755); een samenvatting hiervan is inmiddels verschenen in het congresverslag van *ICALP 1988*, Tampere. Verder werkte Rutten aan het probleem van de volledige abstractie van metrische modellen voor een eenvoudige parallelle programmeertaal; hiervan werd verslag gedaan in [CS-R8831], dat ook verschijnen zal in de proceedings van de *REX School/ Workshop on Linear Time, Branching Time and Partial Orders in Logics and Models for Concurrency*, Noordwijkerhout, 1988.

P. America en J.J.M.M. Rutten hebben hun resultaten betreffende ontwerp en semantiek van de taal POOL gebundeld in een in 1989 te verdedigen gezamenlijk proefschrift.

Rapport CS-R8732 van P. America en J.W. de Bakker is inmiddels verschenen in *Theoretical Computer Science*.

J.W. de Bakker voerde verder de redactie van een in 1989 door Wiley uit te geven boek *Parallel Architectures and Languages: Design, Semantics, Implementation Models*. Hierin zal een selectie van resultaten van de werkgroep *Semantics and Proof Techniques* van ESPRIT-project 415 worden gebundeld. Door P. America en J.J.M.M. Rutten werd gewerkt aan het hoofdstuk 'A parallel object-oriented language: design and semantic foundations'.

*Semantiek van functioneel programmeren en dataflow.* J.N. Kok onderzocht de semantiek van dataflow. Het werk vond gedeeltelijk plaats in het kader van het Landelijk Project Concurrency (LPC). Dit project is in 1988 beëindigd. In het bijzonder bestudeerde hij de semantiek van dataflow netten met knopen die een mogelijk niet-deterministisch gedrag hebben. Voor deterministische netten is de standaard semantiek de zogenaamde history semantiek. Dit is een semantiek waarin de inhoud van een kanaal gegeven wordt door een eindig of oneindig woord. Voor niet-deterministische netten is de history semantiek echter niet compositioneel. Het onderzoek heeft geresulteerd in diverse compositionele semantiek gebaseerd op finite-word vectors: een finite-word vector is een vector met elementen uit de verzameling eindige woorden. Deze semantiek zijn functioneel: een dataflow net wordt afgebeeld op een functie van input naar output. Onder deze semantiek is een volledig abstracte semantiek en een metrische semantiek ([CS-R8835]). De volledige abstracte semantiek is de minimale compositionele semantiek die correct is met betrekking tot de history semantiek. De metrische semantiek maakt het mogelijk om van vertraging langs kanalen te abstraheren. Helaas is deze semantiek niet volledig abstract en is zij slechts gedefinieerd op een deelverzameling van alle netten.

De resultaten van [CS-R8853], [CS-R8834] (zie onder) en het eerder verschenen (CS-R8515) worden gebundeld in een door J.N. Kok in 1989 te verdedigen proefschrift.

*Wiskundige grondslagen van de semantiek van concurrency.* J.W. de Bakker schreef een inleidend overzicht *Designing concurrency semantics*. Over dit onderwerp hield hij voordrachten te Novosibirsk (USSR Academy of Sciences) en Tokyo (NTT Software Laboratories). Rapport [CS-R8602] verscheen in het *Journal of Computer and System Sciences* en rapport [CS-R8803] verscheen in *BIT* in een speciale aflevering ter gelegenheid van de zestigste verjaardag van prof. Peter Naur (Kopenhagen).

*Semantiek van parallelle logische programmeertalen.* J.W. de Bakker beschreef de resultaten van zijn onderzoek betreffende de semantiek van *control flow* in 'logische programmeren zonder logica' in [CS-R8840]. J.N. Kok ontwikkelde een denotationele semantiek voor Concurrent Prolog in [CS-R8809]. Door J.W. de Bakker en J.N. Kok werd gewerkt aan operationele en denotationele semantiek van Concurrent Prolog. Gekozen werd voor een geslaagde aanpak (als

gesuggereerd door [CS-R8840]): eerst werden semantiek gegeven aan een ongeïnterpreteerde taal en de equivalentie hiertussen bewezen. Door de basisverzamelingen te instantiëren worden semantiek voor Concurrent Prolog geïnduceerd en hun correctheid aangetoond. Dit werk werd beschreven in [CS-R8834].

Ook door F.S. de Boer, J.N. Kok, dr. C. Palamidessi (Universiteit van Pisa) en J.J.M.M. Rutten is samengewerkt aan de semantiek van logisch programmeren. De semantiek van de logische programmeertalen GHC en PARLOG is beschreven in de preprints: Control Flow versus Logic: a denotational and a declarative model for Guarded Horn Clauses en Semantic models for PARLOG. In beide artikelen wordt de semantiek van de betreffende taal beschreven door een transitie-systeem op basis waarvan twee operationele semantiek gedefinieerd worden: ten eerste een operationele semantiek die (van de betreffende taal) de verzameling van alle mogelijke antwoorden beschrijft; ten tweede een semantiek die daarnaast niet terminerende berekeningen en bepaalde vormen van deadlock beschrijft. Deze semantiek zijn niet compositioneel. Daarnaast wordt een declaratieve semantiek gegeven die van een willekeurige 'goal' (van de betreffende taal) de verzameling van alle mogelijke antwoorden beschrijft. Deze semantiek is compositioneel. Voor beide talen wordt de equivalentie van de declaratieve en de eerstgenoemde operationele semantiek bewezen. En tenslotte wordt er in beide artikelen een compositionele denotationele semantiek gegeven. De correctheid van de denotationele semantiek ten opzichte van de tweede operationele semantiek wordt in beide artikelen bewezen.

Onderwerpen voor toekomstig onderzoek zijn onder andere de relatie tussen de declaratieve en de denotationele semantiek, en verder de constructie van een volledig abstract model.

*ESPRIT Basic Research Actions.* Door AP 1 werd, in samenwerking met AP 2 (J.W. Klop) en AP 6 (K.R. Apt), gewerkt aan de voorbereiding van een onderzoeksvoorstel betreffende het onderwerp 'Integrating the foundations of functional, logic and object-oriented programming'. Partners in dit project zijn het CWI, de Informaticagroep van de Ecole Normale Supérieure (Parijs), de Universiteit van Pisa, Imperial College (Londen), UNINOVA (Lissabon), en Philips Research Eindhoven. Beoogd projectleider is J.W. de Bakker en J.J.M.M. Rutten treedt op als secretaris. De werkzaamheden aan het inmiddels toegekende project zullen in 1989 aanvangen.

*AP 2 Formele specificatiemethoden.* Dit project werkte gedurende het verslagjaar in het kader van de volgende taken:

- (a) ESPRIT-project nr. 432 METEOR (A Formal Approach to Industrial Software Development);
- (b) ESPRIT-project nr. 1283 VIP (VDM specification for the interface of the PCTE, Portable Common Tool Environment) in december 1988 afgerond;
- (c) de specificatietaal ASF en module-algebra, in samenwerking met AP 3 (ESPRIT-project GIPE);



- (d) RACE-project 1046: Specification and Programming Environments for Communication Software (SPECS).
- (e) bijdragen aan de PAO-cursus *Moderne technieken in software engineering*, de PAO-cursus *Logica*, de AvI-Datex cursus *Kennisbanken*.

Thematisch werd gewerkt aan: (1) procesalgebra, (2) termherschrijfsystemen, (3) module-algebra, (4) de specificatietaal ASF.

*Ad (1), procesalgebra.*

(i) *Specificatie en verificatie.* Aan de werkzaamheden van de binnen SPECS opererende werkgroep 'Specification common semantics' (WP5) werd deelgenomen door F.W. Vaandrager. De voornaamste bijdrage bestond uit het geven van een operationele semantiek in de stijl van Plotkin aan CRL, de Common Representation Language van het SPECS-project.

Een analyse in termen van procesalgebra van een protocol, gebruikt in het Amoeba Distributed Operating System, werd gegeven in [CS-R8827] door J.C. Mulder.

(ii) *'Comparative concurrency semantics'.* Door J.W. Klop werd een tutorial gegeven over bisimulatiesemantiek, één van de meest prominente processemantiek, in de REX School/Workshop te Noordwijkerhout, mei/juni. Hierin werden onder andere verbanden tussen graafmodellen (oorspronkelijk voorgesteld door Milner) en de topologische modellen van De Bakker en Zucker uitgewerkt. Deze reeks voordrachten zal begin 1989 als CWI-rapport verschijnen (en tevens in de Proceedings van de Workshop).

(iii) *Theoretische aspecten van procesaxiomatiseringen.* Rapport CS-R8632 werd voor publikatie in *Information and Computation* geaccepteerd. Rapport CS-R8420 werd gepubliceerd in de proceedings van *Logic Colloquium 86* (Hull), North-Holland 1988.

Een belangrijk onderwerp in recente theorievorming over communicerende processen betreft de zogenaamde 'true concurrency', waarbij processemantiek bestudeerd worden die niet op 'interleaving' van atomaire acties gebaseerd zijn. R.J. van Glabbeek was mede-organisator (met U. Goltz, GMD en E.-R. Olderog, Christian-Albrechts Univ., Kiel) van een goed bezochte Workshop waarin dergelijke non-interleaving semantiek ruime aandacht kregen: de GMD-Workshop 'Combining Compositionality and Concurrency'. Het onderzoek op het gebied van non-interleaving semantiek werd in het verslagjaar voortgezet. Samen met U. Goltz (GMD) werkte R.J. van Glabbeek aan de vraag welke processemantiek bestand zijn tegen het verfijnen van acties; publikatie van de resultaten wordt in 1989 verwacht. In [CS-R8839] wordt door F.W. Vaandrager bewezen dat voor deterministische processen vrijwel alle processemantiek met elkaar samenvallen. In het bijzonder komen 'step sequence equivalentie' en 'event structure isomorfie' overeen.

Een andere inspanning in theoretisch kader was het bestuderen van 'gestructureerde operationele semantiek'. Door J.F. Groote en F.W. Vaandrager werd in het verslagjaar gewerkt aan Plotkin's methode om via conditionele regels op een gestructureerde manier semantiek te geven aan programmeertalen [CS-R8845]. Een eerste resultaat van dit onderzoek was dat voor een zeer grote

klasse van transitie-systeemspecificaties bisimulatie altijd een congruentie is. Verder werd aangetoond dat, met uitzondering van enkele pathologische gevallen, specificaties in deze klasse zich goed gedragen met betrekking tot modularisering. Tot slot werd een karakterisering gegeven, voor deze ruime klasse van specificaties, van de semantiek die 'fully abstract' is ten opzichte van maximale trace equivalentie.

Een algebraïsering van synchrone coöperatie van processen (contrasterend met de asynchrone opzet van ACP) werd in de vorm van ASP (Algebra of Synchronous Processes) verder uitgewerkt door W.P. Weijland.

A. Ponse bestudeerde en formuleerde in [CS-N8802] een integratie van procesalgebra met de logische verificatietechniek van Hoare ('Hoare's Logic').

*Ad (2), termherschrijfsystemen.*

Met J.A. Bergstra en A. Middeldorp (VU Amsterdam) werd een nederlandsstalige inleiding in de theorie der termherschrijfsystemen voltooid, die begin 1989 zal verschijnen in de serie Kluwer Programmatuurkunde. Met A. Middeldorp werd een korte inleiding geschreven betreffende Knuth-Bendix completering en correctheidsbewijzen daarvan (verschenen in CWI Quarterly). Verder werd door J.W. Klop gewerkt aan een begin 1989 te voltooien hoofdstuk over termherschrijfsystemen voor het *Handbook of Logic in Computer Science*. In rapport [CS-R8815] werd een studie betreffende herschrijfgeregels met prioriteiten-ordening voortgezet, met een aantal uitbreidingen door W.P. Weijland van een eerdere versie van dit werk.

F.-J. de Vries (in dienst vanaf september) begon in het kader van termherschrijfsystemen met werk aan typetheorieën.

Het thema termherschrijfsystemen maakte het verslagjaar voor het laatst deel uit van AP 2: met ingang van januari 1989 is dit thema gesitueerd in AP 4, *Termherschrijfsystemen*.

Wat betreft het thema termherschrijfsystemen, was J.W. Klop betrokken bij de volgende BRA-projectaanvragen: (1) Semagraph, samen met o.a. KU Nijmegen en University of East Anglia. Het onderzoek betreft 'graph rewrite systems'. (2) Integration, in samenwerking met AP 1 en AP 6. Het aandeel dat vanuit het onderwerp termherschrijfsystemen beoogd is, betreft de integratie van functioneel en logisch programmeren. (Dit werk zal vanaf januari 1989 in project AP 4, Termherschrijfsystemen, plaatsvinden.)

*Ad (3), Module-algebra.*

Het thema modularisering was één van de zaken die aan de orde waren in het VIP-project dat in december eindigde. De oorspronkelijke doelstelling van het project, de formele specificatie in een VDM-achtige taal van de interfaces van de PCTE, is bereikt. Binnen het VIP-project heeft H.J.M. Goeman (tot 1 december in dienst) zich o.a. beziggehouden met de modularisering van deze specificatie.

Een theoretisch resultaat, van belang voor een algebraïsche aanpak van modularisering, werd geformuleerd in [CS-R8838] door P.H. Rodenburg en R.J. van Glabbeek. Hierin wordt een interpolatie-eigenschap bewezen voor equationele logica.

Bij dit thema 'module-algebra' werd samengewerkt met project AP 3. Voor verdere rapportage zie het verslag van AP 3.

*Ad (4), De specificatietaal ASF.* Ook bij dit thema wordt samengewerkt met project AP 3; zie voor rapportage over dit werk het verslag van AP 3.

Het verslagjaar stond in het teken van een overgang naar nieuwe projecten: het project VIP werd afgesloten, het project RACE is aangevangen, METEOR is zijn laatste jaar ingegaan, een drietal aanvragen voor BRA-projecten (medio 1989 te beginnen) werd gehonoreerd.

*AP 3 Uitbreidbare programmeeromgevingen.* Het werk in dit project wordt sinds november 1984 verricht in het kader van ESPRIT-project 348 (Generation of Interactive Programming Environments-GIPE). GIPE loopt af in november 1989, maar zal, zo werd in het verslagjaar door de EG besloten, kunnen worden voortgezet binnen GIPE II (ESPRIT-project 2177). Dit project richt zich meer op toepassingen dan zijn voorganger en heeft dan ook een grotere industriële component. Naast het Franse softwarebedrijf SEMA.METRA, dat hoofdaannemer blijft, nemen deel de software houses ADV/ORGA, GIPSI2 en PLANET, het BULL Research Center in Sophia-Antipolis en het PTT Telematica Laboratorium in Groningen. De niet-industriële component wordt gevormd door INRIA en CWI in samenwerking met de Universiteit van Amsterdam.

Wat de werkzaamheden in het project betreft, valt de nadruk in toenemende mate op implementatie. In de uitbreidbare programmeeromgeving die ons voor ogen staat, wordt een uitbreiding gegenereerd op basis van een taaldefinitie. Deze beschrijft syntax zowel als statische en dynamische semantiek van de taal waarvoor een (deel)omgeving moet worden toegevoegd in een combinatie van de eerder voor dit doel ontwikkelde formalismen SDF (syntax) en ASF (semantiek).

Teneinde incrementele ontwikkeling van taaldefinities mogelijk te maken wordt voor de implementatie van SDF gebruik gemaakt van een scanner- en parsergenerator die zowel lui als incrementeel zijn. De door de parsergenerator [CS-R8822] geproduceerde parser accepteert willekeurige contextvrije grammatica's. Dit is van groot belang bij de interactieve ontwikkeling van grammatica's (SDF-definities). Gebruikelijke restricties als LALR(1), LR(1) en dergelijke geven de syntaxontwerper te weinig vrijheid en vormen een ernstige belemmering bij het combineren van onafhankelijk van elkaar gedefinieerde grammatica's zoals zich voordoet bij gebruik van een bibliotheek van grammatica's.

De SDF-implementatie is gekoppeld aan een editor die zowel syntax-gestuurde als vrije tekstmodificatie toelaat [CS-R8820]. Aangezien de editor niet werkt op basis van prettyprinting, maar zowel de oorspronkelijke tekst als de bijbehorende boomrepresentatie bijhoudt, is het van groot belang beide representaties efficiënt met elkaar te kunnen correleren. Over dit punt en over verdere ontwikkeling van de editor in het algemeen is gerapporteerd in *Fourth Annual Review Report GIPE Project*, december 1988. Daarin is eveneens een vrijwel volledige formele beschrijving van SDF opgenomen. Over parser-

generatie voor modulaire SDF-definities zal in 1989 worden gerapporteerd.

De beschikbare batch-georiënteerde implementatie van ASF [CS-R8823] die ASF-definities in Prolog vertaalt, werd verder ontwikkeld om integratie met de SDF-implementatie in de nabije toekomst mogelijk te maken. Dit betrof in het bijzonder toevoeging van lijsten en associatieve operaties. Daarnaast werd gewerkt aan het ontwerp van een luie/incrementele compiler voor ASF naar analogie van de eerder genoemde luie/incrementele generatoren voor SDF. Vertaling van ASF-definities naar conventionele talen als Pascal werd onderzocht vanuit theoretisch gezichtspunt in [CS-R8801].

Om verdere ervaring met de combinatie van ASF en SDF op te doen werden twee voorbeelden uitgewerkt. Het eerste [CS-R8814] is een experiment met negatieve condities in vergelijkingen en het weglaten van foutgevallen om verkorting van taaldefinities te bereiken. Het tweede voorbeeld [CS-R8848] is een definitie van een compiler en bijbehorende objecttaal voor een eenvoudige programmeertaal met pointers.

Het onderzoek op het gebied van module-algebra dat in samenwerking met AP 2 plaatsvindt, werd weer opgenomen [CS-R8844]. Doel is de tot nu toe ontwikkelde theorie van modulecompositie uit te breiden tot geparametriseerde modules.

Tenslotte werd in het verslagjaar het werk aan het boek *Algebraic Specification* afgesloten. Het boek verschijnt begin 1989 in de nieuwe serie *Frontiers in Computing* van ACM Press/Addison-Wesley. Bijdragen zijn geleverd door J.A. Bergstra (Universiteit van Amsterdam), L.G. Bouma (Universiteit van Amsterdam, thans Dr. Neher Laboratorium), H.R. Walters (Universiteit van Amsterdam), N.W.P. van Diepen (AP 3, thans KU Nijmegen), J. Heering, P.R.H. Hendriks, P. Klint en J.G. Rekers (allen AP 3).

*AP 5 Expertsystemen.* Evenals in het voorgaande jaar, vond in 1988 het merendeel van het werk plaats in het kader van het door Philips Research Laboratorium Eindhoven geleide SPIN-project PRISMA. In dit jaar werd in het kader van PRISMA deelgenomen aan twee driedaagse general meetings, aan enkele werkgroepen en werden twee deliverables afgerond. Het onderzoek naar methoden voor de representatie en manipulatie van onzekere kennis in expertsystemen werd gecontinueerd. Ook de samenwerking met de EU Rotterdam met betrekking tot de validering van kennisbanken werd voortgezet.

*PRISMA-project.* In het kader van PRISMA werd het werk met betrekking tot de ontwikkeling van een kennisrepresentatievorm gebaseerd op veelsoortige eerste-orde predikatenlogica door M. Bezem, A. Eliëns, L. Kossen en P.J.F. Lucas voortgezet. Het uitgangspunt bij de ontwikkeling van dit formalisme is de Emycin-achtige expert system shell Delfi-2 geweest en enkele met behulp van Delfi-2 ontwikkelde kennisbanken. In Delfi-2 wordt kennis vastgelegd met behulp van object-attribuu-waarde tupels en produktieregels. Het is gebleken dat een deel van de kennis in een Delfi-2 kennisbank zich eenvoudig laat vertalen in veelsoortige eerste-orde predikatenlogica. Hierdoor is het mogelijk een kennisbank op te vatten als een logische theorie met een semantiek in de zin

van Tarski. Voor veelsoortige predikatenlogica zijn inferentie-algoritmen bekend die gezond en compleet zijn, zodat het onder bepaalde voorwaarden mogelijk is de consistentie van zo'n kennisbank mechanisch te verifiëren [CS-R8824]. De volgende activiteiten werden in 1988 ondernomen:

- Er werd een syntax opgesteld voor de kennisrepresentatievorm en één van de kennisbanken van Delfi-2, namelijk de Hepar-kennisbank, werd vertaald in het formalisme.
- Er werd een PROLOG prototype-systeem ontwikkeld om zo te kunnen experimenteren met de vertaalde Hepar-kennisbank en een algoritme voor modelgeneratie. De toepasbaarheid van het algoritme werd onderzocht door gebruik te maken van een database van testgevallen. Tevens werd op beperkte schaal geëxperimenteerd met een ander algoritme, te weten hyperresolutie, door uitbreiding van het genoemde PROLOG-programma, en met behulp van een aangepaste versie van de resolutie-gebaseerde stellingenbewijzer OTTER.
- Er werd een implementatiemodel voor modelgeneratie (onder de naam  $\delta$ -processing) opgesteld [CS-R8846]. Dit implementatiemodel is toegesneden op het soort architectuur als de PRISMA-machine. In het model wordt daarom gestreefd naar een optimale verdeling van inferentietaken over de knopen van de machine en naar een minimalisering van de communicatie tussen inferentieprocessen.
- Tenslotte werd een begin gemaakt met de uitwerking van het genoemde implementatiemodel in de programmeertaal POOL-X.

Naast de bovenvermelde werkzaamheden, vond ook nog ander onderzoek plaats in het kader van PRISMA. Door J.M. Rukkers en P.J.F. Lucas werd een voorstudie gedaan naar de toepasbaarheid van databases van gevallen voor de classificatie van nieuwe gevallen met gebruikmaking van een bepaalde metriek met behulp waarvan elk nieuw geval vergeleken kan worden met clusters van gevallen die uit de database zijn samengesteld. Er werd een prototype-systeem ontwikkeld volgens bovenstaande schets. Hoewel deze classificatiemethode zeker mogelijkheden voor data-parallellisme biedt, zal het opstellen van een goede domein-afhankelijke metriek nog veel onderzoek vergen. De verdere ontwikkeling van dit systeem in het kader van PRISMA is daarom, wellicht voorlopig, gestaakt. Tenslotte werd door J.W. Spee een begin gemaakt met de implementatie van een POOL-X programma ten bate van een bij het Philips Research Laboratorium te Eindhoven ontwikkelde kennisbank voor de diagnostiek van procesfouten bij IC-productie.

Mw. M.C.L. Kempenaar (stagiair Universiteit van Amsterdam) studeerde af op een scriptie waarin haar werk met betrekking tot het benutten van expliciet parallellisme door het tot uitdrukking brengen van afhankelijkheden tussen delen van een kennisbank, beschreven werd. Deze benadering werd door haar uitgewerkt in een systeem in de programmeertaal POOL.

Helaas werd de voortgang van de werkzaamheden in het kader van PRISMA enigszins vertraagd door het vertrek van twee onderzoekers naar elders.

*Redeneren met onzekerheid.* Door L.C. van der Gaag werd studie verricht naar een mogelijke wiskundige karakterisering van partieel en inconsistent gespecificeerde kansmaten in expertsystemen. Op de meeste terreinen waarvoor expertsystemen worden toegepast, is de gebruikte kennis voor het vinden van oplossingen gekenmerkt door een bepaalde mate van onzekerheid. Voorts is het bij veel van deze probleemgebieden niet mogelijk een kansmaat volledig te specificeren als gevolg van ontbrekende informatie. Er werd een wiskundig model ontwikkeld op basis van methoden uit de lineaire algebra en lineaire programmering dat in staat is onder- en bovengrenzen van kansen te berekenen, waarbij uitgegaan wordt van zulke partieel, en eventueel inconsistent, gespecificeerde kansmaten [CS-R8842].

*Validering van expertsystemen.* Door P.J.F. Lucas en M. Teunisse werd in samenwerking met R.W. Segaar (Instituut Maatschappelijke Gezondheidszorg, EU Rotterdam), A.R. Janssens (AZL, RU Leiden) en P. Jansen (AMC, Universiteit van Amsterdam) gewerkt aan de samenstelling van een uitgebreide testpopulatie voor de eerder genoemde HEPAR-kennisbank.

*AP 6 Logische aspecten van kunstmatige intelligentie.* In 1988 concentreerde het onderzoek in dit project zich op logisch programmeren, deductieve databases, niet-monotoon redeneren en resolutiemethoden. Het werd uitgevoerd door K.R. Apt, M. Bezem, R.N. Bol en P. van Emde Boas, vaak in samenwerking met anderen.

*Logisch programmeren* is een simpel en krachtig formalisme dat het mogelijk maakt logisch redeneren en kennisrepresentatie te modelleren binnen één kader, gebaseerd op een deel van de eerste-orde logica. Het vormt een theoretische basis voor de veel gebruikte programmeertaal PROLOG.

*Deductieve databases* vormen een uitbreiding van databases waarin een beperkte vorm van redeneren gemodelleerd kan worden. Zij zijn een theoretische basis van expertsystemen.

*Niet-monotoon redeneren* is een natuurlijk verschijnsel bij de behandeling van onvolledige en groeiende kennis over een veranderend domein. Het kan worden beschreven met behulp van een aantal niet-standaard bewijssystemen en -methoden zoals circumscriptie, default redeneren, auto-epistemische logica, verscheidene vormen van de closed world assumption en logisch programmeren. Niet-monotoon redeneren is een van de belangrijkste voorbeelden van 'commonsense reasoning'.

*Resolutie* is de meest gebruikte aanpak van 'automated theorem proving'. Het is gebaseerd op unificatie, gecombineerd met een formule-ervangingsmechanisme. Er bestaan vele resolutiestrategieën, zoals SLD-resolutie, welke zowel gebruikt wordt voor logisch programmeren als voor deductieve databases.

Recentelijk zijn een aantal onderzoekers erin geslaagd deze onderzoeksgebieden met elkaar te verbinden door een gemeenschappelijke basis in de vorm van *gestratificeerde programma's* te formuleren. Gestratificeerde programma's, geïntroduceerd door Apt, Blair en Walker en onafhankelijk van

hen door Van Gelder, zijn logische programma's waarin negatieve literals zijn toegestaan onder de beperking dat recursie via negatie niet voorkomt. Zij hebben een natuurlijke semantiek in de vorm van een specifiek Herbrand-model, het zogenaamde *perfect model*.

Het is aangetoond dat deze aanpak geschikt is voor een aantal vormen van niet-monotoon redeneren, waaronder circumscriptie, default redeneren en auto-epistemische logica. Aldus is een natuurlijk verband tussen logisch programmeren en niet-monotoon redeneren gelegd. Ook blijkt het perfect model een natuurlijke gewenste interpretatie van een gestratificeerde deductieve database te zijn.

In rapport [CS-R8810] is de recursie-theoretische complexiteit van perfecte modellen onderzocht. Dit heeft geleid tot een evaluatie van de complexiteit van verscheidene formalismen voor niet-monotoon redeneren.

In [CS-R8830] zijn efficiënte algoritmen beschreven voor het berekenen van de afsluiting van een eindige verzameling feiten onder een eindige verzameling regels. Het berekenen van deze afsluiting is een basiscomponent van mechanismen voor de evaluatie van vragen aan deductieve databases.

Door Apt, Bol en Klop is recentelijk een implementatie voorgesteld voor het testen van het lidmaatschap van het perfecte model, geschikt voor een natuurlijke subklasse van gestratificeerde deductieve databases. Hierbij wordt de resolutiemethode van PROLOG gebruikt, uitgebreid met een mechanisme dat oneindige lussen detecteert. In 1989 zal een rapport over dit onderwerp verschijnen.

Onderwerpen betreffende de volledigheid van automated theorem proving worden bestudeerd in [CS-R8837]. Een algemeen schema wordt gegeven voor de volledigheidsbewijzen van verscheidene resolutiestrategieën, waaronder die welke in logisch programmeren wordt gebruikt. In een door M. Bezem geschreven artikel [P16] voor het CWI Quarterly worden de in het logisch programmeren gelegen fundamentele van PROLOG op informele wijze behandeld.

Tenslotte wordt in [CS-R8826] een systematische en zelfstandige inleiding in de theorie van het logisch programmeren gegeven. Deze herziene versie van een eerder rapport bevat nu een behandeling van gestratificeerde programma's en perfecte modellen.

In 1988 heeft K.R. Apt ook gewerkt op het gebied van gedistribueerde systemen. In zijn artikel [CS-R8811] geschreven met N. Francez en S. Katz zijn verschillende criteria voor 'fairness' in het kader van gedistribueerde talen systematisch bestudeerd.

## EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

### *Colloquia*

*Informatica-Colloquium.* Zie onder Algemene CWI-Activiteiten.

## Cursussen

### *PAO cursussen (mede) georganiseerd door CWI:*

*Software Engineering (CWI).* Deze cursus werd voor de twaalfde maal door het CWI georganiseerd en gegeven op 8, 9, 22 en 23 september. Het aantal deelnemers bedroeg 25. In de cursus werd aandacht geschonken aan een aantal algemeen toepasbare technieken in de praktijk van programmatuurontwikkeling om op economische wijze en betrouwbare wijze omvangrijke systemen te construeren en aan (wiskundig getinte) theoretische achtergronden waarop deze methoden en technieken kunnen worden gebaseerd. Docenten waren J.C.M. Baeten (Universiteit van Amsterdam/CWI), M.M. Fokkinga, J. Heering, P. Klint, J.G. Rekers en J.C. van Vliet (VU Amsterdam).

*Kunstmatige Intelligentie (UvA/CWI).* In samenwerking met de Universiteit van Amsterdam werd in het kader van Postacademisch Onderwijs Informatica op 3, 4, 7, 8 en 9 november een cursus Kunstmatige Intelligentie gegeven. Het aantal deelnemers bedroeg 24. Onderwerpen die in de cursus aan bod kwamen waren methoden voor kennisrepresentatie en automatisch redeneren, diverse toepassingen waaronder expertsystemen, robotica, natuurlijke-taal verwerking, en de historische, filosofische en psychologische achtergronden van het vakgebied. Van het CWI waren M. Bezem, L.C. van der Gaag en P.J.F. Lucas als docent bij de cursus betrokken. P.J.F. Lucas was tevens betrokken bij de organisatie van de cursus.

### *Overige PAO cursussen*

Aan de cursussen *Gestructureerd Programmeren* (Universiteit van Amsterdam) 18 en 19 januari, werd van CWI zijde medegewerkt door H.J.M. Goeman (RU Leiden/CWI); *Logica* (RU Utrecht) 16, 17 mei, door J.W. Klop; *Toegepaste Logica* (RU Utrecht) 28 en 29 november, door H.J.M. Goeman (RU Utrecht/CWI).

### *Colleges*

Aan de Universiteit van Amsterdam werden de volgende colleges gegeven: in het voorjaarsemester *Caput Programmatuur 2, Processemantiek*, door R.J. van Glabbeek, *Expertsystemen* door P.J.F. Lucas, in het najaarsemester *Formele methoden in AI*, door M. Bezem.

### *Werkgroepen*

*Landelijk Project Concurrency.* Het door SION gesteunde Landelijk Project Concurrency (LPC) stond onder leiding van J.W. de Bakker, W.P. de Roever (TU Eindhoven) en G. Rozenberg (RU Leiden). Naast een drietal promotieonderzoeken (zie verslag AP 1 voor wat betreft het bij het CWI gelokaliseerde



gedeelte) vonden onder auspiciën van het LPC een aantal educatieve en organisatorische activiteiten plaats.

### *Concurrencydagen*

In het voorjaar werden de volgende voordrachten gehouden aan de RU Leiden:

- N.D. Jones (Kopenhagen, Denemarken): Partial evaluation, compiler generation, binding time analysis and static semantics, 29 januari.  
 J. Hooman (TU Eindhoven): A compositional proof system for an Occam-like real-time language, 29 januari.  
 J. Sifakis (Grenoble, Frankrijk): XESAR: a tool for the verification of communication protocols, 26 februari.  
 W. Thomas (RWTH Aachen, BRD): Some expressiveness results on linear and branching time logics, 26 februari.  
 D. Perrin (Paris, Frankrijk): Asynchronous automata, 25 maart.  
 M. Roncken (Philips Eindhoven): Composition of semantics of communicating modules, 25 maart.  
 L. Feijs (Philips Eindhoven): Black-box correctness of designs, 25 maart.  
 E.A. Emerson (Austin at Texas, USA): Branching time temporal logic, 20 mei.  
 G. Rozenberg (RU Leiden): Partial 2-structures and concurrent systems, 20 mei.

### *Symbolic Computing Day*

Op 19 april werd een symposium over 'symbolic computing' gehouden in het CWI, onder auspiciën van de Werkgemeenschap Theoretische Informatica (WTI). Programma en organisatie werden verzorgd door K.R. Apt (CWI). Administratie etc. werd verzorgd door het CWI. Het programma luidde:

- J.W. Klop (CWI/VU Amsterdam): *Term rewriting systems.*  
 H.P. Barendregt (KU Nijmegen): *Functional programming.*  
 A.M. Cohen (CWI/RU Utrecht): *Mathematical formula manipulation from a user's point of view.*  
 P. van Emde Boas (Universiteit van Amsterdam/CWI): *Complexity of symbolic computing.*  
 P.M.G. Apers (Universiteit Twente): *Relational databases.*  
 K.R. Apt (CWI/TU Austin): *Deductive databases.*  
 M. Bezem (CWI): *Logic programming and PROLOG.*

### *REX Project (Research and Education in Concurrent Systems)*

Van 30 mei tot 3 juni werd te Noordwijkerhout in het conferentiecentrum De Leeuwenhorst de *REX School/Workshop on Linear Time, Branching Time and Partial Order in Logics and Models for Concurrency* gehouden. De cursus werd

financieel mogelijk gemaakt door steun van de NFI. Als directeuren van de cursus traden op J.W. de Bakker, W.P. de Roever (TU Eindhoven) en G. Rozenberg (RU Leiden). Aan de workshop werd deelgenomen door 180 onderzoekers uit 14 landen. Het programma luidde als volgt:

### Tutorials

- J.F.A.K. van Benthem (Universiteit van Amsterdam): *A logician's point of view concerning the use of temporal logic in computer science.*  
 E.A. Emerson (University of Texas at Austin): *Branching time temporal logic.*  
 M. Hennessy (University of Sussex): *Observing processes.*  
 J.W. Klop (CWI/VU Amsterdam): *Bisimulation semantics.*  
 A. Mazurkiewicz (Polish Academy of Sciences, Warsaw): *Basic notions of trace theory.*  
 A. Pnueli (Weizmann Institute, Rehovot): *Linear time temporal logic.*  
 G. Winskel (Cambridge University): *Event structures.*

### Technical Contributions

- I. Castellani (INRIA, Sophia-Antipolis): *Permutation of transitions: an event structure semantics for CCS and SCCS.*  
 E.M. Clarke (Carnegie-Mellon University, Pittsburgh): *Compositional model checking.*  
 R. de Nicola (Istituto di Elaborazione dell'Informazione, Pisa): *Temporal, spatial and causal observations of concurrent systems.*  
 H. Gaifman (Hebrew University, Jerusalem): *Analysis of concurrency with the help of partial order.*  
 S. Katz (Technion Haifa): *Exploiting interleaving set temporal logic to simplify correctness proofs.*  
 M. Nielsen (Aarhus University): *Partial order semantics.*  
 E.-R. Olderog (Christian-Albrechts-University, Kiel): *Nets, terms and formulas: three views of concurrent processes.*  
 W. Reisig (GMD, St. Augustin): *Linear time and branching time logic for partial order semantics.*  
 J.J.M.M. Rutten (CWI): *Correctness and full abstraction of metric semantics for concurrency.*  
 M.W. Shields (University of Kent at Canterbury): *Behavioural presentation.*  
 J. Sifakis (IMAG - LIFIA, Grenoble): *A logic for the description of behaviours and properties of concurrent systems.*  
 C. Stirling (University of Edinburgh): *Expressibility and definability in branching and linear time temporal logics.*  
 P.S. Thiagarajan (The Institute of Mathematical Sciences, Madras): *On a logic for distributed transition systems.*  
 W. Thomas (Technical University, Aachen): *Computation tree logic and regular  $\omega$ -languages.*

B.A. Trakhtenbrot (Tel-Aviv University): *Interleaving and partial order in data flow.*

### *REX lezingenserie*

In het kader van het door NFI gesteunde REX project werd in het najaar een lezingenserie gehouden door dr. E.-R. Olderog (Universiteit Kiel, tijdelijk CWI).

#### Programma:

- 16 september Nets, Terms and Formulas: Three Description Methods for Concurrent Processes.
- 23 september Relating Terms and Nets.
- 30 september Relating Formulas and Terms.
- 7 oktober What is a Good Net Semantics.
- 14 oktober Logic Determines Denotational Semantics.

*Process Algebra Meeting.* Wekelijks bijeenkomende werkgroep. Plaats CWI. Naast presentatie en bespreking van eigen werk werden ook sprekers van buiten uitgenodigd.

#### SAMENWERKING EN CONSULTATIES

Leden van de afdeling waren op velerlei werkwijze werkzaam ten behoeve van of in opdracht van nationale en internationale organisaties en instellingen, onder meer in bestuursfuncties, als lid van beoordelings- of programmacommissies of werkgroepen, of als redactielid of referee van internationale tijdschriften. Meer gegevens zijn te vinden in de overzichten betreffende commissies en besturen en van educatieve werkzaamheden. Van een greep uit de werkzaamheden wordt hieronder uitgebreider verslag gedaan.

#### *ESPRIT/RACE*

Een belangrijk gedeelte van het werk van de afdeling vond plaats in het kader van een viertal ESPRIT-projecten en een RACE-project:

#### ESPRIT

- (AP 1, AP 5) Parallel Architectures and Languages for AIP: a VLSI directed approach; hoofdaannemer Philips.
- (AP 2) METEOR: a Formal Approach to Industrial Software Development; hoofdaannemer Philips.
- (AP 2) VIP: VDM specification of the interface for the PCTE, portable common tool environment; hoofdaannemer Praxis Systems (UK).
- (AP 3) GIPE: Generating Interactive Programming Environments; hoofdaannemer SEMA (Frankrijk).

#### RACE

- (AP 2) SPECS: Specification and Programming Environment for Communication Software; hoofdaannemer GSI/TECSI, (Parijs, Frankrijk).

Voor bijzonderheden zij verwezen naar de verslagen van de betreffende projecten.

### *PAO*

De afdeling was betrokken bij het Postacademisch Onderwijs (PAO) Informatica (Orgaan en programmacommissie). Voor de georganiseerde cursussen zij verwezen naar het overzicht van de educatieve werkzaamheden.

### *SPIN/PRISMA*

In het kader van het Stimuleringsprojectteam Informatica-onderzoek Nederland (SPIN) werd gewerkt aan het PRISMA: a Parallel Inference and Storage Machine Project. Dit project heeft als doel het realiseren van een parallelle machine ten behoeve van verwerking van gegevens- en kennisbestanden. Het project wordt geleid door Philips Research (Eindhoven); participanten zijn de Universiteit Twente, het CWI (afdelingen Programmatuur, Algoritmiek en Architectuur), de Universiteit van Amsterdam, de RU Leiden en de RU Utrecht.

### *SION/LPC*

Voor een verslag van de participatie van de afdeling Programmatuur aan het door SION gesteunde Landelijk Project Concurrency (LPC) zij verwezen naar het wetenschappelijk verslag van AP 1 en het verslag van de educatieve werkzaamheden.

### *ESPRIT-Basic Research Actions*

De afdeling Programmatuur was betrokken bij de voorbereiding van een drietal - inmiddels toegekende - projecten in het kader van het ESPRIT Basic Research Program:

- (AP 1, 4, 6) Integration: integrating the foundations of functional, logic and object-oriented programming; hoofdaannemer CWI.
- (AP 2, 4) Concur: theories of concurrency- unification and extension; hoofdaannemer CWI.
- (AP 4) Semagraph: semantics and pragmatics of generalized graph rewriting; hoofdaannemer University of East Anglia.

### *NFI/REX*

Het door de nationale Faciliteit Informatica gesteunde REX project - Research and Education in Concurrent Systems - vormt een voortzetting van de binnen het SION Landelijk Project Concurrency tot stand gekomen samenwerking van het CWI, de RU Leiden en de TU Eindhoven.

### DEELNAME AAN COLLOQUIUA, CURSUSSEN EN WERKGROEPEN BUITEN HET CWI

*Landelijk Project Concurrency, Concurrencydagen*, Leiden 29 januari: J.W. de Bakker, N.W.P. van Diepen, J.N. Kok, 26 februari: J.W. de Bakker, F.S. de

- Boer, R.J. van Glabbeek, J.F. Groote, H.J.M. Goeman, J.N. Kok, J.J.M.M. Rutten, F.W. Vaandrager, 25 maart: J.W. de Bakker, F.S. de Boer, H.J.M. Goeman, J.N. Kok, C. Palamidessi, J.J.M.M. Rutten, 20 mei: J.W. de Bakker, J.N. Kok, F.W. Vaandrager.
- Symposium Specificatietalen*, RU Utrecht, 25 februari: P. Klint (voordracht).
- STOP (Specification and Transformation Of Programs)*, Nijmegen, 7-9 maart: N.W.P. van Diepen.
- Logica avond*, Universiteit van Amsterdam, 9 april: K.R. Apt (voordracht).
- Symbolic Computing Day*, Amsterdam, 19 april: K.R. Apt (voordracht), M. Bezem (voordracht), R.N. Bol, A. Eliëns, P. van Emde Boas (voordracht), J.W. Klop (voordracht), J.N. Kok, W.P. Weijland.
- Wiskunde-Informatica Colloquium*, TU Eindhoven, 22 april: P. Klint (voordracht).
- Cursus Kennisbanken (Datex/UvA/VU)*, 27 april en 4 mei, VU Amsterdam: J.W. Klop (voordracht).
- Logic Intercity Seminar*, Utrecht, 7 mei: K.R. Apt (voordracht), J.W. Klop (voordracht).
- Cursus PAO 'Logica'*, 17 mei, Utrecht: J.W. Klop (voordracht).
- Symposium Redeneren met onzekere en onvolledige kennis*, RU Utrecht, Jaarbeursgebouw, 24 mei: R.N. Bol (voordracht), L.C. van der Gaag (voordracht).

#### DEELNAME AAN CONGRESSEN, WERKBEZOEKEN E.D.

- Vorbereiding Kingfisher project in het kader van ESPRIT II*, Madrid, 13-14 januari: P.J.F. Lucas.
- ESPRIT GIPE project*, Parijs, 4 februari : P. Klint.
- ESPRIT Basic Research Action 'Integration', Consortium meeting*, 5 februari, Imperial College, Londen: K.R. Apt, J.W. de Bakker, J.W. Klop.
- ESPRIT Project 415, PCC meeting*, Eindhoven, 10 februari, J.W. de Bakker.
- Werkbezoek INRIA*, Sophia Antipolis (G. Boudol en I. Castellani), 10-12 februari: R.J. van Glabbeek (voordracht), F.W. Vaandrager (voordracht).
- STACS Conference*, Bordeaux, 11-13 februari: J.N. Kok (voordracht).
- ESPRIT Project 415, Working Group on Semantics and Proof Techniques*, Pisa 17-19 februari: J.W. de Bakker, F.S. de Boer (voordracht), J.N. Kok.
- Workshop on Combining Compositionality and Concurrency*, Königswinter, 2-5 maart: R.J. van Glabbeek (voordracht), F.W. Vaandrager (voordracht).
- bijeenkomst RACE project SPECS*, Parijs, 7 maart: F.W. Vaandrager.
- ESPRIT VIP project*, Leicester, 9-10 maart: H.J.M. Goeman, J.C. Mulder.
- ESPRIT II Kingfisher project*, Willemshaven, BRD, 10-11 maart: P.J.F. Lucas.
- ESPRIT GIPE Project, Review meeting* Parijs, 11 maart: M.H.H. van Dijk (voordracht), J. Heering (voordracht), P.R.H. Hendriks, P. Klint, J.G. Rekers (voordracht).
- Principles of Database Systems*, San Francisco, 19-21 maart, en Micro electronics and Computers Center, Austin, 26-31 maart: K.R. Apt.

- PRISMA General meeting*, Nijmegen, 21-23 maart: M. Bezem, A. Eliëns, P.J.F. Lucas (voordracht), J.M. Rukkens.
- ESOP '88*, Nancy, 21-24 maart: N.W.P. van Diepen (voordracht).
- Nederlandstalige AI conferentie*, Amsterdam, 12-13 april: A. Eliëns.
- ESPRIT Project 415, General meeting*, Mierlo, 26 april: J.W. de Bakker (voordracht).
- ESPRIT Project 415, Working Group on Semantics and Proof Techniques*, Mierlo, 27, 28 april: J.W. de Bakker, F.S. de Boer, J.N. Kok, J.J.M.M. Rutten.
- RACE Project SPECS bijeenkomst*, Parijs, 9-10 mei: F.W. Vaandrager (voordracht).
- ESPRIT Basic Research Action 'Integration', Consortium meeting*, Parijs, 19 mei: K.R. Apt, J.W. de Bakker, J.J.M.M. Rutten.
- 9th Int. Conference on Automated Reasoning*, Argonne, 23-26 mei: A. Eliëns (voordracht).
- Technion*, Haifa, Israel, 26 mei: K.R. Apt (voordracht).
- REX Workshop*, Noordwijkerhout, 29 mei-3 juni: J.W. de Bakker (directeur), F.S. de Boer, R.J. van Glabbeek, H.J.M. Goeman, J.W. Klop (3 voordrachten), J.N. Kok, J.J.M.M. Rutten (voordracht), F.W. Vaandrager, W.P. Weijland.
- ESPRIT Project METEOR miniconferentie*, Orsay, 2-3 juni: J.F. Groote (voordracht), A. Ponse.
- ESPRIT Project 415, Working Group on Semantics and Proof Techniques*, Londen, 8-10 juni: J.W. de Bakker, F.S. de Boer, J.N. Kok (voordracht), J.J.M.M. Rutten.
- University of Warsaw*, Polen, 15 juni: K.R. Apt (voordracht).
- IFIP Working Group 2.2 on Formal Description of Programming Concepts*, Warschau, 20-24 juni: K.R. Apt (voordracht), J.W. de Bakker (voordracht).
- ESPRIT GIPE Project, werkbezoek*, Sophia-Antipolis, 20-25 juni: J.G. Rekers.
- META 88 Workshop*, Bristol, 21-23 juni: M. Bezem.
- ESPRIT Project 415, Review meeting*, Veldhoven, 24 juni: J.W. de Bakker (voordracht).
- Werkbezoek TFL (P. Christensen)*, Hoersholm, Denemarken, 27 juni: F.W. Vaandrager.
- Bijeenkomst promotiecommissies (J.M. Kerisit en J.M. Pugin)*, Université 7, Parijs, 29 juni: K.R. Apt.
- RACE Project SPECS bijeenkomst*, TFL Hoersholm, Denemarken, 30 juni, 1 juli: F.W. Vaandrager.
- ICALP 88*, Tampere, 11-15 juli: J.N. Kok (voordracht), J.J.M.M. Rutten, W.P. Weijland (voordracht).
- Werkbezoek Swedish Institute of Computer Science*, Stockholm (B. Jonsson), 18-19 juli: J.N. Kok (voordracht), J.J.M.M. Rutten.
- Werkbezoek ESPRIT BRA*, Brussel, 27 juli: J.W. de Bakker.
- 5th Int. Conference on Logic Programming*, Seattle, 15-18 augustus: K.R. Apt.
- Werkbezoek Victoria University (prof.dr. M.H. van Emden)*, Canada, 22-31 augustus: K.R. Apt (voordracht).

- ESPRIT Project 415, Working Group on Semantics and Proof Techniques*, München, 7-9 september: J.W. de Bakker, F.S. de Boer, J.N. Kok, J.J.M.M. Rutten (voordracht).
- Bijeenkomst auteurs Handbook of Logic in Computer Science*, Londen, 16-18 september: J.W. Klop.
- Advanced School on Foundations of Logic Programming*, Alghero, Italië, 19-23 september: F.S. de Boer, R.N. Bol, J.N. Kok, J.J.M.M. Rutten. W.P. Weijland.
- RACE Project SPECS*, Trondheim, 20-23 september: F.W. Vaandrager (voordracht).
- Vorbereitung CWI/GMD/INRIA Workshop*, Parijs, Frankrijk, 29 september: P. Klint.
- PRISMA General meeting*, Veldhoven, 10-12 oktober: M. Bezem (voordracht), A. Eliëns, L. Kossen, P.J.F. Lucas.
- ESPRIT Project 415, General meeting*, Mierlo, 25, 26 oktober: J.W. de Bakker (voordracht), J.J.M.M. Rutten (voordracht).
- ESPRIT Project 415, Working Group on Semantics and Proof Techniques*, Mierlo, 27, 28 oktober: J.W. de Bakker, F.S. de Boer, J.J.M.M. Rutten.
- Computing Science in the Netherlands CSN88*, Utrecht, 3-4 november: M.H.H. van Dijk, P.R.H. Hendriks (voordracht), P. Klint (voordracht), J.W. Klop (sessie-voorzitter), J.W.C. Koorn, E.A. van der Meulen.
- Cold-K Workshop*, Eindhoven, 4-8 november: H.J.M. Goeman.
- Werkbezoek University of Texas at Austin (Apt)*, 10-19 november: R.N. Bol.
- Peripatetic Seminar on Sheaves and Logic*, Cambridge, 11-12 november: F.-J. de Vries (voordracht).
- Werkbezoek University of Cambridge (J.M.E. Hyland, R.T. Johnstone)*, 13-18 november: F.-J. de Vries.
- NVKI conferentie AI Toepassingen '88*, Den Haag, 14 november: L.C. van der Gaag (voordracht).
- ESPRIT Conference/Review GIPE project*, Brussel, 14-16 november: M.H.H. van Dijk, J. Heering (voordracht), P.R.H. Hendriks, P. Klint, J.W.C. Koorn, E.A. van der Meulen, J.G. Rekers.
- ESPRIT VIP project*, Bath, UK, 14-16 november: H.J.M. Goeman.
- CWI/GMD/INRIA Workshop*, Amsterdam, 17 november: M. Bezem (voordracht), L.C. van der Gaag (voordracht), P.R.H. Hendriks, P. Klint, E.A. van der Meulen, J.G. Rekers (voordracht).
- Werkbezoek USSR Academy of Sciences*, Novosibirsk, 20-27 november: J.W. de Bakker (voordracht).
- Werkbezoek University of Utah*, Salt Lake City, 22 november: K.R. Apt (voordracht).
- Werkbezoek INRIA*, Rennes (P. Darondeau), 23-25 november: J.J.M.M. Rutten (voordracht).
- Int. Conference on Fifth Generation Computer Systems (FGCS '88)*, Tokyo, 28 november-2 december: J.W. de Bakker, J.N. Kok (voordracht).
- Workshop Institute for New Generation Computer Technology (ICOT)*, Tokyo, 5-6 december: J.N. Kok (voordracht).

- Werkbezoek Universiteit van Tsukuba, Japan, 29 november: J.W. de Bakker (voordracht).*
- Werkbezoek NTT Software Laboratories, Tokyo, 2 december: J.W. de Bakker (voordracht).*
- ESPRIT Basic Research Action 'Integration', Consortium meeting, Parijs, LIENS, Frankrijk, 7 december: J.W. de Bakker, J.J.M.M. Rutten.*
- Werkbezoek University of California, San Diego, 5 december: K.R. Apt (voordracht).*
- Interdisciplinary Conference on Axiomatic Systems, Ohio State University, 15-18 december: K.R. Apt (voordracht).*
- ESPRIT Project 415, Review Meeting, Veldhoven, 12,13 december: J.W. de Bakker (voordracht).*
- Werkbezoek ESPRIT BRA, Brussel, 14 december: J.W. de Bakker.*
- ESPRIT project 415, Working Group on Semantics and Proof Techniques, Amsterdam, 14-16 december: J.W. de Bakker, F.S. de Boer (voordracht), P.R.H.Hendriks (voordracht), P. Klint (voordracht), E.A. van der Meulen (voordracht), J.J.M.M. Rutten.*
- Werkbezoek Cambridge University Press, Cambridge, 21 december: J.W. de Bakker.*

#### BEZOEKERS

De afdeling werd onder meer bezocht door de volgende gasten. Indien één van hen een voordracht hield zijn titel en datum vermeld.

- J. Zeleznikow (La Trobe Univ. Australië, 9 februari.
- S. Kaplan (Hebrew Univ.), 22-27 februari.
- L. Fribourg (LIENS, Parijs), 16-17 maart: Rewriting techniques for logic program verification.
- J. Maluszynski (Linköping Univ.), 6-7 april: Amalgamating logic programs with external procedures.
- C. Palamidessi (Univ. Pisa), 10 maart-1 september; i) 20 april: Kernel LEAF: alogic language with partial functions. ii) 6 juli: On the integration of logic and functional languages: Flattening versus Narrowing.
- P. America (PRLE), C. Cousineau (LIENS, Parijs) L. Fribourg (LIENS, Parijs), G. Levi (Pisa), M. Martelli (CNUCE, Pisa), F.G. McCabe (Londen), L. Monteiro (Lisabon) 15 april, ESPRIT-BRA bijeenkomst.
- J. Jaffar (IBM, Yorktown Heights), mei: i) 4 mei: The CLP(R) language and system, ii) 11 mei: Constraint logic programming.
- C. Lengauer (Univ. Texas at Austin), 15-16 mei: On the projection problem in systolic design.
- S. Sokolowski (PAS, Warschau), 15-20 mei: Set-theoretics for polymorphism.
- B. Jonsson (SICS, Zweden), 25 mei.
- U. Goltz (GMD, St Augustin), 26-27 mei: 27 mei: On the representation of CCSP- programs as Petri nets.
- R. De Nicola (IEI, Pisa), 26-28 mei: 27 mei: CCS without tau's.



- A. Rabinovitch (Tel-Aviv Univ.), 7-9 juni: 9 juni: Discerning causality in the behaviour of automata.
- M.H. van Emden (Univ. of Victoria), juli: 6 juli: Beyond LISP and PROLOG.
- E.-R. Olderog (Kiel), 17 juli-14 augustus.
- S.A Smolka (SUNY at Stony Brook, USA), 27-29 juli: 28 juli: Probabilities in Processes - An Algebraic/Operational Perspective.
- J.I. Zucker (SUNY at Buffalo), 27-29 juli.
- S. Tsur (MCC, Austin), 8-9 augustus: Compilation of rules containing set terms in a logic data language.
- E.-R. Olderog (Kiel), 4 september-16 oktober, lezingen: 16, 23 en 30 september, 7 en 14 oktober. 16 september: Nets, Terms and Formulas: Three description methods for concurrent processes; 23 september: Relating terms and nets; 30 september: Relating formulas and terms; 7 oktober: What is a good net semantics; 14 oktober: Logic determines denotational semantics.
- C. Palamidessi (Univ. Pisa), 17-19 oktober.
- R.N. Horspool (Univ. of Victoria), 9 december: Incremental generation of LR parsers.
- D. Clement (SEMA-METRA/INRIA Sophia Antipolis) 12-16 december.
- J. Incerpi (INRIA Sophia Antipolis) 12-16 december.
- C. Cecchi (CSELT, Turijn, Italië), 14-16 december.
- H. Comon (LIFIA IMAG, Grenoble, Frankrijk), 14-16 december.
- W. Damm (Univ. Oldenburg, BRD), 14-16 december.
- P. Degano (Univ. Pisa, Italië), 14-15 december.
- B. Josko (Univ. Oldenburg, BRD), 14-16 december: MCTL, a propositional temporal logic for modular verification.
- D. Lester (GEC Hirst Res. Center, UK), 14-16 december.
- C. Palamidessi (Univ. Pisa, Italië), 14-16 december.
- N. Plouzeau (Bull, Louveciennes, Frankrijk), 14-16 december: The use of validation and verification (CESAR).
- Ph. Schnoebelen (LIFIA IMAG, Grenoble, Frankrijk), 14-16 december.
- U. Schuerfeld (Stollmann, BRD), 14-16 december.

#### VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

- K.R. Apt: Management of stratified databases. *Working Group on Knowledge Representation*, CWI, Amsterdam, 7 maart.
- K.R. Apt: Unification, antiunification and free equality axioms. *Logica avond*, Universiteit van Amsterdam, 9 april.
- K.R. Apt: Deductive databases. *Symbolic Computing Day*, Amsterdam, 19 april.
- K.R. Apt: Logic Programming. *Colloquium van de Nederlandse Vereniging voor Logica: Logic Intercity Seminar*, Utrecht, 7 mei.
- K.R. Apt: Efficient computing of least fixpoints. Technion, Haifa, Israel, 26 mei.
- K.R. Apt: Stratification and its impact on logic programming and non-monotonic reasoning. University of Warschau, Warschau, 15 juni.

- K.R. Apt: Efficient computing of least fixpoints. *IFIP Working Group 2.2 Meeting*, Warschau, Polen, 20 juni.
- K.R. Apt: Management of stratified databases. Universiteit Twente, Enschede, 8 juli.
- K.R. Apt: Management of stratified databases. EU Rotterdam, 11 juli.
- K.R. Apt: Logic Programming. *Research Review*, University of Texas at Austin, Austin, USA, 17 oktober.
- K.R. Apt: Efficient computing of least fixpoints. University of Victoria, Victoria BC, Canada, 29 augustus.
- K.R. Apt: Efficient computing of least fixpoints. University of Utah, Salt Lake City Utah, USA, 22 november.
- K.R. Apt: Efficient computing of least fixpoints. *Distinguished Lecturer Series*, University of California, San Diego California. USA, 5 december.
- K.R. Apt: Logic Programming and Nonmonotonic Reasoning: Application to natural language understanding. Center of Cognitive Systems, University of Texas at Austin, Austin, USA, 8 december.
- K.R. Apt: Logic Programming. *Interdisciplinary Conference on Axiomatic Systems*, Ohio State University, Columbus Ohio, USA, 14 december.
- J.W. de Bakker: Progress Report Working Group on Semantics and Proof Techniques. *ESPRIT 415 General Meeting*, Mierlo, 26 april.
- J.W. de Bakker: Compositional semantics for Concurrent Prolog. *IFIP Working Group 2.2 Meeting*, Warschau, Polen, 23 juni.
- J.W. de Bakker: Progress Report Working Group on Semantics and Proof Techniques. *ESPRIT 415 Review Meeting*, Veldhoven, 24 juni.
- J.W. de Bakker: Progress Report Working Group on Semantics and Proof Techniques. *ESPRIT 415 General Meeting*, Veldhoven, 25 oktober.
- J.W. de Bakker: Het REX project. *NFI Colloquium*, Amsterdam, 16 november.
- J.W. de Bakker: Designing concurrency semantics. *Colloquium*, Computing Centre, USSR Academy of Sciences, Novosibirsk, 24 november.
- J.W. de Bakker: Two equivalent semantics for process creation. *Colloquium*, University of Tsukuba, Tsukuba, 29 november.
- J.W. de Bakker: Designing concurrency semantics. NTT Software Laboratories, Tokyo, 2 december.
- J.W. de Bakker: Progress Report Working Group on Semantics and Proof Techniques. *ESPRIT 415 General Meeting*, Veldhoven, 13 december.
- M. Bezem: Consistency of rule-based expert systems. *Working Group on Knowledge Representation*, CWI, Amsterdam, 29 februari.
- M. Bezem: Logic programming and PROLOG. *Symbolic Computing Day*, Amsterdam, 19 april.
- M. Bezem: Indexed propositional expert systems: extension, implementation and use. *PRISMA Meeting*, Veldhoven, 12 oktober.
- M. Bezem: Semantics and consistency of rule-based expert systems. *CWI/GMD/INRIA Workshop*, Amsterdam, 17 november.
- F.S. de Boer: Proof theory for Pointer P. *Working Group on Semantics and Proof Techniques*, *ESPRIT 415*, Pisa, 19 februari.

- F.S. de Boer: Proof theory for approximations to POOL. *ESPRIT Project 415, Working Group on Semantics and Proof Techniques*, Amsterdam, 14 december.
- R.N. Bol: Stratification. *Symposium Redeneren met onzekere en onvolledige kennis*, Utrecht, 24 mei.
- N.W.P. van Diepen: Implementation of modular algebraic specifications. *ESOP '88*, Nancy, Frankrijk, 24 maart.
- M.H.H. van Dijk: The GIPE editor. *Review Meeting, GIPE project*, Rocquencourt, 11 maart.
- A. Eliëns: Consistency of rule-based expert systems. *9th Int. Conference on Automated Reasoning*, Argonne, 25 mei.
- P. van Emde Boas: Complexity of symbolic computing. *Symbolic Computing Day*, Amsterdam, 19 april.
- L.C. van der Gaag: Bayesiaanse modellen voor het redeneren met onzekerheid in expertsystemen. *Symposium Redeneren met onzekere en onvolledige kennis*, Utrecht, 24 mei.
- L.C. van der Gaag: Redeneren met onzekerheid. *PAO-cursus Kunstmatige Intelligentie*, Amsterdam, 8 november.
- L.C. van der Gaag: Redeneren met onzekerheid. (tutorial). *NVKI conferentie AI Toepassingen '88*, Den Haag, 14 november.
- L.C. van der Gaag: Partially specified probability measures in Expert Systems. *CWI/GMD/INRIA Workshop*, Amsterdam, 17 november.
- R.J. van Glabbeek: An operational non-interleaved process graph semantics for CCSP. Werkbezoek INRIA (G.Boudol en I.Castellani), Sophia Antipolis, 11 februari.
- R.J. van Glabbeek: An operational non-interleaved process graph semantics of CCSP. *Workshop on Combining Compositionality and Concurrency*, Königswinter, 4 maart.
- H.J.M. Goeman: Programma-verificatie. *PAO-cursus Gestructureerd Programmeren*, 19 januari.
- H.J.M. Goeman: Hoare-logica / dynamische logica. *PAO-cursus Toegepaste Logica*, 29 november.
- J.F. Groote, Distributed implementation of synchronisation in processes. *ESPRIT Project METEOR Miniconferentie*, Orsay, 2 juni.
- J. Heering: Principles of lazy and incremental program generation. *Review Meeting, GIPE Project*, Rocquencourt, 11 maart.
- J. Heering: Eentalige programmeeromgevingen. *PAO-cursus Software Engineering*, 9 september.
- J. Heering: Programmageneratoren. *PAO-cursus Software Engineering*, 22 september.
- J. Heering: Towards shorter algebraic specifications. *5th Annual ESPRIT Conference/Review Meeting ESPRIT GIPE Project*, Brussel, 15 november.
- P.R.H. Hendriks: Automatic implementation of algebraic specifications. *Computing Science in the Netherlands CSN88*, Utrecht, 3 november.
- P.R.H. Hendriks: Automatic implementation of algebraic specifications. *ESPRIT Project 415 Working Group on Semantics and Proof Techniques*, Amsterdam, 15 december.

- P. Klint: ASF. *Symposium Specificatietalen*, RU Utrecht, 25 februari.
- P. Klint: Algebraïsche taaldefinities. *Wiskunde-Informatica Colloquium*, TU Eindhoven, 22 april.
- P. Klint: Inleiding Programmeeromgevingen. *PAO-cursus Software Engineering*, 8 september.
- P. Klint: ASF. *PAO-cursus Software Engineering*, 23 september.
- P. Klint: Het SERC vanuit universitair perspectief. Opening Software Engineering Research Centre (SERC), Utrecht, 26 oktober.
- P. Klint: Algebraïsche taaldefinities in het GIPE project. *Computing Science in the Netherlands CSN88*, Utrecht, 3 november.
- P. Klint: Algebraic language definitions in the GIPE project. *ESPRIT Project 415 Working Group on Semantics and Proof Techniques*, Amsterdam 15 december.
- J.W. Klop: Term rewriting systems. *Symbolic Computing Day*, Amsterdam, 19 april.
- J.W. Klop: Logische achtergronden van Prolog. *Cursus Kennisbanken (Datex/UvA/VU)*, 27 april en 4 mei, VU Amsterdam.
- J.W. Klop: An introduction to Knuth-Bendix completion. *Colloquium van de Nederlandse Vereniging voor Logica: Logic Intercity Seminar*, 7 mei, Utrecht.
- J.W. Klop: Bewijssystemen voor predicaatlogica. *PAO-cursus Logica*, 17 mei, Utrecht.
- J.W. Klop: Bisimulation semantics (tutorial). *REX Workshop on Concurrency*, Noordwijkerhout, 29 mei-3 juni.
- J.N. Kok: Semantics for concurrent Prolog. *STACS Conference*, Bordeaux, 12 februari.
- J.N. Kok: Semantics for concurrent Prolog. *ESPRIT Project 415 Working Group on Semantics and Proof Techniques*, Londen, 10 juni.
- J.N. Kok: Contractions in comparing concurrency semantics. *ICALP 88*, Tampere, 14 juli.
- J.N. Kok: Semantics for concurrent Prolog. Swedish Institute of Computer Science, 19 juli.
- J.N. Kok: Uniform abstraction, atomicity and contractions in the comparative semantics of Concurrent Prolog. *Int. Conference on Fifth Generation Computer Systems FGCS88*, Tokyo, 30 november .
- J.N. Kok: Semantics of Concurrent Logic Languages. *Workshop Institute for New Generation Computer Technology (ICOT)*, Tokyo, 5 december.
- P.J.F. Lucas: A knowledge-representation formalism for PRISMA/ES. *PRISMA General Meeting*, Nijmegen, 21 maart.
- P.J.F. Lucas: Produktieregels en Inferentie. *PAO-cursus Kunstmatige Intelligentie*, Amsterdam, 6 november.
- P.J.F. Lucas: Hepar, een expertsysteem voor de diagnostiek van aandoeningen van lever en galwegen. *Colloquium Medische Statistiek*, RU Leiden, 6 december.
- E.A. van der Meulen: Algebraic specification of a compiler for a language with pointers. *ESPRIT Project 415 Working Group on Semantics and Proof Techniques*, Amsterdam, 15 december.

- J.G. Rekers: Parallel parsing and incremental parser generation. Vrije Universiteit, Brussel, 26 februari.
- J.G. Rekers: Incremental generation of parsers. *Review Meeting ESPRIT GIPE project*, Rocquencourt, 11 maart.
- J.G. Rekers: Parser generatoren. *PAO-cursus Software Engineering*, 23 september.
- J.G. Rekers: Incremental generation of parsers. *CWI/GMD/INRIA Workshop*, Amsterdam, 17 november.
- J.J.M.M. Rutten: Correctness and full abstraction of metric semantics for concurrency. *REX Workshop*, Noordwijkerhout, 3 juni.
- J.J.M.M. Rutten: Semantic equivalence for POOL. *ESPRIT Project 415 Working Group on Semantics and Proof Techniques*, München, 8 september.
- J.J.M.M. Rutten: Semantic correctness for POOL. *ESPRIT 415 General Meeting*, Mierlo, 25 oktober.
- J.J.M.M. Rutten: Solving reflexive domain equations in a category of complete metric spaces. Werkbezoek INRIA, (Darondeau) Rennes, 25 november.
- F.W. Vaandrager: Process algebra semantics of POOL and a problem with causality. Werkbezoek INRIA (G.Boudol en I.Castellani), Sophia Antipolis, 11 februari.
- F.W. Vaandrager: An algebraic system verification in partial order semantics. *Workshop on Combining Compositionality and Concurrency*, Königswinter, 2 maart.
- F.W. Vaandrager: A tutorial on process algebra. Bijeenkomst RACE Project SPECS, CNET, Parijs, 8 mei.
- F.W. Vaandrager: A semantics for MR based on Cold-K. RACE Project SPECS, Trondheim, 21 september.
- F.-J. de Vries: Gödel Translations. *Peripatetic Seminar on Sheaves and Logic*, Cambridge, 12 november.
- P.W. Weijland: Semantics for logic programs without occur check. *ICALP 88*, Tampere, 14 juli.

#### PUBLIKATIES

##### *Rapportenseries*

- CS-R8801 N.W.P. VAN DIEPEN. *Implementation of modular algebraic specifications.*
- CS-R8803 J.W. DE BAKKER, J.-J.CH. MEYER. *Metric semantics for concurrency.*
- CS-R8807 W.P. WEIJLAND. *The algebra of synchronous processes.*
- CS-R8809 J.N. KOK. *A compositional semantics for Concurrent Prolog.*
- CS-R8810 K.R. APT, H.A. BLAIR. *Arithmetic classification of perfect models of stratified programs.*
- CS-R8811 K.R. APT, N. FRANCEZ, S. KATZ. *Appraising fairness in languages for distributed programming.*

- CS-R8812 F.W. VAANDRAGER. *Some observations on redundancy in a context.*
- CS-R8814 J. HEERING, P. KLINT. *Towards shorter algebraic specifications: a simple language definition and its compilation to Prolog.*
- CS-R8815 J.C.M. BAETEN, J.A. BERGSTRA, J.W. KLOP, W.P. WEIJLAND. *Term rewriting systems with rule priorities.*
- CS-R8816 L.C. VAN DER GAAG. *The certainty factor model and its basis in probability theory.*
- CS-R8820 M.H. LOGGER. *An integrated text and syntax-directed editor.*
- CS-R8821 R.J. VAN GLABBEEK, F.W. VAANDRAGER. *Modular specifications in process algebra - with curious queues.*
- CS-R8822 J. HEERING, P. KLINT, J.G. REKERS. *Incremental generation of parsers.*
- CS-R8823 P.R.H. HENDRIKS. *ASF system user's guide.*
- CS-R8824 M. BEZEM *Semantics and consistency of rule-based expert systems.*
- CS-R8825 A. ELIËNS. *Expert systems as deductive systems.*
- CS-R8826 K.R. APT. *Introduction to logic programming (revised and extended version).*
- CS-R8827 J.C. MULDER. *On the Amoeba protocol.*
- CS-R8830 K.R. APT. *Efficient computing of least fixpoints.*
- CS-R8831 J.J.M.M. RUTTEN. *Correctness and full abstraction of metric semantics for concurrency.*
- CS-R8832 W.P. WEIJLAND. *Synchrony with empty process.*
- CS-R8833 C. PALAMIDESSI. *A fixpoint semantics for Guarded Horn Clauses.*
- CS-R8834 J.W. DE BAKKER, J.N. KOK. *Uniform abstraction, atomicity and contractions in the comparative semantics of Concurrent Prolog.*
- CS-R8835 J.N. KOK. *Data flow semantics.*
- CS-R8837 M. BEZEM. *Completeness of resolution by transfinite induction.*
- CS-R8838 P.H. RODENBURG, R.J. VAN GLABBEEK. *An interpolation theorem in equational logic.*
- CS-R8839 F.W. VAANDRAGER. *Determinism  $\rightarrow$  (Event structure isomorphism = Step sequence equivalence).*
- CS-R8840 J.W. DE BAKKER. *Comparative semantics for flow of control in logic programming without logic.*
- CS-R8842 L.C. VAN DER GAAG. *Partially specified probability measures in expert systems.*
- CS-R8843 J.J.M.M. RUTTEN. *Semantic correctness for a parallel object-oriented language.*
- CS-R8844 J.A. BERGSTRA, J. HEERING, P. KLINT. *Module algebra (revised version).*
- CS-R8845 J.F. GROOTE, F.W. VAANDRAGER. *Structured operational semantics and bisimulation as a congruence.*
- CS-R8846 A. ELIËNS. *Parallel inference based on Delta Processing.*
- CS-R8847 L.C. VAN DER GAAG. *Different notions of uncertainty in quasi probabilistic models.*
- CS-R8848 E.A. VAN DER MEULEN. *Algebraic specification of a compiler for a language with pointers.*

- CS-N8801 M. DE ROOY. *Concurrent evaluation of side-effects.*  
 CS-N8802 A. PONSE. *Process algebra and Hoare's logic.*

*Publikaties in tijdschriften, proceedings e.d.*

- P1 P. AMERICA, J.W. DE BAKKER (1988). Designing equivalent semantic models for process creation. *Theoretical Computer Science*, 60, 109-176.
- P2 P. AMERICA, J.J.M.M. RUTTEN (1988). Solving reflexive domain equations in a category of complete metric spaces. M. MAIN, A. MELTON, M. MISLOVE, D. SCHMIDT (eds.). *Proc. of the Third Workshop on Mathematical Foundations of Programming Language Semantics*, LNCS 298, 254-288.
- P3 K.R. APT (1988). Proving correctness of concurrent programs - a quick introduction. E. BORGER (ed.). *Current Trends in Theoretical Computer Science*, Computer Science Press, 305-346.
- P4 K.R. APT, H. BLAIR (1988). Arithmetic classification of perfect models of stratified programs. *Proc. 5th Int. Conference Symposium on Logic Programming*, The MIT Press, 765-779.
- P5 K.R. APT, H. BLAIR, A. WALKER (1988). Towards a theory of declarative knowledge. J. MINKER (ed.). *Foundations of Deductive Databases and Logic Programming*, Kaufman and Morgan, 89-148.
- P6 K.R. APT, N. FRANCEZ, S. KATZ (1988). Appraising fairness in languages for distributed programming. *Distributed Computing*, Vol. 2, 226-241.
- P7 K.R. APT, E.-R. OLDEROG (1988). Fairness in parallel programs, the transformational approach. *ACM TOPLAS*, Vol. 10, 420-455.
- P8 J.C.M. BAETEN, W.P. WEIJLAND (1988). Semantics for Prolog via term rewrite systems. S. KAPLAN, J.P. JOUANNAUD (eds.). *Proc. 1st Int'l Workshop on Conditional Term Rewriting, Orsay, 1987*, LNCS 308, 3-14.
- P9 J.W. DE BAKKER, J.N. KOK (1988). Uniform abstraction, atomicity and contractions in the comparative semantics of Concurrent Prolog. *Proc. Int. Conference on Fifth Generation Computer Systems 1988, Institute for New Generation Computer Technology*, 347-355.
- P10 J.W. DE BAKKER, J.-J.CH. MEYER (1988). Metric semantics for concurrency. *BIT*, 28, 504-529.
- P11 J.W. DE BAKKER, J.-J.CH. MEYER, E.-R. OLDEROG, J.I. ZUCKER (1988). Transition systems, metric spaces and ready sets in the semantics of uniform concurrency. *Journal of Comp. and System Sciences*, 36, 158-224.
- P12 J.A. BERGSTRA, J.W. KLOP (1988). A complete inference system for regular processes with silent moves. F.R. DRAKE, J.K. TRUS (eds.). *Proc. Logic Colloquium '86*, Elsevier Science Publishers B.V. (North-Holland), 21-81.
- P13 M. BEZEM (1988). Consistency of rule-based expert systems. *Proc. of 9th Int. Conference on Automated Reasoning*, Argonne, 1988, Springer Lecture Notes in Computer Science, Vol. 310, Springer-Verlag, 151-161.
- P14 M. BEZEM, J. VAN LEEUWEN (1988). On the complexity of logarithmic decompositions. *Information Processing Letters* 26, nr. 6, 321-324.
- P15 M. BEZEM (1988). Equivalence of bar recursions in the theory of

functionals of finite type. *Archive for Mathematical Logic* 27, 149-160.

- P16 M. BEZEM (1988). Logic programming and PROLOG. *CWI Quarterly*, Vol. 1, nr. 3, 15-29.
- P17 N.W.P. VAN DIEPEN (1988). Implementation of modular algebraic specifications. H. GANZINGER (ed.). *Proc. of ESOP '88*, LNCS 300, 64-78.
- P18 L.C. VAN DER GAAG, P.J.F. LUCAS (1988). HEPAR: an expert system in PROLOG. *AI Expert*, juni.
- P19 J. HEERING, P. KLINT (1988). Towards shorter algebraic specifications: a simple language definition and its compilation to Prolog. *ESPRIT '88: Putting the Technology to Use*, North-Holland, 365-379.
- P20 P.R.H. HENDRIKS (1988). Automatic implementation of algebraic specification. *Conference Proceedings of Computing Science in the Netherlands CSN88*, SION 1988, 83-94.
- P21 J.W. KLOP, A. MIDDELDORP (1988). An introduction to Knuth-Bendix completion. *CWI Quarterly*, Vol. 1, nr. 3, 31-52.
- P22 J.N. KOK (1988). A compositional semantics for concurrent Prolog. R. CORI, M. WIRSING (eds.). *Proc. of the 5th Annual Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science*, Bordeaux, February 1988, LNCS 294, 373-388.
- P23 J.N. KOK, J.J.M.M. RUTTEN (1988). Contractions in comparing concurrency semantics. T. LEPISTO, A. SALOMAA (eds.). *Proc. 15th ICALP*, Tampere, Finland, LNCS 317, 317-332.
- P24 P.J.F. LUCAS, R.W. SEGAAR, A.R. JANSSENS (1988). Hepar, een expertsysteem voor de diagnostiek van aandoeningen van lever en galwegen. *NTVG* 132, nr. 16, 730-733.
- P25 W.P. WEIJLAND (1988). Semantics for logic programs without occur check. T. LEPISTO, A. SALOMAA (eds.). *Proc. 15th ICALP*, Tampere, Finland LNCS 317, 710-726.

#### *Overige publikaties*

- P26 J.C.M. BAETEN, F.W. VAANDRAGER (1988). *Specification and Verification of a Circuit in ACP*. Programmatuur rapport P8803, Universiteit van Amsterdam, januari.
- P27 J.W. DE BAKKER (ed.) (1988). *Deliverable ESPRIT Project 415 Working Group on Semantics and Proof Techniques, Year 1987-1988*, november.
- P28 J.A. BERGSTRA, J. HEERING, P. KLINT (1988). *Module Algebra, (revised version)*. Programmatuur rapport P8823, Universiteit van Amsterdam, november.
- P29 J.A. BERGSTRA, J.W. KLOP (1988). *Process Theory Based on Bisimulation Semantics*. Programmatuur rapport P8824, Universiteit van Amsterdam, november.
- P30 P. BORRAS, D. CLEMENT, J. DESPEYROUX, F. DUPONT, M.H.H. VAN DIJK, L. HASCOET, J. HEERING, P.R.H. HENDRIKS, J. INCERPI, G. KAHN, P. KLINT, J.W.C. KOORN, B. LANG, E.A. VAN DER MEULEN, V. PASCUAL, J. REKERS, L. RIDEAU (1988). *Fourth Annual Review Report of Esprit Project 348 (GIPE)*, december.



- P31 J.W. KLOP, A. MIDDELDORP (1988). *An Introduction to Knuth-Bendix Completion*. Rapport IR-162, VU Amsterdam, september.
- P32 P.J.F. LUCAS, L.C. VAN DER GAAG (1988). *Principes van Expertsystemen*, Academic Service, Schoonhoven.

# Verslag van de Afdeling

## Algoritmiek en Architectuur

### OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

- AA 1 Complexiteit en algoritmen
- AA 2 Transparantie van architecturen
- AA 3 Computersystemen en ergonomie
  - 3.1 ABC
  - 3.2 VIEWS
- AA 4 Gespreide adaptieve informatiesystemen
  - 4.1 Het PRISMA-project
  - 4.2 Database modellering
  - 4.3 Object-georiënteerde talen
  - 4.4 TROPICS
- AA 5 Constructieve algoritmiek

### WETENSCHAPPELIJK VERSLAG

#### *AA 1 Complexiteit en algoritmen*

*Algemene omschrijving.* Het ontwerp van efficiënte algoritmen, in het bijzonder voor gedistribueerde systemen, en fundamenteel onderzoek in de concrete complexiteit van algoritmen.

*Externe contacten en samenwerking.* Univ. van Amsterdam (P. van Emde Boas, M. van Lambalgen, L. Torenvliet), Univ. van Utrecht (L. van Leeuwen), M.I.T. (A. Awerbuch, N.A. Lynch), University of Rochester (J. Seiferas), Harvard University (L. Valiant), York University (M. Li), North-Eastern University (L. Longpré), Boston University (L.A. Levin, P. Gács), Technion (A. Israeli), Boston College (P. Clote).

*Inleiding.* De opkomst van algoritmen voor niet-sequentiële berekeningen brengt nieuwe problemen, oplossingen en complexiteitsmaten met zich mee. In het volgende brengen we enkele recente CWI-contributies aan de orde: een realistische theorie van multicomputing, parallelisme en atomiciteit, en Kolmogorov-complexiteit.

*Communicatiekosten.* (P.M.B. Vitányi). Het is algemeen bekend dat in parallele berekeningen in ruimtelijk gesepareerde multicomputersystemen de berekeningskosten te verwaarlozen zijn ten opzichte van de communicatiekosten. Bij zulke multicomputersystemen denken we aan hyperkubussen zoals de 'Connection Machine' van Thinking Machines Corporation. Het is interessant na te gaan of het bovengenoemde ervaringsfeit een fundamentele beperking betreft. Wij hebben een algemene theorie dienaangaande ontwikkeld en onderzocht in hoeverre de communicatiekosten domineren. Het bleek dat in symmetrische communicatienetwerken met kleine diameter deze kosten onaanvaardbaar hoog worden, zowel in tijd als in ruimte. Symmetrie wordt hier gemeten in termen van de orbits van de automorfiegroep van het netwerk. Een en ander bepaalt welke parallele architecturen voor toekomstige megacomputers nog haalbaar zijn. De resultaten werden gepubliceerd in *SIAM J. Comput* 17 (1988), pp. 659-672, en in *Concurrent Computations* (S.K. Tewksbury et al. Eds.), Plenum Press, 1988, pp. 203-216.

*Interprocescommunicatie.* (E. Kranakis, J.T. Tromp, P.M.B. Vitányi). Uit communicatie-overwegingen wordt, in huidige multicomputers, tussen de deelcomputers altijd een vorm van fysische synchronisatie in acht genomen. Dit omdat er geen oplossing bekend was om tussen de deelcomputers betrouwbare communicatie af te dwingen, zelfs niet met behulp van synchronisatie primitiva zoals Dijkstra's P en V semaforen, mutual exclusion en dergelijke. Immers, voordat deze primitiva geïmplementeerd kunnen worden moet er al een vorm van communicatie tussen de processors zijn. Het ontwerpen van een communicatie-algoritme tussen asynchrone processen dat als basiscomponenten (de wiskundige idealisatie van) fysische flip-flops gebruikt is een zeer moeilijk probleem. Om het inherente parallelisme te optimaliseren eisen we van de oplossing tevens dat zij wacht-vrij is: geen processor wacht ooit op een andere processor. Het fundamentele werk van L. Lamport en G. Peterson toonde aan dat communicatie tussen een schrijvend proces en een lezend proces mogelijk is via een gemeenschappelijke variabele. Mede door ons werk is nu bekend dat variabelen gedeeld kunnen worden tussen een willekeurig aantal lezers en schrijvers, asynchroon en wacht-vrij. Wij ontwikkelden nieuwe methoden (met M. Li) voor het hele scala tussen flip-flop en multi-user variabelen, die beter zijn dan alle huidige bekende methoden, in de zin dat zij simpeler zijn, bewijsbaar correct zijn, en minder hardware en tijd gebruiken. Speciale nadruk werd gelegd op het ontwikkelen van nieuwe methoden tot mechanisch verifiëren van dergelijke constructies, met behulp van een eindige automaten methode, en experimentele analyse van een algoritme dat hiervoor te complex was. Dergelijke hulpmiddelen zijn noodzakelijk, omdat vrijwel alle formeel correct bewezen en gepubliceerde constructies op dit gebied achteraf incorrect bleken te zijn.

Wij hebben onderzocht of hogere atomische primitiva dan gemeenschappelijke variabelen construeerbaar zijn uit flip-flops. Onder zeer algemene aannamen blijken primitiva als test-and-set of mutual exclusion *niet* construeerbaar te zijn. Nochtans zijn wij erin geslaagd één algoritme voor atomic test-and-set te ontwikkelen dat nooit incorrect handelt en met waarschijnlijkheid wacht-vrij is. Een en ander wordt later gerapporteerd.

Een gedeelte van het onderzoek werd gepubliceerd op twee congressen, en wel in: *Proc. 2nd Int. Workshop on Distributed Algorithms*, Springer LNCS 312 (1988), pp. 278-296 (met L. Kirousis) en in: *Proc. 8th Conf. Found. Software Techn. & Theoret. Comp. Sci.*, Springer LNCS 338 (1988), pp. 286-303 (met A. Awerbuch en L. Kirousis).

*Gedistribueerd koppelen.* (E. Kranakis, S. Mullender, P.M.B. Vitányi). Veel taken in gedistribueerde berekeningen brengen met zich mee dat er informatie uitgewisseld moet worden tussen processen a en b terwijl die elkaars adres niet kennen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de zogenaamde 'name-server' in gedistribueerde operating systemen. De aanleiding tot dit onderzoek bestond dan ook in vraagstellingen over de implementatie van de name-server in het AMOEBA operating systeem. Het probleem is ook een onderdeel van gedistribueerde versies van 'mutual exclusion' en 'version management' van databases. Gebruik makende van onze ideeën heeft G. Peterson soortgelijke algoritmen ontwikkeld voor het 'leader election' probleem. Wij hebben een mathematische formulering van het probleem gegeven, nieuwe algoritmen ontwikkeld en scherpe boven- en ondergrenzen aan de complexiteit daarvan aangegeven. Bovendien hebben we diverse varianten van het probleem ontwikkeld, zoals gewogen versies, die in sommige omstandigheden realistischer zijn dan de originele versie. De resultaten werden gepubliceerd in *Algorithmica* 3 (1988), pp. 367-391 en in een conferentie: *Proc. 3rd AWOC*, Springer LNCS 319 (1988), pp. 361-368.

*Kolmogorov-complexiteit.* (P.M.B. Vitányi). De theorie van computerberekeningen houdt zich voornamelijk bezig met de hulpbronnen in tijd en geheugenruimte die de uitvoering van te ontwikkelen algoritmen vereisen. R. Solomonoff, A.N. Kolmogorov, (en later ook G.J. Chaitin), hebben een uitstekende theorie van informatie-inhoud van individuele eindige objecten ontwikkeld, die erg nuttig is in dit verband. De Kolmogorov-complexiteit van een eindig object (bijvoorbeeld een rij nullen en enen) is de lengte van het kortste binaire programma dat gebruikt kan worden om het object uit te rekenen. We geven enkele toepassingen. De eerste toepassing heeft betrekking op machinale leerprocessen. De Kolmogorov-complexiteit van een object kan dienen om een eenduidige interpretatie te krijgen van 'Occam's razor': het principe dat uit meerdere verklaringen bij ontstentenis van een ander selectiecriteria de simpelste verklaring de juiste is. Het probleem is nu wat 'simpel' is. Kolmogorov-complexiteit, of sommige berekenbare benaderingen daarvan, bieden een absolute norm. M. Li en G. Goa hebben met gebruikmaking van ons werk een machinaal systeem geïmplementeerd (op IBM pc) dat handgeschreven alphanumerieke - en Chinese - karakters herkent (even goed of beter dan bestaande systemen). Andere toepassingen betreffen een alternatief

bewijs van Gödel's beroemde onvolledigheidsstelling, het bewijzen van ondergrenzen in de berekeningscomplexiteit, complexiteit van elektronische chips, een nieuwe aanpak van de formele talentheorie, grondslagen van de waarschijnlijkheidstheorie, inductieve inferentie, NP-completeness en cryptografie, het bewijzen van stellingen uit de wiskunde etc. De in samenwerking met M. Li gevonden oplossingen voor het klassieke (20 jaar oude) probleem hoeveel stappen het kost om met een eenbands Turing-machine een tweebands Turing-machine te simuleren (de triviale kwadratische bovengrens blijkt optimaal te zijn), en dergelijke kwesties, werden gepubliceerd in *Information and Computation* 78 (1988), pp. 56-85.

Deze kennis is verspreid over verschillende disciplines, zoals statistiek, informatica, wiskunde, waarschijnlijkheidsrekening, logica, natuurkunde en over verschillende geografische gebieden zoals Oost en West. Er bestaat geen overzichtswerk dat de theorie en zijn toepassingen omvat en dit overzicht is ons inziens ook nergens aanwezig. Samen met M. Li (York University) zijn wij begonnen met een project om de gehele wiskundige achtergrond, en de toepassingen in de diverse wetenschappen, in samenhang te brengen en te publiceren in een serie artikelen die uitmondt in een tekstboek *An Introduction to Kolmogorov Complexity and Its Applications*, dat zal verschijnen bij Addison-Wesley onder de ACM Press imprint. Een en ander heeft inmiddels geleid tot nieuwe inzichten in de formele talentheorie, in de gemiddelde geval complexiteit, inductieve inferentie, en in machinaal leren, waarover later in detail gerapporteerd wordt. Tot nu toe verscheen een overzichtsartikel in conferentie: *Proc. 3rd IEEE Structure in Complexity Theory Conf.*, Washington, D.C., 1988, pp. 80-101; een korte biografie van Kolmogorov in: *CWI Quarterly*, 1 (1988), pp. 3-18; en een overzichtsartikel op uitnodiging in het Russisch: 'Kolmogorovskaya slozhnost': dvadsat' let spustia', *Uspekhi Mat. Nauk*, 43:6 (1988), pp. 129-166 (= *Russian Math. Surveys*, nummer ter gelegenheid van Kolmogorov's vijfentachtigste geboortejaar).

*Boolese functies.* (E. Kranakis). Samen met P. Clote (Boston College) werden invariantiegroepen van Boolese functies onderzocht. Dit betreft de verzamelingen van alle permutaties van de argumenten van een Boolese functie die die functie invariant laten. Er werden noodzakelijke en voldoende voorwaarden ontwikkeld (m.b.t. de Polya cycle index) onder welke een permutatiegroep een dergelijke invariantiegroep is. Dit leidt tot een optimaal algoritme om de representeerbaarheid (in circuits) van een permutatiegroep te bepalen. Er werd een NC-algoritme gevonden om de representeerbaarheid van cyclische groepen te bepalen. Met waarschijnlijkheid één is de invariantiegroep van een Boolese functie de identiteitsgroep. Gebruik makende van de classificatie van maximale permutatiegroepen werd aangetoond: indien de index van de invariantiegroep geassocieerd met een formele taal  $L$  polynomiaal is, dan is  $L$  van complexiteit  $NC^1$ .

*Diversen.* Eerder onderzoek betreffende het simuleren van een vast aantal geheeltallige tellers door een eenbands Turing-machine, een 18 jaar open bekend probleem, werd gepubliceerd onder de misleidende titel 'Counting is Easy' in: J. Seiferas, P.M.B. Vitányi, *Journal ACM*, 35 (1988), pp. 985-1000. Meer toegepast van aard was: M.P.M. van de Ven, P.M.B. Vitányi, 'Een marktgerichte aanpak van de structurele werkloosheid', *ESB*, 73 (1988), pp. 1001-1004, 1010. E. Kranakis, D.D.M. Krizanc en L.G.L.T. Meertens ontwikkelden en analyseerden een algoritme om spiegels op knopen in een grid te plaatsen zodanig dat een laserstraal vanuit een gridpunt alle gridpunten raakt. Kranakis en Krizanc onderzochten sorteer- en routing-algoritmen voor mesh-connected multicomputers. Kranakis, Krizanc en Vitányi startten onderzoek over de complexiteit van het berekenen van niet-constante functies door asynchrone, identieke processors, verbonden door transitieve (communicatie-)netwerken. Kranakis en Meertens gaven een optimaal pakkingsalgoritme zodat iedere rij van gelijkvormige driehoeken gepakt kan worden in een gelijkvormige driehoek van dubbel het totale oppervlak. Kranakis en M. Picchiola (LIENS, Parijs) onderzochten het probleem om camera's op de punten van een grid te plaatsen zodat het aantal bestreken punten maximaal is.

#### *AA 2 Transparantie van architecturen*

Het Amoeba project wordt uitgevoerd in nauwe samenwerking met de Vrije Universiteit in Amsterdam en the Computer Laboratory van de Universiteit van Cambridge (UK). Aan de VU Amsterdam wordt gewerkt aan een programmeertaal voor gedistribueerde applicaties (Orca), aan het ontwerp en de implementatie van een gedistribueerde gerepliceerde *directory service* en een zeer snelle *file server* (de Bullet Server). Er is enig werk verricht aan interprocesscommunicatieprotocollen in *internetworks*. In Cambridge wordt gewerkt aan de implementatie van een multiprocessor Amoeba kernel en wordt Amoeba gebruikt als basissysteem voor implementaties van Concurrent CLU en Parallel Prolog.

De Amoeba groep van het CWI heeft aan een aantal projecten gewerkt: de Amoeba 4.0 kernel; een debugger voor gedistribueerde programma's; het ontwerp en de gedeeltelijke implementatie van de Amoeba Interface Language en een herimplementatie van Unix emulatie op Amoeba.

Nu enige ervaring met de Amoeba 3.0 kernel is opgedaan is gebleken dat de Amoeba kernel interface op een aantal punten gewijzigd dient te worden. De interface voor *memory management* was ongeschikt voor een implementatie van de kernel op een multiprocessor; de memory management interface was onvoldoende flexibel; er waren geen synchronisatie mechanismen voor *threads*; en de Cambridge Amoeba groep had mechanismen nodig voor processmigratie om een van hun onderzoeksprojecten te kunnen uitvoeren. In maart 1988 werd overeenstemming bereikt over de Amoeba 4.0 kernel interface en A.J. Jansen is onmiddellijk daarna begonnen met de implementatie. De afspraak was dat de VU Amsterdam het gedeelte zou doen dat met interprocesscommunicatie te maken had en het CWI de rest. Op interprocesscommunicatie na is de Amoeba 4.0 interface nu af en is begonnen met testen en documenteren. Alle applicatie-software draait op de nieuwe kernel.

Mw. C. Algeo heeft gewerkt aan een proefversie van de Amoeba debugger. De status aan het eind van 1988 was dat een simpele debugger voor multithreaded programma's werkte. In 1989 wordt het werk voortgezet om een debugging systeem te construeren waarmee gedistribueerde programma's bestaande uit meerdere multithreaded processen kunnen worden geanalyseerd.

I. Shizgal heeft gewerkt aan name-binding environments voor gedistribueerde systemen. Een van de problemen hier is de vereniging van een globaal benamingssysteem met de wenselijkheid benamingssystemen per proces en per gebruiker te kunnen aanpassen. Een ander probleem is de efficiënte implementatie van zeer grote wereldwijde benamingssystemen. Een derde probleem is dat van de bescherming van (delen van) het systeem tegen onbevoegde toegang.

De Amoeba Interface Language is ontworpen door G. van Rossum en wordt geïmplementeerd door S. van der Zee. Het is een taal waarin de interface tussen klant en server kan worden beschreven. Met behulp van stub compilers kunnen stub routines automatisch worden gegenereerd; deze stub routines zorgen voor de transmissie van procedure-argumenten en procedure-resultaten tussen klant en server, zelfs als klant en server in verschillende talen zijn geschreven en op machines met verschillende architectuur draaien. Een proefimplementatie draait en de volledige implementatie is in wording.

Tot nu toe werden Unix applicaties op Amoeba bediend door de Minix server, die daarvoor een speciaal file systeem, los van het normale Amoeba file-systeem, gebruikte. Hierdoor werd de integratie van Unix en Amoeba programmatuur bemoeilijkt. G. van Rossum heeft gewerkt aan een nieuwe Unix emulatie service, Ajax, die Unix emuleert in de normale Amoeba omgeving. Hierdoor kunnen normale Unix applicaties samen met normale Amoeba applicaties worden gebruikt. Ajax zal begin 1989 volledig operationeel zijn.

Een gast van de Amoeba groep, K. Kim van KAIST in Korea, is bezig Amoeba over te dragen naar de Intel 80386 familie van processoren. Hij denkt in maart 1989 klaar te zijn.

## *AA 3 Computersystemen en ergonomie*

### *3.1. ABC*

*Implementatie.* Besloten werd de eerste release van ABC niet alleen (zoals eerder voor B) uit te brengen voor Unix en MS-DOS, maar ook voor de Macintosh en Atari ST. Het werk aan de implementaties werd voortgezet en nagenoeg afgerond. F. van Dijk was verantwoordelijk voor het werk aan de ABC-interpreter en voor de Unix en MS-DOS versies van het systeem; T.J.G. Krijnen voor de ABC-editor en de Macintosh-versie. E.D.G. Boeve verzorgde een overdracht van het ABC-systeem naar de Atari ST en naar Unix System V.

Een van de nevenopbrengsten van het implementatiewerk is een zogenaamd configuratie-programma, config geheten. Een belangrijk onderdeel van het overdraagbaar schrijven van een omvangrijk programmatuursysteem zoals de

ABC-implementatie is dat het programma dient te kunnen beschikken over gedetailleerde gegevens van de apparatuur om geparametriseerd te kunnen worden met tal van machine-afhankelijke gegevens, zoals de woordlengte en de nauwkeurigheid van drijvende-komma-bewerkingen. Het uitzoeken van deze gegevens voor een specifieke machine kan lastig zijn, en daarom is het programma config ontwikkeld, dat deze gegevens geheel automatisch bepaalt. Een dergelijk programma kan van algemeen nut zijn om problemen van overdraagbaarheid op te lossen. Tegen het eind van het verslagjaar bereikte ons het verzoek dit programma te kunnen opnemen in de distributie van de GNU C compiler, een high-quality compiler die mogelijk binnenkort de standaard BSD4.3 C compiler wordt.

Een tweede nevenproduct van het ABC-project is het STDWIN window-pakket, dat een machine-onafhankelijke interface naar windowing systemen verschaft, waardoor programma's die van windows gebruik maken snel en gemakkelijk ontwikkeld en overgedragen kunnen worden. In de loop van het jaar werden versies van dit pakket voor de windowing systemen van de Atari ST en de Macintosh ontwikkeld, alsmede een overdraagbare versie voor character-terminals (gebaseerd op termcap).

*Verspreiding.* In maart werd een eendaagse cursus ABC gehouden, die geheel was volgeboekt. Als cursusmateriaal werd onder meer een herziene editie van *The ABC Programmer's Handbook* uitgebracht.

Een nieuw nummer van de ABC Newsletter werd geproduceerd en onder de circa 700 abonnees verspreid.

S. Pemberton hield voordrachten over ABC tijdens werkbezoeken aan de Universiteiten van Manchester, Exeter en Cambridge. Zowel in Manchester als in Exeter bestaat het voornemen ABC als leertaal te gebruiken.

Voor de Open Dag van het WCW werd wederom een stand verzorgd.

### 3.2. VIEWS

VIEWS is een researchproject gericht op het ontwerp en de implementatie van gebruikersinterfaces gebaseerd op Directe Manipulatie en WYSIWYG, en met een open architectuur. Een centraal uitgangspunt, oorspronkelijk ontwikkeld in het ABC-project, is dat de meeste besturingsaspecten van een gebruikers-interface (zoals bestandsboekhouding en procesbesturing) gemodelleerd kunnen worden als het editen van (dynamische) documenten. Als dan alle documenten, of zij nu directories of proceslijsten voorstellen, op dezelfde manier door de gebruiker 'bespeeld' kunnen worden, is de uniformiteit en conceptuele eenvoud van de gebruikersinterface gegarandeerd voor een breed bereik van toepassingen.

Op basis van dit model werd een bijdrage geleverd aan het functionele ontwerp van het Euromath-systeem (zie CST). In het VIEWS-project wordt verder onderzocht hoe dit uniforme model voor de externe functionaliteit ondersteund kan worden door een corresponderend uniform model voor de interne architectuur. Hieraan ligt een hiërarchie van objecten ten grondslag die onderling gekoppeld zijn door 'constraints' of 'invarianten'. Wanneer enig



object veranderd wordt, hetzij door een edit-actie van de gebruiker, hetzij door een 'demon' in het systeem, moeten de invarianten hersteld worden teneinde het systeem weer in een consistente toestand te brengen.

De allereerste stappen aan het werken aan zo'n systeem werden genomen door voor enkele aspecten van de kern van het systeem (met name de interne structuur van objecten en hun presentatie) proefimplementaties te maken. Dit werk werd uitgevoerd door E.G.M. Embsen en E.D.G. Boeve, onder gebruikmaking van het eerder genoemde STDWIN-pakket.

Voordrachten over aspecten van het systeem werden gegeven door S. Pemberton voor de *Werkgroep Gebruikersinterfaces* (tezamen met A.J. Jansen), en op de gezamenlijke workshop met GMD en INRIA over Mens-Computer-interfaces, gehouden op het CWI.

Bezoekers van het project waren David Riches, University of Essex, die een voordracht hield over Adaptive Intelligent Dialogues, en Lon Barfield, Manchester University, die een voordracht gaf over User Models.

#### *AA 4 Gespreide adaptieve informatiesystemen*

Het project gespreide adaptieve informatiesystemen (DAISY) is in september 1985 gestart. Uitgangspunt voor de organisatie van de onderzoeksactiviteiten in dit project is een gelaagde opdeling van de bij informatiesystemen te onderkennen deelaspecten (zie wetenschappelijk meerjarenprogramma 1987-1991). De uitwerking hiervan heeft geresulteerd in het opstarten van een aantal complementaire deelprojecten.

*4.1. Het PRISMA project.* In het PRISMA-project kon met het beschikbaar komen van een POOL-X interpreter gestart worden met de implementatie van het systeem op basis van het in 1987 geschreven functioneel ontwerp. C.A. van den Berg heeft de One-Fragment Manager ontworpen en geïmplementeerd. Mw. N.Th. Verbrugge werkte aan een implementatie van de query taal SQL. Mw. M.H. van der Voort is tijdelijk bij het PRISMA-project betrokken en zij heeft het ontwerp en de implementatie van de 'empty shell' DBMS nader onderzocht op deadlock en livelock problemen. Medio oktober is de werking van de eerste implementatie gedemonstreerd. Ter afronding van de ontwerp-fase zijn door de PRISMA-leden drie verhalen geschreven voor externe publikatie. Bovendien is er een beperkt literatuuronderzoek verricht naar statistische databases.

*4.2. Database modellering.* A.P.J.M. Siebes heeft zijn onderzoek naar een nieuwe, formele beschrijving van databases voortgezet. Het uitgangspunt is dat een database beschouwd kan worden als een functieruimte waarin de relatie tussen database extensie en intensie te modelleren is als een structuur-behoudende afbeelding. Dit uitgangspunt bleek te generaliseren tot een model voor object-georiënteerde systemen, welke momenteel verder wordt uitgewerkt voor de groeperingsoperatoren en de rol van de relationele afhankelijkheden.

*4.3. Object-georiënteerde talen.* Het deelproject object-georiënteerde database programmeertaal behelsde het ontwerp en de realisatie van een database programmeertaal voor de constructie van complexe adaptieve informatiesystemen. Ten behoeve van een experimentele implementatie is door M.L. Kersten een tussentaal gedefinieerd voor Godel-programma's en een prototype compiler geschreven. Aansluitend is een programmeeromgeving ontwikkeld op basis van de X-windows gebruikersinterface faciliteit, ontwikkeld in AA 2. Met deze hulpmiddelen was het mogelijk het gedrag van guardians nauwkeurig te simuleren. Met het vertrek van F.H. Schippers is het project in deze vorm medio 1988 gestopt. De kennis en ervaring zullen verder worden uitgebouwd in het grammaticale datamodel.

*4.4. TROPICS.* De stagiair A.F. Bakker heeft gewerkt aan een uitbreiding van de query taal SQL met een abstract datatype faciliteit. M.L. Kersten en de stagiair K.-C. Chan hebben literatuuronderzoek uitgevoerd naar semantische datamodellen en een aanzet gegeven voor een grammaticaal datamodel. Door de HIO 'de Maere' stagiairs F.A. Bosman en M. Gathier is hiervoor een eerste versie van een compiler en een query processor gemaakt. Dit model zal verder centraal staan in het Esprit-II project TROPICS, een vervolg op en uitbouw van het PRISMA-project, gericht op het ontwerp en de realisatie van een parallel systeem voor de kantooromgeving.

#### CONSULTATIEVE EN BELEIDSMATIGE WERKZAAMHEDEN

M.L. Kersten is organizing chairman van de International Conference on Very Large Databases 1989. Bovendien heeft hij enige seminars voor het Nederlandse bedrijfsleven geleid.

F.H. Schippers heeft de organisatie van de landelijke databasedag op 16 december verzorgd.

#### *AA 5 Constructieve algoritmiëk*

Het project Constructieve algoritmiëk maakt deel uit van het landelijke STOP-project (Specification and Transformation Of Programs), een door de Nationale Faciliteit Informatica gesteund project dat wordt uitgevoerd in samenwerking met de KU Nijmegen (prof.dr. H.A. Partsch, prof. C.H.A. Koster) en de RU Utrecht (prof.dr. S.D. Swierstra). Het aan het CWI verrichte onderzoek valt in een aantal onderdelen te groeperen.

*Theoretische fundering.* In hoog-niveau specificaties kan op een natuurlijke manier 'onbepaaldheid' voorkomen. In de semantische fundering van transformatiestappen is onbepaaldheid problematisch; een stelsel van schijnbaar gezonde transformatieregels kan dan tezamen inconsistent zijn. Restricties op de regels die consistentie handhaven maken de algebra snel te zwak of te complex. L.G.L.T. Meertens inventariseerde de wenselijke algebraïsche eigenschappen en onderzocht welke combinaties van eigenschappen consistentie-problemen geven. Hieruit resulteerde een relatief simpele en toch krachtige consistente algebra. Voor het geval er geen fixed-point operator is, werd hiervoor een simpel semantisch model geconstrueerd.

Verder bewees Meertens dat voor het zogenaamde Specialisatielemma uit de door prof.dr. R.S. Bird (Oxford) ontwikkelde Theory of Lists ook de omgekeerde richting geldt: een functie die zowel als links- als als rechts-reductie beschreven kan worden, is een homomorfisme.

*Ontwikkeling van concepten op hoog niveau en van concrete notaties.* J.T. Jeur-ing onderzocht algoritmische problemen met betrekking tot strings (zoals patroonherkenning), om een aanzet te geven tot de ontwikkeling van een theorie voor dergelijke string-problemen. De onderzoeksmethode berust op het vinden van transformationele afleidingen van (doorgaans bekende) algoritmen, waarbij als basis gebruik wordt gemaakt van de door Bird (Oxford) ontwikkelde Theory of Lists. Een van de resultaten van het onderzoek, naast nieuwe afleidingen van uit de literatuur bekende algoritmen, was dat een nieuwe efficiënte algoritme werd gevonden voor het opsporen van palindromen in een string, die algemener is dan de uit de literatuur bekende algoritmen. Bovendien - een wezenlijk oogmerk van het onderzoek - is de algoritme verkregen door een hoog-niveau specificatie te transformeren, waardoor de correctheid gegarandeerd is. Het is uiteraard ook mogelijk uit de afleiding 'achteraf' een correctheidsbewijs te destilleren, en dit blijkt aanzienlijk eenvoudiger en inzichtelijker te zijn dan de bewijzen voor in de literatuur gepubliceerde algoritmen. Een begin werd gemaakt met een classificatie van een aantal bekende problemen die met een gelijksoortige techniek aan te pakken zijn als gebruikt voor palindroomherkenning.

M.M. Fokkinga ontwikkelde een theorie van 'selectoren', die het mogelijk maakt in een algoritmische afleiding de selectie van deelrijen uit een gegeven rij te noteren zonder gebruik van indices - een beruchte bron van triviale fouten. Deze selectoren bleken goed toepasbaar in de bovengenoemde afleiding van een palindroomzoeker.

Fokkinga, Jeur-ing en Meertens onderzochten diverse type-theoretische aspecten, onder andere met het oog op een beknopte notatie voor vaak voorkomende triviale type-coercies. Fokkinga leidde een beslissingsprocedure af voor het 'bewoond' zijn van een functioneel polymorf type.

*Eisen aan mechanische programmatransformatiesystemen.* Jeur-ing, Meertens en S. Pemberton ontwikkelden een aantal gedachten over de gebruikersinterface van transformatiesystemen. Een van de uitgangspunten is dat het gemakkelijk moet zijn voor een transformationele afleiding de formele afleiding en informele onderdelen (b.v. de motivering voor de gekozen stappen) binnen een document te combineren. Dit document kan door de gebruiker gecreëerd worden met een structuur-editor. De transformatiestappen kunnen beschouwd worden als het resultaat van gespecialiseerde edit-opdrachten.

Pemberton onderzocht in dit kader uiteenlopende programmatuur, waaronder het Münchense programmatransformatiesysteem CIP-S. Hiertoe bracht hij een werkbezoek aan de TU München, en installeerde hij dit systeem op de apparatuur van het CWI.

Voordrachten over het lopend onderzoek werden gegeven op de STOP Workshop on Program Transformation Systems, op een bijeenkomst van IFIP WG 2.1 te Rome, op de SION conferentie CSN 88, op bijeenkomsten van de STOP werkgroep, en in diverse colloquia.

In de reeks NFI-seminaria Programmaspecificatie en -transformatie werden cursussen verzorgd door prof.dr. B. Krieg-Brückner (Universität Bremen), en prof. R.C. Backhouse Ph.D. en G. Malcolm Ph.D. (RU Groningen). Zie hiervoor, en voor de vanuit dit project in samenwerking met de afdeling AP opgezette werkgroep Computational Category Theory, verder het verslag over de educatieve werkzaamheden.

#### EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

*Informatica Colloquium.* Zie onder Algemene CWI-Activiteiten.

#### *Cursussen*

*NFI-seminarium Programmaspecificatie en -transformatie.* In deze in het kader van het STOP-project gehouden reeks werden twee cursussen gehouden: Construction of Ada programs, CWI, 2 februari (docent B. Krieg-Brückner, Universität Bremen), en een cursus Constructive Type Theory, RU Utrecht, 16-17 juni (docenten R.C. Backhouse en G. Malcolm, RU Groningen).

*Creatieve Processen en Algoritmische Procédés,* 18 en 25 februari en 3 maart, Sweelinck Conservatorium Amsterdam, docent L.G.L.T. Meertens.

*STOP workshop in Mook.* Van 7 tot 9 maart werd in Mook de STOP Workshop Program Transformation Systems -- Lessons to be Learned gehouden.

*Cursus ABC,* CWI, 17 februari, docent S. Pemberton.

*C++ -- A Course For C Programmers,* CWI, 1-2 maart, docent G. van Rossum.

Op de *Arctic'88 Advanced Course on Distributed Systems*, die van 5 tot 15 juli in Tromsø, Noorwegen, werd georganiseerd, was S.J. Mullender een van de docenten.

*PAO-cursus Moderne Technieken in de Software Engineering,* 2 lessen over Functioneel Programmeren gegeven door M.M. Fokkinga op 22 september.

*PAO cursus netwerken,* CWI, 24, 25 november, 1, 2 december, docent S.J. Mullender.

*Werkgroepen*

*Gebruikersinterfaces.* In samenwerking met de afdeling IS is deze werkgroep op het gebied van de ergonomische en technische aspecten van visuele en interactieve gebruikersinterfaces tot de zomer voortgezet. Er werden zes bijeenkomsten gehouden.

*Computational Category Theory.* Deze werkgroep, die in samenwerking met de afdeling AP is opgezet en waaraan een achttal personen deelneemt, ging in oktober van start. In 1988 werden zeven bijeenkomsten gehouden.

*Werkgroep object-georiënteerde database systemen.* Samen met P.M.G. Apers van de Universiteit Twente is medio 1988 de werkgroep object-georiënteerde database systemen opgezet, waarin de leden van de Daisy groep actief hebben geparticipeerd. Aangevangen werd met het bestuderen van enige recente artikelen over het onderwerp. Vervolgens zijn enige kleinere studiegroepen geformeerd rond meer specifieke thema's, welke in de werkgroep zullen worden besproken.

## DEELNAME AAN COLLOQUIA, CURSUSSEN EN WERKGROEPEN BUITEN HET CWI

*Werkgroep Constructieve Algoritmiëk,* RU Utrecht, wekelijks: M.M. Fokkinga, J.T. Jeuring, L.G.L.T. Meertens. Seminarium typetheorie, RU Utrecht, februari-mei, wekelijks: J.T. Jeuring. Seminarium algebraïsche specificaties, RU Utrecht, september-december, wekelijks: J.T. Jeuring.

*NFI-Seminarium Programmaspecificatie en -transformatie,* CWI, 2 februari: J.T. Jeuring, S. Pemberton, A.P.J.M. Siebes. STOP werkgroep bijeenkomst, RU Utrecht, 6 juni: J.T. Jeuring, S. Pemberton (voordracht).

*NFI-Seminarium Programmaspecificatie en -transformatie,* RU Utrecht, 16-17 juni: J.T. Jeuring, L.G.L.T. Meertens.

*STOP werkgroep bijeenkomst,* RU Utrecht, 17 augustus: M.M. Fokkinga, J.T. Jeuring, L.G.L.T. Meertens, S. Pemberton.

*Object-oriented Databases werkgroep,* Universiteit Twente, 14 september: C.A. van den Berg, M.L. Kersten, F.H. Schippers, N.Th. Verbrugge (voordracht), M.H. van der Voort.

*STOP werkgroep bijeenkomst,* CWI, 8 december: M.M. Fokkinga (voordracht), J.T. Jeuring, L.G.L.T. Meertens, S. Pemberton.

## DEELNAME AAN CONGRESSEN, WERKBEZOEKEN E.D.

*Cambridge University,* UK, 5-29 januari: S.J. Mullender.

*University of Manchester,* UK, 13-14 januari: S. Pemberton (voordracht).

*Mathematisches Institut, Universität Heidelberg,* Heidelberg, BRD, en *IBM-Heidelberg,* Heidelberg, BRD, 14 januari-18 januari: E. Kranakis.

*University of Newcastle upon Tyne,* UK, 19 en 20 januari: S.J. Mullender (voordracht).

- Euroforum, Seminar on Relational Technology*, Amsterdam, 20 januari: M.L. Kersten (voorzitter).
- Cambridge University*, UK, 20-21 januari: S. Pemberton (voordracht).
- Olivetti Research Cambridge*, UK, 26 januari: S.J. Mullender (voordracht).
- PRISMA projectbijeekomst*, Universiteit Twente, 12 februari: C.A. van den Berg, N.Th. Verbrugge.
- ESPRIT Proposers Meeting R&D Area III.2*, Brussel, 11-12 februari: L.G.L.T. Meertens.
- Cambridge University*, UK, 14-28 februari: I. Shizgal.
- Euromath Technical Meeting*, Dublin, Ierland, 19-21 februari: L.G.L.T. Meertens.
- Symposium Specificatietalen*, RU Utrecht, 25 februari: S. Pemberton.
- ESPRIT Consortium Workshop on UCOE*, Pforzheim, BRD, 28 februari-1 maart: L.G.L.T. Meertens.
- Standard Elektrik Lorenz*, Pforzheim, BRD (dr. P. Szábo), 29 februari-1 maart: L.G.L.T. Meertens.
- GMD Workshop on Combining Compositionality and Concurrency*, Königswinter, BRD, 2-4 maart: P.M.B. Vitányi (voordracht).
- Cambridge University*, UK, 4-30 maart: S.J. Mullender.
- Digital Equipment Corporation*, Systems Research Center, Palo Alto, CA, USA, 7 maart (Mark Manasse): G. van Rossum (voordracht).
- STOP-workshop 'Mechanized program transformation systems: Lessons to be learned'*, Mook, 7-9 maart: M.M. Fokkinga, J.T. Jeuring, L.G.L.T. Meertens (voordracht), S. Pemberton.
- 2nd IEEE Conference on Computer Workstations*, Santa Clara, CA, USA, 8-10 maart: G. van Rossum (voordracht).
- FIEUROMATH workshop*, CWI, 10 maart: L.G.L.T. Meertens.
- Xerox PARC*, Palo Alto, CA, USA, 11 maart (Bob Hagman): G. van Rossum (voordracht).
- IBM Almaden Research Centre*, CA, USA, 11 maart (Luis-Felipe Cabrera): G. van Rossum (voordracht).
- INRIA-CWI Meeting, Sophia-Antipolis*, Frankrijk, 14-15 maart: C.A. van den Berg, M.L. Kersten (voordracht), A.P.J.M. Siebes (voordracht).
- IFIP Working Group 2.1*, Rome, Italië, 14-18 maart: L.G.L.T. Meertens (voordracht).
- International Conference on Extending Database Technology*, Venetië, Italië, 15-17 maart: M.L. Kersten.
- 2nd CONDUCT Workshop on Esprit UCOE*, Stuttgart, BRD, 20-21 maart: L.G.L.T. Meertens.
- Standard Elektrik Lorenz*, Stuttgart, BRD (dr. M. Laube), 21 maart: L.G.L.T. Meertens.
- PRISMA Project General Meeting*, Veldhoven, 21-23 maart: C.A. van den Berg (voordracht), M.L. Kersten (voordracht), N.Th. Verbrugge.
- 7th ACM Symposium on Principles of Database Systems*, Austin, Texas, USA, 21-23 maart: A.P.J.M. Siebes.

- Microelectronics and Computer Technology Corporation*, Austin, Texas, USA, 24 maart: A.P.J.M. Siebes.
- Standard Elektrik Lorenz*, Stuttgart, BRD (dr. M. Laube), 28 maart: L.G.L.T. Meertens, S. Pemberton.
- ESPRIT-bijeenkomst*, Stuttgart, BRD, 28-29 maart: L.G.L.T. Meertens, S. Pemberton.
- Database schepping of evolutie*, NGI Regio Noord, 11 april: M.L. Kersten (voorzitter, voordracht).
- Université de Paris VII*, Parijs (prof. C. Lair), 15-16 april: L.G.L.T. Meertens.
- Département d'Informatique, Université de Paris VII*, Parijs, Frankrijk, 17 april-29 april: E. Kranakis (voordracht).
- Euteco Conference '88*, Wenen, Oostenrijk, 20 april: S.J. Mullender (voordracht).
- Tecograf Software*, Milaan (dr. G. La Bruna), 21 april: L.G.L.T. Meertens.
- COST-11 Mandis vergadering*, Wenen, 21-22 april: S.J. Mullender.
- Euromath Technical Meeting*, Varenna, Italië, 21-24 april: L.G.L.T. Meertens.
- Cambridge University*, UK, 1-26 mei: S.J. Mullender.
- Exeter University*, UK, 5-6 mei: S. Pemberton (voordracht).
- University of Bath*, UK, 13 mei: S.J. Mullender (voordracht).
- Firefly User's Group Meeting*, Digital Equipment Corporation, Systems Research Center, Palo Alto, CA, 1-8 juni: A.J. Jansen, S.J. Mullender.
- Euromath Workshop*, Lyngby, Denemarken, 2-3 juni: L.G.L.T. Meertens.
- Euromath Advisory Board Meeting*, Helsingør, Denemarken, 4-6 juni: L.G.L.T. Meertens (voordracht).
- Landelijke Database dag*, TU Eindhoven, 7 juni: A.F. Bakker, C.A. van den Berg, K.C. Chan, M.L. Kersten, F.H. Schippers, A.P.J.M. Siebes (voordracht), N.Th. Verbrugge, M.H. van der Voort.
- 3rd IEEE Conference on Structure in Complexity Theory*, Washington, D.C., USA, 14-17 juni: P.M.B. Vitányi (voordracht).
- 14th International Workshop on Graph-Theoretic Concepts in Computer Science*, CWI, 15-17 juni: M.L. Kersten, E. Kranakis.
- York University, Computer Science Department*, North York, Ontario, Canada, 19 juni-10 juli: P.M.B. Vitányi (voordracht).
- ASI seminar over state-of-the-art in informatica research*, Utrecht, 21 juni: S.J. Mullender (voordracht).
- Topaz User Group meeting*, Digital Equipment Corporation, Systems Research Center, Palo Alto, CA, 28-30 juni: A.J. Jansen.
- 3rd Aegean Workshop on Computing: VLSI Algorithms and Architecture*, Corfu, Griekenland, 28 juni-1 juli: E. Kranakis (voordracht).
- University of Rochester, Computer Science Department*, Rochester, N.Y., USA, 3 juli: P.M.B. Vitányi (voordracht).
- Third IEEE Symposium on Logic in Computer Science*, University of Edinburgh, Edinburgh, UK, 4-8 juli: J.T. Jeuring.
- Arctic '88: an advanced course on distributed systems*, Tromsø, Noorwegen, 5-14 juli: A.J. Jansen, G. van Rossum.
- Prof. P. Clote en A. Wilke*, Uzerche, Frankrijk, 10-16 juli: E. Kranakis.

- M.I.T., Laboratory for Computer Science, Cambridge, Mass., USA., 11 juli-18 juli: P.M.B. Vitányi (voordracht).*
- Stage bij Digital Equipment Corporation, Systems Research Center, Palo Alto, CA, USA, 25 juli-14 oktober (Mark Manasse): G. van Rossum (voordracht).*
- Schöfflisdorf, Zwitserland, (L.J.M. Geurts), 11-16 augustus: L.G.L.T. Meertens.*
- Conference on Very Large Databases (VLDB '88), Long Beach, CA, USA, 29 augustus-1 september: M.L. Kersten.*
- Olivetti Research Center, Palo Alto, CA, USA (gast van Keith Lantz), 30 augustus: G. van Rossum (voordracht).*
- Euromath Advisory Board Meeting, Parijs, 4-6 september: L.G.L.T. Meertens.*
- Euromath Technical Meeting, Parijs, 5-6 september: L.G.L.T. Meertens.*
- 3rd SIGOPS Workshop on Distributed Systems, Cambridge, UK, 19-21 september: S.J. Mullender (lid programme committee, session chairman).*
- Euromath Workshop, Braga, Portugal, 21-23 september: L.G.L.T. Meertens, S. Pemberton.*
- Workshop Strategisch Onderzoek in Informatica en Wiskunde, Noordwijk, 22 september: M.L. Kersten.*
- Euromath Advisory Board Meeting, Braga, Portugal, 24-25 september: L.G.L.T. Meertens (2 voordrachten), S. Pemberton.*
- Universidade do Minho, Braga, Portugal (prof. J.M.E. Valenca), 26 september: L.G.L.T. Meertens.*
- PRISMA General Meeting, Veldhoven, 10-12 oktober: C.A. van den Berg, M.L. Kersten, N.Th. Verbrugge (voordracht), M.H. van de Voort.*
- IFIP WG 10.1 Workshop on Concepts and Characteristics of Declarative Systems, Boedapest, Hongarije, 17-19 oktober: L.G.L.T. Meertens (invited speaker).*
- Vorbereidingsvergadering Advanced Course on Distributed Systems, Cornell University, USA, 27-30 oktober: S.J. Mullender.*
- Laboratoire d'Informatique de l'Ecole Normale Supérieure (LIENS), Parijs, Frankrijk, 1 november-31 december: E. Kranakis.*
- Iste Ingres gebruikersdag, Rhenen, 3 november: M.L. Kersten (voorzitter).*
- SION conferentie Computing Science in the Netherlands '88, Utrecht, 3-4 november: M.M. Fokkinga (voordracht), J.T. Jeuring (2 voordrachten), L.G.L.T. Meertens (lid deelprogrammacommissie Programmatuur en Architectuur), S.J. Mullender (voordracht), G. van Rossum (voordracht).*
- NLUUG meeting, De Reehorst, Ede-Wageningen, 10 november: E.D.G. Boeve, S. Pemberton, G. van Rossum.*
- Workshop Typed Lambda Calculi, KU Nijmegen, 14-18 november: M.M. Fokkinga.*
- Joint GMD/INRIA/CWI Workshop (Man-Machine Communication), CWI, 17-18 november: E.D.G. Boeve, L.G.L.T. Meertens, S. Pemberton (voordracht).*
- TU München (K. Riethmeyer), BRD, 20-25 november: S. Pemberton.*
- Landelijke Database Dag, RU Utrecht, 22 november: C.A. van den Berg, M.L. Kersten, F.H. Schippers, A.P.J.M. Siebes, N.Th. Verbrugge, M.H. van de Voort.*



*ISO JTC1/SC24 WG1 Workshop on Windowing Environments and Workshop on Impact of Windowing on Graphics Standards*, Kopenhagen, Denemarken, 28 november-1 december: G. van Rossum.

*RU Groningen* (prof. R.C. Backhouse), 1-3 december, L.G.L.T. Meertens.

*INRIA Sabre, Altaïr, Infosys*, Le Chesnay, Frankrijk, 6-10 december: M.L. Kersten.

*Euromath Workshop*, Dublin, Ierland, 12-13 december: L.G.L.T. Meertens (voordracht).

*8th Conf. Found. Software Techn. & Theoret. Comp. Sci.*, Punah, India, 19-21 december: L. Kirousis (voordracht).

#### BEZOEKERS

Lon Barfield (Manchester) 31 oktober-2 november. Voordracht: User Models.

Dr. Mike Burrows (Cambridge University, UK) 31 januari-14 februari. Voordracht: A Logic of Authentication.

Prof. Peter Clote (Boston College, USA & Université de Paris VII en Boston College) 16-17 mei. Voordracht: Recursion Theoretic Characterization of NC.

Dr. Michel Gien (Chorus Systèmes) Parijs, 9 augustus.

Mr. Kyuho Kim (KAIST, Seoul, Korea) 15 november 1988-1 maart 1989.

Mw.dr. G. Kissin (Technion, Haifa, Israel) 24-30 augustus.

Prof.dr. Ming Li (York University, Canada) 9-27 december. Voordracht: Kolmogorov complexity and artificial intelligence: An Application of the Minimum Description Length Principle to On-line Recognition of Handprinted Characters.

Prof. Nancy A. Lynch (Massachusetts Institute of Technology, USA) 5-9 september. Voordracht: A Theory for Reasoning about Atomic Transactions.

Derek McAuley (Cambridge University, UK) 7-26 augustus.

Dr. John R. Nicol (University of Lancaster, UK) 14-15 april. Voordracht: An Overview of the Cosmos Distributed Programming Environment Project.

Dr. Krishna Palem (IBM Thomas J. Watson Research Center, Yorktown Heights, NY, USA) 18-19 februari. Voordracht: Optimal Parallel Algorithms for Forest and Term Matching.

Prof. Athanasios Pheidas (Florida International University, USA) 22-24 mei. Voordracht: Computability in Classical Algebra and Diophantine Problems.

Krithi Ramamritham (University of Newcastle upon Tyne, UK) 31 maart. Voordracht: Operating System Support for Structuring Distributed Software.

David Riches (University of Essex, UK), 20-21 oktober. Voordracht: Adaptive Intelligent Dialogues.

Jennifer Steiner (MIT Project Athena, Cambridge, Ma., USA) 10 oktober. Voordracht: The Kerberos Authentication Network Service.

Dr. Larry Stewart (Digital Equipment Corporation, Systems Research Center, Palo Alto, Ca, USA) 28-29 april. Voordracht: The Firefly.

Prof. Doug Tygar (Carnegie Mellon University, USA) 7-9 december.

- Voordracht: An Integrated Toolkit for Operating System Security.  
 Prof.dr. William E. Weihl (MIT Laboratory of Computer Science, Cambridge, Ma., USA) 1 juli. Voordracht: The Impact of Recovery on Concurrency Control.
- Prof. Chee K. Yap (Courant Institute of Mathematical Science, New York University, USA) 11 maart. Voordracht: Quantitative Forms of Steinitz's Theorem with Application to Robot Hand Grasps.
- Prof.dr. John Zahorjan (University of Washington, Seattle, Wa, USA) 11, 12 april. Voordracht: Spinning Versus Blocking in Parallel Systems with Uncertainty.

#### VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

- C.A. van den Berg: The One Fragment Manager. *PRISMA Project General Meeting*, Veldhoven, 22 maart.
- C.A. van den Berg: Development and Implementation of an Object Oriented DBMS. *Werkgroep Object Oriented Databases*, CWI, 19 oktober.
- M.M. Fokkinga (samen met H. Balsters, Universiteit Twente): Subtyping can have a Simple Semantics, *SION conferentie*, Utrecht, 4 november.
- M.M. Fokkinga: Propositions as Types. *STOP-bijeenkomst*, CWI, 8 december.
- M.M. Fokkinga: Transformationeel Programmeren. *Informatica colloquium*, Philips Lab. Research Eindhoven, 14 december.
- M.M. Fokkinga: Transformationeel Programmeren. Universiteit Twente, Informatica colloquium, Enschede, 22 december.
- A.J. Jansen & S. Pemberton: Consistency in window-based interfaces. *Werkgroep User Interfaces*, CWI, 22 april.
- J.T. Jeuring: On Classes of Run-time Functions. *SION conferentie*, Utrecht, 3 november.
- J.T. Jeuring: Finding Palindromes. *SION conferentie*, Utrecht, 4 november.
- M.L. Kersten: A Distributed Main-Memory Database Machine. TU Delft, 13 januari.
- M.L. Kersten: Database Machines. *Euroforum Seminar on Relational Technology*, Amsterdam, 20 januari.
- M.L. Kersten: A Distributed Main-Memory Database Machine. *INRIA-CWI Meeting*, Sophia Antipolis, Frankrijk, 14 maart.
- M.L. Kersten: Statistical Database Systems. *PRISMA Project General Meeting*, Veldhoven, 22 maart.
- M.L. Kersten: Database Trends. NGI Regio Noord, Amsterdam, 11 april.
- M.L. Kersten: Database Machines & RISC Architectures. BSO Management Support, Nieuwegein, 27 april.
- M.L. Kersten: Database Machines. *Computable Database Week*, Nieuwegein, 27 april.
- M.L. Kersten: Database systemen, een inleiding. *Informatica Colloquium* TU Eindhoven, 7 september.
- M.L. Kersten: Actor systemen. *Werkgroep Object Oriented Databases*, CWI, Amsterdam, 28 september.

- M.L. Kersten: Object-georiënteerde systemen. *Computable Database Week*, Utrecht, 2 november.
- M.L. Kersten: Integerend raamwerk voor het beschrijven en analyseren van informatiesystemen. *NFI Colloquium*, CWI, 16 november.
- M.L. Kersten: Het grammaticale datamodel, een verkenning. *Landelijke Databasedag*, RU Utrecht, 22 november.
- E. Kranakis: Atomic Test and Set. Mathematisches Institut, Universität Heidelberg, Heidelberg, BRD, 15 januari.
- E. Kranakis: The Concurrent Readers/Writers Problem. IBM-Heidelberg, Heidelberg, BRD, 17 januari.
- E. Kranakis: The Concurrent Readers/Writers Problem. VU Amsterdam, Vakgroep Informatica, 19 januari.
- E. Kranakis: The Concurrent Readers/Writers Problem. Université de Paris VII, Parijs, Frankrijk, 17 april.
- E. Kranakis: Weighted Distributed Match-Making. *3rd Aegean Workshop on Computing: VLSI Algorithms and Architecture*, Corfu, Griekenland, 29 juni.
- E. Kranakis: Boolean Functions, Invariance Groups, and Parallel Complexity. Laboratoire d'Informatique de l'Ecole Normale Supérieure (LIENS), Parijs, Frankrijk, 15 december.
- D.D.M. Krizanc: A Survey of Parallellism in Comparison Problems. Laboratoire d'Informatique de l'Ecole Normale Supérieure (LIENS), Parijs, Frankrijk, 1 december.
- L.G.L.T. Meertens: Literate Algorithmics. *STOP Workshop on Program Transformation Systems - Lessons to be Learned*, Mook, 7 maart.
- L.G.L.T. Meertens: Longest balanced segment. *IFIP Working Group 2.1*, Rome, Italië 14 maart.
- L.G.L.T. Meertens: An approach to the functional design for Euromath. *Euromath Advisory Board Meeting*, Helsingør, Denemarken, 6 juni.
- L.G.L.T. Meertens: Preliminary report on the functionality of the Euromath system. *Euromath Advisory Board Meeting*, Braga, Portugal, 24 september.
- L.G.L.T. Meertens: The Euromath functional model (invited lecture). *Euromath Advisory Board Meeting*, Braga, Portugal, 25 september.
- L.G.L.T. Meertens: Views on declarative systems (invited lecture). *IFIP WG 10.1 Workshop on Concepts and Characteristics of Declarative Systems*, Boedapest, Hongarije, 17 oktober.
- L.G.L.T. Meertens: An implementation strategy for Euromath. *Euromath Workshop*, Dublin, Ierland, 12 december.
- S.J. Mullender: The Amoeba Distributed Operating System. University of Newcastle upon Tyne, UK, 19 januari.
- S.J. Mullender: Overview of Amoeba. Olivetti Research, Cambridge, UK, 26 januari.
- S.J. Mullender: Distributed Systems - State-of-the-art and Future Directions. *Euteco conference*, Wenen, Oostenrijk, 20 april.
- S.J. Mullender: Amoeba - High-Performance Distributed Computing. University of Bath, UK, 13 mei.
- S.J. Mullender: Amoeba - High-Performance Distributed Computing. *ASI*

- seminar over state-of-the-art in informatica research*, Utrecht, 21 juni.
- S.J. Mullender: Amoeba - High-Performance Distributed Computing. *SION conferentie*, Utrecht, 4 november.
- S. Pemberton: The ABC Language and Environment. Manchester University, UK, 14 januari.
- S. Pemberton: The ABC Language and Environment. Cambridge University, UK, 21 januari.
- S. Pemberton: The ABC Language and Environment. Exeter University, UK, 6 mei.
- S. Pemberton: A Transformation System proposal. *STOP werkgroep bijeenkomst*, RU Utrecht, 6 juni.
- S. Pemberton: Views. *Joint GMD/INRIA/CWI Workshop (Man-Machine Communication)*, CWI, 18 november.
- G. van Rossum: A Comparison Of Window Systems. *Werkgroep User Interfaces*, CWI, 19 februari.
- G. van Rossum: STDWIN - A Standard Window System Interface. Digital Equipment Corporation, Systems Research Center, Palo Alto, CA, USA, 7 maart.
- G. van Rossum: Amoeba - An Update, Mini-voordracht (7 minuten). *2nd IEEE Workstation Conference*, Santa Clara, CA, USA, 9 maart.
- G. van Rossum: STDWIN - A Standard Window System Interface. Xerox PARC, Palo Alto, CA, USA, 11 maart.
- G. van Rossum: STDWIN - A Standard Window System Interface. IBM Almaden Research Centre, CA, USA, 11 maart.
- G. van Rossum: A User Interface for Amoeba. *Werkgroep User Interfaces*, CWI, 17 juni.
- G. van Rossum: STDWIN - A Standard Window System Interface. Olivetti Research Center, Palo Alto, CA, USA, 30 augustus.
- G. van Rossum: Direct - a directory browser and visual shell. Digital Equipment Corporation, Systems Research Center, Palo Alto, CA, USA, 29 september.
- G. van Rossum: STDWIN - A Standard Window System Interface. *NGI-SION conferentie*, Utrecht, 3 november.
- A.P.J.M. Siebes: A Functional Approach to Database Semantics. *INRIA-CWI Meeting*, Sophia Antipolis, Frankrijk, 14 maart.
- A.P.J.M. Siebes: Grouping and Relational Integrity Constraints. *Landelijke Database Dag*, TU Eindhoven, 7 juni.
- N.Th. Verbrugge: An object oriented framework for conceptual programming. *Werkgroep Object Oriented Databases*, Universiteit Twente, 14 september.
- N.Th. Verbrugge: SQL Parser. *PRISMA Project General Meeting*, Veldhoven, 12 oktober.
- P.M.B. Vitányi: On Proving Register Atomicity. *GMD Workshop: Combining Compositionality and Concurrency*, Königswinter, BRD (2-4 maart), 3 maart.
- P.M.B. Vitányi: Two Decades of Applied Kolmogorov Complexity: In Memoriam A.N. Kolmogorov 1903 - 1987. *3rd IEEE Conference on Structure in Complexity Theory*, Washington, DC, USA (14-17 juni), 15 juni.

- P.M.B. Vitányi: Two Decades of Applied Kolmogorov Complexity. *Computer Science Seminar*, York University, Computer Science Department, North York, Ontario, Canada, 27 juni.
- P.M.B. Vitányi: Introduction to Kolmogorov Complexity and Its Applications. *Computer Science Seminar*, University of Rochester, Computer Science Department, Rochester, NY, USA, 3 juli.
- P.M.B. Vitányi: Two Decades of Applied Kolmogorov Complexity. *Theory of Computing Seminar*, M.I.T., Laboratory for Computer Science, Cambridge, Mass., U.S.A., 15 juli.
- P.M.B. Vitányi: Two Decades of Applied Kolmogorov Complexity. *Algemeen CWI Colloquium*, 19 december.
- M.H. van de Voort: The O-2 project in France. *Werkgroep Object Oriented Databases*, CWI, 28 september.

#### PUBLIKATIES

##### *Rapportenseries*

- CS-R8804 A. SIEBES, M.L. KERSTEN. A functional approach to database semantics.
- CS-R8805 M.L. KERSTEN, A.P.J.M. SIEBES, C.A. VAN DEN BERG. Using a graph rewriting system for databases.
- CS-R8806 M.L. KERSTEN. A time and space efficient implementation of a dynamic index in a main-memory DBS.
- CS-R8808 E. KRANAKIS. Functional dependencies of variables in wait-free programs.
- CS-R8813 M. LI, P.M.B. VITÁNYI. Two decades of applied Kolmogorov complexity in memoriam Andrei Nikolaevich Kolmogorov 1903-1987.
- CS-R8817 G. VAN ROSSUM. STDWIN - A standard window system interface.
- CS-R8828 I.J.P. ELSHOFF. A distributed debugger for Amoeba.
- CS-R8836 P. CLOTE, E. KRANAKIS. Boolean functions, invariance groups and parallel complexity.

##### *Publikaties in tijdschriften, proceedings e.d.*

- A1 P.M.G. APERS, M.L. KERSTEN, H.C.M. OERLEMANS (1988). PRISMA Database Machine: A Distributed, Main-Memory Approach; Research Issues and a Preliminary Architecture. *Proc. Extending Database Technology Conference*, Venice, Italy.
- A2 B. AWERBUCH, L. KIROUSIS, E. KRANAKIS P.M.B. VITÁNYI (1988). A proof technique for register atomicity. *Proc. 8th Conf. Found. Software Techn. & Theoret. Comp. Sci.*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 338, 286-303.
- A3 J.M. BACON, C. HORN, A. LANGSFORD, S.J. MULLENDER, W. ZIMMER (1988). MANDIS: Architectural Basis for Management. R. SPETH (ed.).

- Proc. of the EUTECO 88 Conf., Vienna, Austria, April 1988*, North-Holland, 795-809.
- A4 H. BALSTERS, M.M. FOKKINGA. Subtyping can have simple semantics. *Proceedings van SION conferentie CSN 88, Vol. 1*, 181-195.
- A5 M. CARRASQUER, D. DRAPER, L. MEERTENS, S. PEMBERTON. *Euromath Functional Specification*. Euromath Deliverable, Task 5.
- A6 J.T. JEURING. Finding palindromes. *Proceedings van SION conferentie CSN 88, Vol. 1*, 123-140.
- A7 J.T. JEURING (1988). On classes of run-time functions. *Proceedings van SION conferentie CSN 88, Vol. 2*, 335-351.
- A8 M.L. KERSTEN, F.H. SCHIPPERS (1988). Using the Guardian Programming Paradigm to Support Database Evolution. R.A. MEERSMAN, A.C. SERNADAS (eds.). *Data and Knowledge (DS-2)*, North-Holland, 189-201.
- A9 L. KIROUSIS, E. KRANAKIS, P.M.B. VITÁNYI (1988). Atomic multireader register. *Proceedings 2nd International Workshop on Distributed Algorithms*, Lecture Notes in Computer Science, Vol 312, Springer Verlag, Berlin, 278-296.
- A10 E. KRANAKIS, P.M.B. VITÁNYI (1988). Weighted distributed Match-Making. *Proceedings 3rd Aegan Workshop on Computing: VLSI Algorithms and Architectures*, Lecture Notes in Computer Science, vol. 319, Springer Verlag, Berlin, 361-368.
- A11 M. LI, P.M.B. VITÁNYI (1988). Tape versus stacks and queue: the lower bounds. *Information and Computation*, 78, 56-85.
- A12 M. LI, P.M.B. VITÁNYI (1988). Two Decades of applied Kolmogorov Complexity: In memoriam Andrei Nikolaevich Kolmogorov 1903 - 1987. *Proc. 3rd IEEE Structure in Complexity Theory Conference*, Washington D.C., 80-101.
- A13 M. LI, P.M.B. VITÁNYI (1988). Kolmogorovskaya slozhnost': dvadsat' let spustia. *Uspekhi Mat. Nauk*, 43:6, 129-166 (= *Russian Mathematical Surveys*).
- A14 S.J. MULLENDER, P.M.B. VITÁNYI (1988). Distributed Match-Making. *Algorithmica*, vol. 3, 367-391 (Special 'Distributed Computing' issue).
- A15 S. PEMBERTON (1988). Progress towards ABC. *ABC Newsletter nr. 6*, 2-3.
- A16 S. PEMBERTON (1988). Approximate numbers. *ABC Newsletter nr. 6*, 7-11.
- A17 R. VAN RENESSE, J.M. VAN STAVEREN, J. HALL, M. TURNBULL, B. JANSSEN, J. JANSSEN, S.J. MULLENDER, D. HOLDEN, A. BASTABLE, T. FALLMYR, D. JOHANSEN, K.S. MULLENDER, W. ZIMMER (1988). MANDIS/Amoeba: A Widely Dispersed Object-Oriented Operating System. R. SPETH (ed.). *Proc. of the EUTECO 88 Conf., Vienna, Austria, April 1988*, North-Holland, 823-831.
- A18 J. SEIFERAS, P.M.B. VITÁNYI (1988). Counting is easy. *Journal Ass. Comp. Mach.* 35, 985-1000.
- A19 K. SIKKEL, N. VERBRUGGE (1988). Belofte en rede ter toelichting op de belofte. *Informatie vol. 30, nr. 6*, 422-425.

- A20 M.P.M. VAN DE VEN, P.M.B. VITÁNYI (1988). Een marktgerichte aanpak van de structurele werkeloosheid. *Economisch Statistische Berichten* 73, 1001-1004, 1010.
- A21 P.M.B. VITÁNYI (1988). Locality, communication and interconnect length in multicomputers. *SIAM J. on Computing*, 17, 659-672.
- A22 P.M.B. VITÁNYI (1988). A modest proposal for communication costs in multicomputers. S.K. TEWKSBURY, B.W. DICKINSON, S.C. SCHWARTZ (eds.). *Concurrent Computations, Algorithms, Architecture, and Technology*, Plenum Press, New York, 203-216.
- A23 P.M.B. VITÁNYI (1988). Andrei Nikolaevich Kolmogorov. *CWI Quarterly*, 1, 3-18.

*Overige publikaties*

- A24 P.M.G. APERS, M.L. KERSTEN, C.A. VAN DE BERG, P. GREFEN, M. HOUTSMA, E. VAN KUIJK, R. VAN DE WEG, A. WILSCHUT (1988). *Design Deliverable of PRISMA/DB*. PRISMA Report P0294.
- A25 H.E. BAL, J.G. STEINER, A.S. TANENBAUM (1988). *Programming Languages for Distributed Systems*. Vrije Universiteit, Faculteit Wiskunde en Informatica, Rapport IR-147, februari.
- A26 C.A. VAN DE BERG (1988). *The OFM-OFM Interface: Design Document*. PRISMA Report P0248.
- A27 C.A. VAN DE BERG (1988). *The OFM-OFM Interface*. PRISMA Report P0249.
- A28 C.A. VAN DE BERG, P. GREFEN (1988). *The TM-OFM Interface*. PRISMA Report P0250.
- A29 C.A. VAN DE BERG, M.L. KERSTEN, P.M.G. APERS, P. AMERICA (1988). *Language Support for Implementing a Distributed Main Memory Database System*. PRISMA Report P0376.
- A30 M.A.W. HOUTSMA, H.J.A. VAN KUYK, J. FLOKSTRA, P.M.G. APERS, M.L. KERSTEN (1988). *A Logic Query Language and its Algebraic Optimization for a Multiprocessor Database Machine*. Memorandum INF-88-52, Universiteit Twente.
- A31 JACK JANSEN, PETER BOSCH, JAN-HEIN BÜHRMAN. *The Coffee Server*. Internal paper, april.
- A32 A.P.J.M. SIEBES, M.L. KERSTEN (1988). *PRISMA & Statistical Databases*. PRISMA report P0312.

# Verslag van de Afdeling Interactieve Systemen

## OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

### IS 1 Computer-grafiek

#### 1.1 Grafische standaards

#### 1.2 Een nieuwe architectuur voor interactieve rastergrafiek op basis van VLSI

#### 1.3 Dataflow Computing voor Graphics

### IS 2 Gebruikersinterfaces

#### 2.1 Picture-editing

#### 2.2 Constructieve input

### IS 3 Dialoogprogrammering

### IS 4 Intelligente CAD-systemen

### IS 5 Gebruikersbesturingssystemen

## WETENSCHAPPELIJK VERSLAG

### *IS 1 Computer-grafiek*

*1.1. Grafische standaards.* M. Bakker organiseerde op het CWI t.b.v. ISO SC 24 (de sucommissie binnen ISO die zich bezighoudt met de ontwikkeling van grafische standaarden) een editing meeting waar de definitieve tekst van GKS-3D werd vastgesteld (18-19 februari). Als document editor vervaardigde hij t.b.v. ISO de camera ready papers voor GKS-3D, dat op 15 september werd gepubliceerd (ISO 8805).

Als vertegenwoordiger namens het Nederlands Normalisatie Instituut woonde hij in Blakeney (Co. Norfolk, UK) een planningsvergadering (van 11-13 april) van SC 24 bij.



Aan de GKS en GKS-3D implementatie voegde hij enige splinefuncties toe als GDPs. Verder vervaardigde hij een Fortranschil om de GKS-3D implementatie en maakte hij het begin van een C-schil om de GKS(-3D)-implementatie. Deze C-schil is gebaseerd op de officiële C-binding van GKS en GKS-3D, waarvan hij tevens document editor is.

Ten behoeve van SC 24 WG 4 (de language binding werkgroep) schreef hij een eerste Draft van GKS-3D/C, die tijdens de WG meeting in Tucson werd geupdated. In november (14-20) organiseerde hij voor SC 24 WG 4 op het CWI een meeting waar o.m. GKS-3D/C als Draft Proposal werd geregistreerd. In 1989 zal de DP-tekst hiervan beschikbaar zijn.

In de loop van het verslagjaar werd door het CWI actief meegewerkt aan de revisie van GKS. B.P. Rouwhorst en P.J.W. ten Hagen woonden een tweedaagse meeting (van 25-26 februari) in Darmstadt bij, waar de deelnemende landen aan SC 24 hun visie op de revisie van GKS gaven. F.J. Burger, B.P. Rouwhorst, D. Soede, R. van Liere, P.J.W. ten Hagen en H.J. Schouten schreven drie position papers over deze materie. Deze position papers dienden ter voorbereiding van de SC 24 meeting in Tucson, Arizona van 27 juni-8 juli.

M. Bakker, F.J. Burger, P.J.W. ten Hagen, R. van Liere en B.P. Rouwhorst namen deel aan de SC 24 bijeenkomst in Tucson, Arizona.

### *1.2. Een nieuwe architectuur voor interactieve rastergrafiek op basis van VLSI.*

In dit verslagjaar werd voornamelijk aandacht geschonken aan het ontwerp van de laatste stap van het beeld generatie proces, te weten het zogenaamde 'refresh proces'. Dit proces zorgt ervoor dat het anders vluchtige beeld continu zichtbaar blijft. Uit het in het voorgaande verslagjaar gedane onderzoek bleek dat voor interactie doeleinden beeldopslag in de vorm van 'pixels' (rasterpunten) niet wenselijk is omdat in die vorm alle voor interactie noodzakelijke samenhang verloren is gegaan. Deze vorm van opslag kan daardoor zelfs een limiterende factor worden. Dit verslagjaar kon een architectuur ontworpen worden voor een refresh processor welke zijn beeldinformatie betreft uit een hoger niveau van opslag. De primitieven waarin de beeldinformatie op dit niveau is opgeslagen, de zogenaamde 'patronen', bestaan uit een domein- en een kleurinformatie bevattend deel. Dit hogere niveau van informatie-opslag komt overeen met het laagst voor interactie doeleinden noodzakelijke niveau. Op deze wijze wordt de hoogst mogelijke snelheid voor interacties op dit niveau gegarandeerd.

Om dit te realiseren moest het refresh proces uitgebreid worden met een scan proces welke ook tot niet triviale kleurinvulling in staat is. Ondanks de tijdsbeperkingen die voor dit proces moeten gelden bleek dit mogelijk, enerzijds doordat voor beeldopslag gebruik gemaakt wordt van de speciaal hiervoor ontwikkelde primitieven (patronen), anderzijds door de ontwikkeling van incrementele kleurinvul algoritmen voor de meest gangbare geavanceerde kleurmodellen (Gouraud en Phong shading).

Tevens werden incrementele algoritmen onderzocht welke direct op patronen opereren.

E.H. Blake, P.J.W. ten Hagen en A.A.M. Kuijk namen deel aan de *Third*

*Eurographics Workshop on Graphics Hardware*, te Sophia-Antipolis en georganiseerd door Kuijk met medewerking van G. Kahn (INRIA) voor de lokale organisatie. De workshop werd gesponsord door INRIA en het CWI. Door middel van een voordracht werd het werk gepresenteerd.

Voor het STW-project 'Een nieuwe architectuur voor interactieve rastergrafiek op basis van VLSI' werd samengewerkt met de Universiteit Twente. Deze leverde een bijdrage aan de ontwikkeling van de architectuur met name op het gebied van realiseerbaarheid met beschikbare technologie.

*1.3. Dataflow Computing voor Graphics.* In de loop van het verslagjaar werd een omvangrijk onderzoekscontract afgesloten met Dataflow Technology Nederland b.v. voor de ontwikkeling van een zeer geavanceerd grafisch systeem in de z.g. mini-super klasse. Hierbij levert IS een bijdrage aan het ontwerp van de architectuur, verzorgt de programmatuur en een z.g. dataflow compiler. De laatste opdracht is grotendeels uitbesteed bij de firma Parallel Computing die als subcontractor van het CWI twee van haar medewerkers bij IS heeft gedetacheerd. Het project wordt uitgevoerd onder leiding van I. Herman (sinds oktober) met medewerking van F.J. Burger, M. van Dijk, B.P. Rouwhorst en M.M. de Ruiter. Er worden aanzienlijke bijdragen geleverd door R. van Liere, H.J. Schouten en P.J.W. ten Hagen. Op deze wijze is IS betrokken bij het opstarten van nieuwe industriële activiteiten op basis van hoogwaardige technologie, in het kader waarvan directe kennisoverdracht plaatsvindt. Het project wordt in 1989 voortgezet.

## *IS 2 Gebruikersinterfaces*

*2.1. Picture-editing.* In dit deelproject wordt onderzoek verricht naar de fundamentele problemen die zich voordoen bij het bewerken van beelden. Vragen die dan worden gesteld zijn:

1. Wat zijn de basiselementen waarmee wordt gewerkt;
2. Wat is hun structuur en ordening;
3. Wat zijn de basisoperaties;
4. Hoe wordt de beeldinformatie zichtbaar gemaakt;
5. Hoe kan men intrinsiek onnauwkeurige grootheden zoals positie, kleur, vorm e.d. voldoende nauwkeurig specificeren;
6. Welk gereedschap is nodig om effectief beeldinformatie te inspecteren, selecteren, bewerken en beheren.

R.J. van Bavel en E. Willemsen voltooiden een implementatie van een vereenvoudigde, experimentele picture editor. Zij gaven, met behulp van het radicalensysteem en DICE (IS 3), in het bijzonder aandacht aan de structuur en ordening van de basiselementen. In hun systeem kunnen uit de basiselementen (zoals lijnstukken) complexe objecten gemaakt worden door de basiselementen te groeperen in bomen met een willekeurige vertakingsgraad. Op iedere knoop in zo'n boom zijn dan objecten gedefinieerd waarop de basisoperaties zoals kopieer, transform, verwijder, zoek en vervang kunnen worden uitgevoerd. Met een dergelijke boomstructuur zijn in principe

ingewikkelde objecten, zoals robots, goed te beschrijven en te bewerken. Er worden echter ook andere problemen zichtbaar: het beeld op het scherm geeft niet noodzakelijk weer hoe het is gestructureerd en het is niet altijd eenvoudig om de informatie hoe het beeld is gestructureerd op een duidelijke manier te presenteren aan de gebruiker. Verder is deze methode alleen geschikt voor objecten die min of meer hiërarchisch zijn gestructureerd. Bij een volkomen platte structuur geeft deze methode de gebruiker geen enkel houvast.

Mw. J. van der Vegt maakte een begin met het ontwerp voor een picture editor, waarbij de geometrische elementen worden gegroepeerd op grond van geometrische eigenschappen. Bijvoorbeeld als de gebruiker een lijnstuk tekent in de buurt van het eindpunt van een ander lijnstuk is het vaak de bedoeling dat deze één geheel gaan vormen dat als een object moet worden beschouwd, waarmee verder kan worden gemanipuleerd. Om dit goed te realiseren moet de gebruiker in de interactie-loop steeds worden getoond welk object precies bezig is te ontstaan ('preview') en zodra de specificatie van een operatie is voltooid, dit aan het systeem bekend maken.

C.L. Blom werkte aan de definitie van de z.g. 'omgevingstoestand'. In deze toestand, die niet voorkomt in tekst of picture editors met een beperkt toepassingsgebied, moeten complexe samengestelde operaties kunnen worden gedefinieerd, onthouden en gemanipuleerd. De reden dat deze toestand nodig is voor picture editors met een breed toepassingsgebied ligt in het feit dat de waardenverzameling van veel basiselementen logisch gezien niet is begrensd. Bij een tekst editor is de waardenverzameling van het basiselement 'character' begrensd, b.v. het aantal toetsen op een toetsenbord. De waardenverzameling van b.v. de x- of y-coördinaat is niet begrensd. In de praktijk maakt men deze verzameling op kunstmatige wijze begrensd, b.v. door het aanbrengen van een rooster ('grid'). Echter, of deze dan wel enige andere kunstgreep verantwoord is, wordt door het toepassingsgebied bepaald; het is niet a priori duidelijk welke verzameling kunstgrepen de picture editor 'geleerd' moet hebben om de gebruiker een bruikbare werkomgeving aan te kunnen bieden. Om meer inzicht in deze problematiek te verkrijgen, die karakteristiek is voor gebruikersinterfaces in het algemeen en grafische interactie in het bijzonder, vatten E.H. Blake (IS 1), C.L. Blom en P.J.W. ten Hagen, in samenwerking met prof.dr. J. van de Bos (RU Leiden), het plan op om een landelijke werkgroep op te richten over object-georiënteerde methoden in de computer-grafiek.

*2.2. Constructieve input.* In het verslagjaar werd een aanzet gemaakt voor een volledige implementatie van het gedefinieerde hiërarchische model ontworpen door M.M. de Ruiter en P.J.W. ten Hagen voor een schetssysteem waarbij de gebruiker de mogelijkheid tot constructieve input geboden wordt. In het huidige ontwerp van het model wordt hiertoe de input van de gebruiker verwerkt door hiërarchisch geordende modulen. Deze verwerken en interpreteren de input stapsgewijs om uiteindelijk de mogelijke 3D configuraties te kunnen genereren, welke weer als feedback aan de gebruiker worden aangeboden.

Een werkende versie van de onderste module in de hiërarchie, waarin de atomaire input verkregen en onderling vergeleken wordt, werd tot stand

gebracht via een systeem geïmplementeerd bovenop het op het CWI ontwikkelde DialoogCellen systeem. Om de semantische aspecten van de interactie beter te kunnen bekijken werd hierbij een eenvoudige picture editor ontworpen met een relatief uitgebreide semantics. Hierbij is gebleken dat met name voor plaatjes opgebouwd uit lijnsegmenten het stapsgewijs realiseren van beelden via constructieve input bijna identiek is aan het stapsgewijs construeren van de semantics van een bepaald plaatje.

Een aanzet is gemaakt voor de specificatie en de implementatie van de module waarin de uit de eerste module verkregen atomaire inputs en hun verbanden omgezet worden in significante configuraties.

*IS 3 Dialoogprogrammering.* Het werk aan de formele beschrijving van DICE (de specificatietaal van het DialoogCellen systeem) werd voortgezet. Tegelijkertijd werd een tweede, meer geavanceerde versie van DICE ontworpen die als volwaardig User Interface Management Systeem moet kunnen worden geïnstalleerd in een grote verscheidenheid van taal- en systeemomgevingen. Het concept invoer grammatica werd gegeneraliseerd tot invoer-uitvoer grammatica zodat een tweerichtingsverkeer van z.g. interactie-units mogelijk is. R. van Liere en D. Soede maakten DICE beschikbaar op diverse window managers, waaronder X-windows an NeWS. Van Liere en Ten Hagen maakten een voorstel voor een interactie model op basis van DICE voor de volgende internationale grafische standaard. H.J. Schouten maakte een nieuwe versie van het radicalen systeem (het grafisch systeem van o.a. DICE), geschikt voor drie dimensies. Het bibliotheeksysteem van interactie technieken werd door hem gerealiseerd en beschreven. Ook de gegeneraliseerde window manager (i.e. resource manager) kwam gereed. Onder leiding van prof.dr. J. van de Bos (RU Leiden) is hij begonnen de resultaten in de vorm van een proefschrift te presenteren. M. van Dijk voltooide de studie over menu-technieken. Hieruit kwamen waardevolle suggesties voor verbeteringen voor de volgende versie van DICE. Met name dat de grammaticale invoerhiërarchie van DICE moet bestaan onafhankelijk van de controle structuur in het applicatieprogramma. Voor een aantal potentiële gebruikers van het CWI en daarbuiten (Universiteit Twente, PTT Telematica Laboratorium) werd een cursus dialoogprogrammering op basis van DICE gegeven door Van Liere, Schouten en Ten Hagen. Ten Hagen, Van Liere en drs. G. van Rossum (AA) namen deel aan een ISO ad hoc werkgroep over window managers en graphics.

*IS 4 Intelligente CAD-systemen.* Na afloop van de workshop on Intelligent CAD Systems in april (zie educatieve werkzaamheden) werd aan de hand van de nieuwe gezichtspunten die de discussies hadden opgeleverd, de ontwikkeling van het IICAD-systeem voortgezet. Dit gebeurde op een theoretische en praktische basis. De bestaande ontwerptheorie werd getoetst aan de nieuwe ontwikkeling. Vervolgens werd begonnen aan een uitbreiding van de theorie. Het werk aan de implementatie van het IICAD-systeem werd voortgezet door middel van een meer gedetailleerde specificatie van IDDL, de ontwerptaal. De bestaande implementatie van IDDL werd uitgebreid tot een meer realistisch

prototype. V. Akman concentreerde zijn aandacht op de beschrijving van een applicatiemodule voor kwalitatieve fysica. Zijn beschrijving van de gevolgde methoden maakt het mogelijk t.z.t. deze in de experimentele versie van het IIICAD-systeem te incorporeren. P.J. Veerkamp maakte een nauwkeuriger definitie van IDDL, met name t.b.v. het multi-world mechanisme. Op basis van het afstudeerwerk van mw. M. Megens maakte hij een eerste implementatie in Smalltalk, hierbij geassisteerd door R. Pieters Kwiers (afstudeerder). In de volgende fase worden complexere objecten ingebracht.

D.B.M. Otten begon zijn werkzaamheden in het project met een studie van de relatie tussen kennisrepresentatie en databases, met name voor CAD toepassingen. Op grond hiervan heeft hij een promotieprogramma gevonden rond de onderwerpen overerving en delegatie in kennisrepresentatie. J.L.H. Rogier maakte goede vorderingen met zijn studie over het realiseren van CAD-systemen volgens het IIICAD-concept. Hij heeft in dit verband een aantal sleutelmodulen uit de toepassing (waaronder een 3D-modelleersysteem) gereedgemaakt voor integratie in het IIICAD-systeem. Ten Hagen maakte samen met prof. F. Arbab en mw. Zs. Ruttkay een schema om IIICAD van een gebruikersinterface te voorzien met eigen taal (= interactie-taal) processor. Deze interface kan gerealiseerd worden met de nieuwe versie van DICE. P. Bernus probeerde een ontwerp object-representatie te formuleren vanuit de theoretische invalshoek. Over de activiteiten van de IIICAD-groep is door diverse deelnemers intensief gerapporteerd op nationale en internationale conferenties en congressen. Voor een volledig overzicht wordt verwezen naar het hoofdstuk publikaties van dit verslag.

Er is een vervolgoorstel gedaan aan NFI, om het project op iets grotere schaal voort te zetten. Hierbij is ook de Facultaire Vakgroep Informatica (Universiteit van Amsterdam) betrokken.

*IS 5 Gebruikersbesturingssystemen.* Gebruikersbesturingssystemen zijn systemen waarin de gebruiker on-line controle heeft over het samenstellen van applicaties uit programmatheken en gegevensbestanden. De besturing van dergelijke complexe informatiesystemen wordt ernstig bemoeilijkt door de diversiteit van de componenten met hun eigen bedieningsvoorschriften. In dit project worden integratieproblemen behandeld voor zover die samenhangen met gebruikersbesturing. Het veldwerk wordt uitgevoerd op de Universiteit Twente (prof.dr.ir. H.J.J. Kals, Faculteit Werktuigbouwkunde) t.b.v. het SPIN/FLAIR project PART.

De installatie van DICE op de Universiteit Twente onder VMS-besturingssysteem bracht verdere nadelen aan het licht van het gebruik van GKS als onderliggend grafisch systeem. Besloten werd om de radicalen-driver rechtstreeks aan te sluiten op de grafische bibliotheken van de werkstations. Een 2D implementatie werd onlangs ter plaatse gedemonstreerd. Er werd overeenstemming bereikt over de functies van het controle moduul 'Local Supervisor', en over de plaats van de Gebruikers Interfaces in de totale architectuur. Een nieuw werkschema was nodig om de in het verslagjaar bedachte methode om gebruikers interfaces te ontwerpen te toetsen aan het

actuele ontwerp van een interface voor het 'Volume Editor' module van het PART-systeem.

Het internationaal consortium voor een ESPRIT-II project voor het ontwikkelen van een geïntegreerde produkt- en productieproces modeller, fuseerde tegen de zin van IS met een nog groter consortium onder leiding van prof. Krause uit Berlijn. Vanwege:

- het onwerkbaar groot aantal deelnemers;
- de kleine kans op voldoende honorering van het voorstel;
- de weinig prominente plaats als onderaannemer; en
- een inhoudelijke verschuiving van systeembouw naar modelstudie heeft IS 5 zich uit het project teruggetrokken.

#### EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

##### *Conferenties e.d.*

##### *Eurographics*

*Eurographics Conferentie '87.* Zoals verwacht bleek de Eurographics '87 conferentie, die in Amsterdam werd gehouden, inderdaad financieel succesvol verlopen. Hoewel de boeken nog (steeds) niet officieel gesloten zijn, is wel duidelijk dat ongeveer f 140.000,- winst is gemaakt, waarvan f 50.000,- aan het CWI ten goede zal komen.

*Second Eurographics Workshop on Intelligent CAD.* De IICAD-groep organiseerde de tweede workshop in een serie van drie over intelligent CAD (Computer Aided Design) systemen. De workshop vond plaats van 19 tot 24 april in het Koninghof congressentrum te Veldhoven. V. Akman en P.J.W. ten Hagen waren de voorzitters van de workshop, P.J. Veerkamp de secretaris en mw. M.W.A. Hegt verzorgde de organisatie. Er waren 15 presentaties uit 9 landen en 38 deelnemers. Zeer levendige discussies vonden plaats, waarbij alle deelnemers betrokken waren. Naar aanleiding van de workshop werd een boek gepubliceerd door Springer-Verlag waarin de tekst behorende bij de 15 presentaties en 3 toegevoegde bijdragen zijn opgenomen. Redacteurs van het boek zijn: V. Akman, P.J.W. ten Hagen en P.J. Veerkamp. In het boek zijn drie bijdragen opgenomen van IICAD-medewerkers.

*Third Eurographics Workshop on Graphics Hardware,* 11-12 september, INRIA, Sophia-Antipolis. De workshop was, evenals in het vorige verslagjaar, georganiseerd vanuit het CWI door A.A.M. Kuijk (tevens voorzitter) en mw. M.W.A. Hegt. De lokale organisatie was in handen van G. Kahn (INRIA).

De voordrachten en discussies die gehouden werden hadden als gemeenschappelijk doel het versnellen van grafische beeldschermen t.b.v. interactie. Er waren twee duidelijk verschillende strategieën herkenbaar in de aanpak, te weten: middels zelf ontworpen VLSI, of middels configuraties gebaseerd op algemeen bruikbare hardware.

De eerste dag was gericht op systeemarchitecturen. Twee bijdragen waren gebaseerd op een systeem waarbij  $n$  strikt parallelle beeldgeneratie processen gevolgd worden door  $\log n$  combinatie stappen. Een variant hierop was een 'pipeline' van  $n$  processen, waar sequentieel ieder proces zijn bijdrage met door de pipeline stromende beeldelementen combineert.

Onze bijdrage aan de workshop beschreef een afwijkende architectuur waarbij het beeld, van waaruit het beeldscherm ververst wordt, opgeslagen is in de vorm van structureerbare primitieven i.p.v. de gebruikelijke beeldelementen (pixels).

De tweede dag waren er voornamelijk bijdragen op het gebied van data-structuren en algoritmen, gericht op implementatie op efficiënte hardware. Dit betrof onder meer een hiërarchische methode om objecten aan gedistribueerde processoren toe te wijzen en het gebruik van content adressable memories in combinatie met quad-tree operaties.

De workshop bewees zijn waarde, niet alleen door de presentaties van het werk, maar evenzeer door de als zeer nuttig ervaren discussies die deze presentaties opriepen. Deze discussies leverden nieuwe gezichtspunten en probleemstellingen, maar gaven ook antwoorden. Als direct gevolg van de workshop zijn nieuwe of hernieuwde relaties ontstaan, waarvan wij de resultaten in de volgende workshops hopen tegen te komen.

### *Werkgroepen*

*Working Group on Knowledge Representation.* De bijeenkomsten van deze werkgroep op het gebied van kennisrepresentatie ten behoeve van kunstmatige intelligentie systemen vonden tussen 4 januari en 13 juni twee-wekelijks op het CWI plaats. Het aantal deelnemers bedroeg ongeveer 22, waarvan 9 van buiten het CWI. Voordrachten werden gegeven door V. Akman, K.R. Apt, P. Bernus, M. Bezem, P.J.W. ten Hagen, J.-J.Ch. Meyer (VU Amsterdam), J.L.H. Rogier, J. Treur (Universiteit van Amsterdam) en P.J. Veerkamp.

*Werkgroep Gebruikersinterfaces.* Zie verslag afd. Algoritmiek en Architectuur.

*Cursus Dialoogprogrammeren.* Aan de cursus Dialoogprogrammeren die op 14 en 15 januari en 4 en 5 februari aan het CWI werd gegeven door R. van Liere en H.J. Schouten, werd deelgenomen door acht personen van het CWI en de Universiteit Twente.

### DEELNAME AAN COLLOQUIA, CURSUSSEN EN WERKGROEPEN BUITEN HET CWI

*Werkgroep Object-oriented Databases (OODB),* twee-wekelijks van 14 september t/m 29 november, Universiteit Twente: D.B.M. Otten.

## DEELNAME AAN CONGRESSEN, WERKBEZOEKEN E.D.

- Parallel Processing for Computer Vision and Display*, Leeds, UK, 12-15 januari: A.A.M. Kuijk.
- ESPRIT-II 3PM (IMPPACT) vergadering*, CWI, 22 januari: W. Eshuis.
- ESPRIT-II 3PM (IMPPACT) vergadering*, Essen, BRD, 10 februari: W. Eshuis.
- Editors meeting voor ISO 8805 (GKS-3D)*, CWI, 18-20 februari: M. Bakker.
- ESPRIT-II 3PM (IMPPACT) vergadering*, Essen, BRD, 23 februari: W. Eshuis.
- ISO/IEC JTC1/SC24/WG1/GKS-Review meeting*, Darmstadt, BRD, 24-26 februari: B.P. Rouwhorst.
- 7th UT-UMIST-RIT Research Program*, Universiteit Twente, 28-31 maart: W. Eshuis (twee voordrachten), P.J.W. ten Hagen, J.L.H. Rogier, P. Spilling.
- Special Working Group for Future Planning of ISO SC 24*, Blakeney, UK, 11-13 april: M. Bakker.
- Second Eurographics Workshop on Intelligent CAD Systems*, Veldhoven, 11-15 april: V. Akman (co-chairman, voordracht), P. Bernus (voordracht), W. Eshuis, P.J.W. ten Hagen (co-chairman), M.W.A. Hegt (secretaresse), D.B.M. Otten, J.L.H. Rogier, P. Spilling, P.J. Veerkamp (co-chairman, sessie voorzitter).
- University of Edinburgh, IIICAD-project (prof. A. Bijl)*, UK, 28 mei-4 juni: J.L.H. Rogier.
- Prolamat '88, Software for Manufacturing*, Dresden, DDR, 14-17 juni: P. Bernus (panelist).
- IBM Academic Information Systems 'Academic Amsterdam on the Move'*, Dallas, Texas, 17-19 juni, Austin, Texas, 19-20 juni, Ithaca, New York, 20-22 juni: R. van Liere.
- ISO /IEC JTC 1 SC 24 WG 1 meeting*, Tucson, AZ, USA, 24 juni-4 juli: M. Bakker, F.J. Burger, P.J.W. ten Hagen, R. van Liere, B.P. Rouwhorst.
- Siggraph '88*, Atlanta, GA, USA, 3-5 augustus: A.A.M. Kuijk, R. van Liere.
- International Conference on Engineering Design ICED '88*, Boedapest, Hongarije, 23-25 augustus: P. Bernus.
- IEEE Workshop on Languages for Automation*, Univ. of Maryland, USA, 29-31 augustus: W. Eshuis (voordracht).
- Third Workshop on Graphics Hardware*, Sophia-Antipolis, Frankrijk, 11-12 september: E.H. Blake, P.J.W. ten Hagen, A.A.M. Kuijk (voorzitter).
- Eurographics '88*, Nice, Frankrijk, 12-16 september: E.H. Blake, W. Eshuis, P.J.W. ten Hagen, A.A.M. Kuijk, M.M. de Rooter, H.J. Schouten, P. Spilling, P.J. Veerkamp (voordracht, panel sessie).
- First International Symposium on Electronic Art*, Utrecht, 27-30 september: E.H. Blake (voordracht).
- The Second IFIP WG 5.2 Workshop on Intelligent CAD*, University of Cambridge, UK, 19-22 september: P.J.W. ten Hagen, D.B.M. Otten, P.J. Veerkamp.
- ZGDV/CWI-Meeting on Interaction and User Interface Management*,



- Darmstadt, BRD, 6-7 oktober: W. Eshuis, P.J.W. ten Hagen, A.A.M. Kuijk, P.J. Veerkamp (allen met voordracht).
- Werkbezoek PTL*, Groningen, 11 oktober: P.J.W. ten Hagen, R. van Liere (voordracht), H.J. Schouten, J. van der Vegt (voordracht).
- Transputers for Industrial Applications*, Antwerpen, België, 18 oktober: A.A.M. Kuijk.
- Seminar Supercomputing and Visualisation*, Nieuwegein, 4 november: A.A.M. Kuijk.
- ISO SC 24/WG 4 meeting*, CWI, 12-20 november: M. Bakker.
- AI-toepassingen 1988*, Den Haag, 14-16 november: D.B.M. Otten.
- Joint GMD/INRIA/CWI Workshop*, Amsterdam, 17-18 november: C.L. Blom (voordracht), P.J.W. ten Hagen, A.A.M. Kuijk, R. van Liere (voordracht), H.J. Schouten (voordracht), J. van der Vegt (voordracht).
- Eurographics Conference Board Meeting*, Darmstadt, BRD, 22-23 november: W. Eshuis.
- ISO JTC1/SC24 WG1 Workshop on Windowing Environments*, Kopenhagen, Denemarken, 28 november-1 december: P.J.W. ten Hagen (voorzitter), R. van Liere.
- GI-Fachgespräch 'Graphik im Burobereich'*, Bad-Honnef, BRD, 29-30 november: C.L. Blom, J. van der Vegt.
- Werkbezoek GMD*, Sankt Augustin, BRD, 30 november: C.L. Blom, J. van der Vegt.
- Eurographics Conference Board Meeting*, Wenen, Oostenrijk, 30 november-1 december: W. Eshuis.

#### BEZOEKERS

- Zs. Ruttkay (Computer and Automation Institute, Boedapest, Hongarije), 27 maart-16 april.
- F. Arbab (University of Southern California, Los Angeles, USA), 1 juni-28 juli.
- A. Agogino (University of California at Berkeley, USA), 25 juli, voordracht: 1st PRINCE: Innovative design from first principles.
- W. Dijkhuis (directeur Stichting Moderne Media, voorzitter werkgroep culturele projecten van de ARIT), presentatie Centrum De Waag, 1 november.
- D. Duce, Rutherford Appleton Laboratories, UK, 29 oktober-2 november.
- E. Knuth (Computer and Automation Institute, Hungarian Academy of Sciences, Boedapest, Hongarije), 20-27 april, voordracht: Pictures of a data exhibition.
- T. Tomiyama (University of Tokyo, Japan), 8-9 september.

#### VOORDRACHTEN DOOR MEDEWERKERS

- V. Akman: The Power of Physical Representations. *Second Eurographics Workshop on Intelligent CAD Systems*, Veldhoven, 13 april.
- P. Bernus: IDDL, a Language for a Family of CAD Systems. *Second*

- Eurographics Workshop on Intelligent CAD Systems*, Veldhoven, 12 april.
- E.H. Blake: Perspective and the Appearance of Natural Scenes. *First International Symposium on Electronic Art*, Utrecht, 28 september.
- W. Eshuis: Knowledge Representation and Reasoning. *7th UT-UMIST-RIT Research Program*, Universiteit Twente, 28 maart.
- W. Eshuis: Dialogue Cells to Build Uniform User Interfaces. *7th UT-UMIST-RIT Research Program*, Universiteit Twente, 29 maart.
- W. Eshuis: User Interfaces. *IEEE Workshop on Languages for Automation*, Univ. of Maryland, Maryland, USA, 3 augustus.
- W. Eshuis: Abstract User Interfaces by DICE. *ZGDV/CWI-Meeting on Interaction and User Interface Management*, Darmstadt, BRD, 7 oktober.
- P.J.W. ten Hagen: Intelligent CAD Systems. *NFI-dag*, CWI, 16 november.
- P.J.W. ten Hagen: Activation Grammars. *Joint GMD/INRIA/CWI Workshop*, Amsterdam, 18 november.
- A.A.M. Kuijk: An Architecture for an Interactive Graphics Workstation. *ZGDV/CWI-Meeting on Interaction and User Interface Management*, Darmstadt, BRD, 6 oktober.
- R. van Liere: Dialoogcellen. *Werkbezoek PTL*, Groningen, 11 oktober.
- R. van Liere: Language Parsing in DICE. *Joint GMD/INRIA/CWI Workshop*, Amsterdam, 18 november.
- H.J. Schouten: The Dialogue Cell language and Graphics System. *Joint GMD/INRIA/CWI Workshop*, Amsterdam, 18 november.
- P.J. Veerkamp: Design Process Representation for Intelligent CAD. *Eurographics '88*, Nice, Frankrijk, 14 september.
- P.J. Veerkamp: Towards an Intelligent Interactive CAD System. *ZGDV/CWI-Meeting on Interaction and User Interface Management*, Darmstadt, 6 oktober.
- J. van der Vegt: Picture Editor. *Werkbezoek PTL*, Groningen, 11 oktober.
- J. van der Vegt & C.L. Blom: A Design for a Picture Editor. *Joint GMD/INRIA/CWI Workshop*, Amsterdam, 18 november.

#### PUBLIKATIES

##### *Rapportenseries*

- CS-R8802 V. AKMAN, P.J.W. TEN HAGEN, A.A.M. KUIJK. *A vector-like architecture for raster graphics.*
- CS-R8818 A.A.M. KUIJK, P.J.W. TEN HAGEN, V. AKMAN. *An exact incremental hidden surface removal algorithm.*
- CS-R8819 V. AKMAN, P.J.W. TEN HAGEN. *The power of physical representations.*
- CS-R8829 J. VAN DER VEGT, H.F.J.M. BUFFART, C.C. VAN LEEUWEN. *The 'Structural Memory'; a network model for human perception of serial objects.*
- CS-R8841 H.J. SCHOUTEN, P.J.W. TEN HAGEN. *Dialogue cell resource model and basic dialogue cells.*

*Publikaties in tijdschriften, proceedings e.d.*

- I1 V. AKMAN (1988). Geometry and Graphics applied to Robotics. R.A. EARNSHAW (ed.). *Theoretical Foundations of CAD and Computer Graphics*, Springer-Verlag, 619-638.
- I2 V. AKMAN (1988). Geometric Computing and Robotics. R.A. EARNSHAW (ed.). *Techniques in Computer Graphics and CAD*, Springer-Verlag.
- I3 V. AKMAN, P.J.W. TEN HAGEN (1988). R.A. EARNSHAW (ed.). The Power of Physical Representations. *Preprints of the Second Eurographics Workshop on Intelligent CAD Systems, April 1988, Veldhoven*, 175-198.
- I4 V. AKMAN, P.J.W. TEN HAGEN (1988). The Power of Physical Representations. V. AKMAN, P.J.W. TEN HAGEN, P.J. VEERKAMP (eds.). *Intelligent CAD Systems 2: Implementational Issues, Proceedings of the Second Eurographics Workshop on Intelligent CAD Systems, Eurographic Seminars Series*, Springer-Verlag.
- I5 V. AKMAN, P.J.W. TEN HAGEN, A.A.M. KUIJK (1988). A Vector-like Architecture for Raster Graphics. A.A.M. KUIJK W. STRASSER (eds.). *Advances in Computer Graphics Hardware II*, Eurographic Seminars Series, Springer-Verlag, 137-154.
- I6 V. AKMAN, P.J.W. TEN HAGEN, J.L.H. ROGIER, P. VEERKAMP (1988). Knowledge engineering in design. *Knowledge-based Systems, vol. 1, no. 2*, March.
- I7 M. BAKKER (1988). Adding Name Sets and Workstation Filters to GKS: a Future Extension. *Computer Graphics Forum*, 7, 3-7.
- I8 P. BERNUS, P.J.W. TEN HAGEN, P.J. VEERKAMP, V. AKMAN (1988). IDDL: The Language of a Family of Intelligent, Integrated, and Interactive CAD Systems (IIICAD). *Preprints of the Second Eurographics Workshop on Intelligent CAD Systems, April 1988, Veldhoven*, 35-65.
- I9 E.H. BLAKE (1988). Report on the Third Eurographics Workshop on Graphics Hardware. *Computer Graphics Forum, vol. 7, nr. 4*, 361-362.
- I10 W.R. FRANKLIN, V. AKMAN (1988). Adaptive grid for polyhedral visibility in object space: An implementation. *The Computer Journal, Vol. 31, No. 1*
- I11 W.R. FRANKLIN, N. CHANDRASEKHAR, M. KANKANHALLI, M. SESHAN, V. AKMAN (1988). Efficiency of uniform grids for intersection detection on serial and parallel machines. *Proceedings Computer Graphics International '88, Geneva, May 1988*.
- I12 W.R. FRANKLIN, N. CHANDRASEKHAR, M. KANKANHALLI, M. SESHAN, V. AKMAN (1988). Efficiency of uniform grids for intersection detection on serial and parallel machines. N. MAGNENAT-THALMANN, D. THALMANN (eds.). *New Trends in Computer Graphics*, Springer-Verlag.
- I13 I. HERMAN, J. REVICZKY (1988). Some Remarks on the Modelling Clip Problem. *Computer Graphics Forum, vol. 7, nr. 4*, 265-271.
- I14 A.A.M. KUIJK, P.J.W. TEN HAGEN, V. AKMAN (1988). An Exact Incremental Hidden Surface Removal Algorithm. A.A.M. KUIJK, W. STRASSER

- (eds.). *Advances in Computer Graphics Hardware II, Eurographic Seminars*, Springer-Verlag, 21-37.
- I15 C.C. VAN LEEUWEN, H.F.J.M. BUFFART, J. VAN DER VEGT (1988). Sequence influence on the organisation of meaningless serial stimuli: economy after all. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14, 481-502.
- I16 R. VAN LIERE (1988). User Interface Management System. M.M. DE RUITER (ed.). *Advances in Computer Graphics III, Eurographic Seminars Series*, Springer-Verlag, 99-133.
- I17 R. VAN LIERE (1988). A model for interaction. R.A. EARNSHAW (ed.). *Fundamental Algorithms for Computer Graphics, NATO ASI Series*, Springer-Verlag, 517-543.
- I18 D.B.M. OTTEN (1988). Knowledge base aspects for the IICAD-system. *Proceedings of the 2nd IFIP WG 5.2 Workshop on Intelligent CAD, UK*.
- I19 H.J. SCHOUTEN, P.J.W. TEN HAGEN (1988). Dialogue Cell Resource Model and Basic Dialogue Cells. *Computer Graphics Forum*, vol. 7, nr. 4, 311-322.
- I20 P.J. VEERKAMP, V. AKMAN, P. BERNUS, P.J.W. TEN HAGEN (1988). IDDL: A Language for Intelligent Interactive Integrated CAD Systems. V. AKMAN, P.J.W. TEN HAGEN, P.J. VEERKAMP (eds.). *Intelligent CAD Systems 2: Implementational Issues, Proceedings of the Second Eurographics Workshop on Intelligent CAD Systems, Eurographic Seminars Series*, Springer-Verlag.
- I21 P.J. VEERKAMP (1988). Multiple Worlds in an Intelligent CAD System. H. YOSHIKAWA, D. GOSSARD (eds.). *Intelligent CAD: Record of the first IFIP WG 5.2 Workshop on Intelligent CAD, North-Holland*.
- I22 P.J. VEERKAMP (1988). The Multi-world mechanism in IDDL (Integrated Data Description Language). *Proceedings of the Second IFIP WG 5.2 Workshop on Intelligent CAD, UK*.
- I23 J. VAN DER VEGT, H.F.J.M. BUFFART, C.C. VAN LEEUWEN (1988). The 'Structural Memory'; a network model for human perception of serial objects. *Psychological Research*, vol. 50 nr. 4.

#### *Overige publikaties*

- I24 V. AKMAN, P.J.W. TEN HAGEN, P.J. VEERKAMP (eds.) (1988). *Intelligent CAD Systems 2: Implementational Issues, Proceedings of the Second Eurographics Workshop on Intelligent CAD Systems, Eurographic Seminars Series*, Springer-Verlag.
- I25 M. BAKKER (1988). *GKS-3D, The Graphical Kernel System for Three Dimensions*, ISO 8805.
- I26 M. BAKKER (1988). *GKS-3D/C, The Graphical Kernel System for Three Dimensions Language Bindings, Part 4: C*, ISO/IEC Initial Draft 8806-4; ISO/IEC Working Draft 8806-4.
- I27 M.M. DE RUITER (ed.). *Advances in Computer Graphics III, Eurographic Seminars Series*, Springer-Verlag.

## Verslag van de Werkgemeenschap

### Numerieke Wiskunde

#### OVERZICHT VAN DE LOPENDE PROJECTEN

- Iteratieve methoden voor lineaire en niet-lineaire partiële differentiaalvergelijkingen (prof.dr. A.O.H. Axelsson, KU Nijmegen).
- Analyse van numerieke methoden voor het oplossen van beginwaardeproblemen (prof.dr. M.N. Spijker, RU Leiden).
- Numerieke en fundamentele aspecten van polynomiale splines in twee variabelen (prof.dr. C.R. Traas, Univ. Twente).
- Iteratieve methoden voor beeldreconstructie (prof.dr. M.A. Viergever en prof.dr. H.A. van der Vorst, TU Delft).

#### ONDERZOEKSTERREIN EN AANDACHTSGEBIEDEN

De numerieke wiskunde houdt zich bezig met ontwerp en onderzoek van methoden waarmee de oplossing van wiskundig geformuleerde problemen numeriek benaderd kan worden. Hierbij gaat het om algoritmen die door computers in een (groot doch) eindig aantal stappen moeten kunnen worden uitgevoerd. Ook de aan deze algoritmen ten grondslag liggende methoden en technieken worden binnen de numerieke wiskunde bestudeerd.

Belangrijke inspiratie- en toepassingsgebieden zijn met name de problemen uit de toepassingen der wiskunde die hetzij in termen van differentiaal- en/of integraalvergelijkingen, hetzij in termen van grote algebraïsche stelsels, geformuleerd kunnen worden. Als direct gevolg hiervan kent de numerieke wiskunde vele verbanden met andere delen van de wiskunde en haar toepassingsgebieden.

Als zelfstandige tak van de wiskunde wordt numerieke wiskunde beoefend op een wijze die varieert van zeer theoretisch (waarbij de verankering in de andere deelgebieden van de wiskunde van groot belang is) tot zeer praktisch (onderzoeken hoe men een goed computerprogramma voor het implementeren van een numerieke methode construeert). Vanwege de belangrijke rol die gespeeld wordt door computers is er een belangrijk raakvlak met de informatica.

In praktijksituaties fungeert de numerieke wiskunde dikwijls als brug tussen de wiskundige analyse en haar toepassingen in andere disciplines enerzijds en computergebruik anderzijds. De activiteiten variëren dan van deelname in de wiskundige modelvorming tot het efficiënt en verantwoord uitvoeren van (grootschalig) wetenschappelijk en technisch rekenwerk.

Een gebiedsomschrijving van de numerieke wiskunde m.b.v. de AMS Mathematics Subject Classification 1980 kan als volgt gegeven worden:

Hoofdgebieden: 65-XX, 39-XX, 40-XX, 41-XX.

Belangrijkste nevengebieden: 15-XX, 33-XX, 34-XX, 35-XX, 45-XX, 46-XX, 47-XX, 49-XX, 68BXX.

Belangrijkste toepassingsgebieden: 70-XX, 73-XX, 76-XX, 78-XX, 80-XX, 81-XX, 85-XX, 86-XX, 90-XX, 92-XX.

De numerieke wiskunde wordt aan alle universiteiten (m.u.v. Groningen, Rotterdam en Limburg) door één of meer kroondocenten beoefend. Daarnaast wordt op dit gebied onderzoek verricht door de afdeling NW van het CWI. Bovendien worden in vele andere (in hoofdzaak natuurwetenschappelijke, technische, economische, e.d.) disciplines numerieke methoden voor specifieke problemen gebruikt, ontworpen en onderzocht, met name bij het WL, NLR, Marin en andere laboratoria.

Gebieden binnen de numerieke wiskunde waaraan bij de verschillende instituten aandacht wordt geschonken zijn:

| Aandachtsgebied   | Instituten en Instellingen           |
|---|--------------------------------------|
| Lineaire algebra  | TUE, RUU, UvA, KUN                   |
| Approximatietheorie   | UT, RUG, TUE, RUU, CWI(TW)           |
| Iteratieve methoden   | RUL, TUD, RUU, KUN, CWI(NW)          |
| Niet-lineaire stelsels & optimalisering   | UT, RUL, TUE, CWI(MB), KUN           |
| Problemen uit de stromingsleer  | WL, NLR, TUD, KNMI, UT, CWI(NW)      |
| Eindige-elementen-methoden  | WL, TUE, TUD, UT, KUN, VUA           |
| Singuliere storingsproblemen  | KUN, VUA, CWI(NW)                    |
| Beginwaardeproblemen  | RUL, CWI(NW), KUN, VUA               |
| Randwaardeproblemen   | TUD, RUU, UT, TUE, KUN, CWI(NW), VUA |
| Multiroostertechnieken  | TUD, CWI(NW), KUN                    |
| Numerieke getaltheorie  | CWI(NW, ZW)                          |
| Numerieke programmatuur   | UvA, RUG, TUE, UT, TUD, CWI(NW)      |
| Algoritmen voor supercomputers  | RUG, RUU, CWI(NW, AI), TUD, VUA      |
| Algemene numerieke principes (stabiliteit, complexiteit, afrondfouten, interval arithmetiek e.d.) | TUE, UvA, RUL                        |

## VERSLAG VAN DE PROJECTEN

*Iteratieve methoden voor lineaire en niet-lineaire partiële differentiaalvergelijkingen*

Projectleider : prof.dr. A.O.H. Axelsson  
 Medewerkers : drs. B.J.M. Polman  
 : drs. J.M.L. Maubach (vanaf 1 juli 1986)  
 Aanvangsdatum : 1 december 1984

A. (B.J.M. Polman) Evenals in 1987 is het onderzoek in 1988 gericht geweest op matrix-decomposities gebaseerd op domein-decompositiemethoden. Er zijn toepassingen bekeken:

1. Als preconditioniemethode in een iteratief proces, b.v. prec. conj. gradiëntenmethode.
2. Als correctiematrices in een multirooster proces.

Ad 1. Twee verschillende decomposities zijn bekeken gebaseerd op verschillende domeindecomposities.

- a. Het domein wordt verdeeld in strips. De preconditioniematrix wordt verkregen als een incomplete blokfactorisatie waarin de blokken corresponderen met de strips en waar de modificatie van de diagonaalblokken in de factorisatie wordt bepaald door de keuze van bepaald gekozen modificatievectoren. Deze methode blijkt, niet alleen voor problemen met gladde oplossingen zeer snel te convergeren (zie publikatie [6]).
- b. Het domein in tweeën verdeeld en het probleem wordt gereduceerd tot de scheidende lijn (Schur complement vorm). Voor het gereduceerde stelsel is een nieuwe preconditioniematrix getest en geanalyseerd. De convergentie is onafhankelijk van  $h$  maar hangt wel af van de aspectratio. Dit is op te lossen door het recursief toepassen van de methode met alternerende richtingen voor de scheidende lijn (publikatie [7]).

Ad 2. De snelle convergentie van de preconditioniematrix in 1a, in het bijzonder voor gladde oplossingen gaf aanleiding om deze te combineren met een smoother in een multirooster  $V$ -cycle. De combinatie van robuuste smoothers op het fijne rooster en de corrector op een grover rooster (eventueel met een uitwendige acceleratiemethode) geeft uitstekende resultaten (publikatie [8]). De convergentietheorie is bijgesteld. Alle bovenstaande methodes zijn toepasbaar ook op niet-symmetrische problemen, maar de theorie van convergentiesnelheid wordt aanzienlijk lastiger en is tot nu toe niet tot stand gekomen.

B. (J.M.L. Maubach). Het onderzoek in 1988 was gericht op het toepassen van de in vorige publikatie [9] geanalyseerde factorisatiemethode, met een snelle updating van de Hessian, op een tijdsafhankelijk niet-lineair electromagnetisch veldprobleem. Hierbij wordt de tijd behandeld als een ruimtevariabele binnen

time-slabs! Een aangepast eindig elementenrooster is toegepast om problemen met shockgolven efficiënter en met veel minder vrijheidsgraden te modelleren dan met gewone stap-voor-stap methoden in de tijd. De stabilisatietheorie bewijst dat de techniek gebruikt kan worden als 'time-slabbing', d.w.z. men kan met willeurig grote tijdsintervallen werken zonder stabiliteitsproblemen, en binnen de 'timeslabs' het rooster aan de oplossing aanpassen, zowel in tijd als ruimte (zie verder publikatie [10]).

De stabiliteit is afkomstig uit de monotoniciteitseigenschap van het probleem. Een adaptieve roostergeneratiemethode wordt bestudeerd.

Vooruitlopende op deze adaptieve roostergeneratie is een voor Axelsson en Vassilevski ontwikkelde recursieve hiërarchische lineaire solver bestudeerd en werd voor twee specifieke triangulaties een constante  $\lambda$ , voortkomende uit de CBS-inequality voor twee-niveau methoden, uitgerekend. Deze constante is van groot belang voor het convergentiegedrag van bovengenoemde lineaire solver. Het snel oplossen van de lineaire solvers is zeer belangrijk voor de Newton-methode voor niet-lineaire stelsels.

Tenslotte werd in het voorjaar aansluitend op publikatie [9] als afronding van dit onderwerp, de snelle assemblage voor driedimensionale elementen, zoals tetrahedrons, bestudeerd. Ook hier bleek een reductie van de assemblage kosten met een factor drie mogelijk.

#### *Publicaties*

1. O. AXELSSON, B. POLMAN (1986). On approximate factorization methods for blockmatrices suitable for vector and parallel processors. *Linear Algebra and its Applications*, 77, 3-26.
2. B. POLMAN (1987). Incomplete blockwise factorizations of (block)  $H$ -matrices. *Linear Algebra and its Applications*, 90, 119-132.
3. R. ERMERS, B. POLMAN (1987). On the eigenvalues of the structurematrix of matrices of zeros and ones. *Linear Algebra and its Applications*, 95, 17-41.
4. V. EIJKHOUT, B. POLMAN (1988). Decay rates of inverses of banded  $M$ -matrices that are near to Toeplitz matrices. *Linear Algebra and its Applications*, 109, 247-277.
5. O. AXELSSON, V. EIJKHOUT, B. POLMAN, P. VASSILEVSKI (1987). *Iterative Solution of Singular Perturbation 2-nd Order Boundary Value Problems by Use of Incomplete Block-Matrix Factorization Methods*. Report 8709, Department of Mathematics, University of Nijmegen.
6. O. AXELSSON, B. POLMAN (1987). *Block preconditioning and Domain Decomposition Methods, I*. Report 8735, Department of Mathematics, University of Nijmegen.
7. O. AXELSSON, B. POLMAN (1988). Block preconditioning and domain decomposition methods, II. *Journal of Computations & Applied Mathematics*, 24, 55-72.
8. O. AXELSSON, B. POLMAN (1988). A robust preconditioner based on algebraic substructuring and two-level grids. *Robust Mult-Grid, Proceedings of the Fourth GAMM-Seminar, Kiel 1988*, Notes on Numerical Fluid Mechanics, Vol. 23, Vieweg, Braunschweig 1988.



9. O. AXELSSON, J. MAUBACH (1988). On the updating and assembly of the hessian matrix in finite element methods. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* 71, 41-67.
10. O. AXELSSON, J. MAUBACH. *A Time-Space Finite Element Discretization Technique for the Calculation of the Electromagnetic Field in Ferromagnetic Materials*, submitted to International Journal for Numerical Methods in Engineering.

#### *Deelname aan conferenties*

*Computational Solution of Nonlinear Systems of Equations, AMS-SIAM Summer Seminar in Applied Mathematics, Fort Collins, Colorado, 28-29 juli: J.M.L. Maubach.*

*Conferentie van Numeriek Wiskundigen, Woudschouten, Zeist, 26-28 september 1988: J.M.L. Maubach, B.J.M. Polman.*

#### *Analyse van numerieke methoden voor het oplossen van beginwaardeproblemen*

Projectleider : prof.dr. M.N. Spijker  
 Medewerker : drs. H.W.J. Lenferink  
 Aanvangsdatum : 1 februari 1986

#### *De voortgang in het onderzoek*

De relevantie van het begrip numeriek bereik ('numerical range') van matrices, zoals dit in de bestaande literatuur voorkomt, is bestudeerd. Een generalisatie van dit begrip is ingevoerd, en de fundamentele karakteriseringen van het gegeneraliseerd numeriek bereik zijn afgeleid. Toepassingen van dit nieuwe begrip in de stabiliteitstheorie van differentiemethoden zijn gevonden.

#### *Publikaties*

1. H.W.J. LENFERINK, M.N. SPIJKER (1988). The relevance of stability regions in the numerical solution of initial value problems. K. STREHMEL (ed.). *Numerical Treatment of Differential Equations*. Teubner-Verlag, Leipzig.
2. H.W.J. LENFERINK (1988). *Contractivity Preserving Explicit Linear Multistep Methods*. Report TW-8803, Department of mathematics and computer science, University Leiden, the Netherlands.
3. H.W.J. LENFERINK, M.N. SPIJKER (1988). *A Generalization of the Numerical Range of a Matrix*. Report TW-8809, Department of mathematics and computer science, University of Leiden, The Netherlands.

#### *Deelname aan conferenties*

24e Nederlands Mathematisch Congres, Eindhoven, 7-8 april.

*The 1988 Conference on the Numerical Solution of IVPs for ODE's*, Toronto, Canada, 20-24 juni.

Voordracht: Contractivity preserving linear multistep methods.

*Numerieke en fundamentele aspecten van polynomiale splines in twee variabelen*

Projectleider : prof.dr. C.R. Traas  
 Medewerker : ir. M. Neamtu  
 Aanvangsdatum : 1 september 1988

*De voortgang van het onderzoek*

In de periode september-december heeft ir. Neamtu, naast een studie van algemene numeriek wiskundige literatuur en van gespecialiseerde literatuur op het gebied van splines, een onderzoek uitgevoerd naar een nieuwe recurrente betrekking voor de evaluatie van simplex splines. Dit heeft geleid tot enige theoretische en praktische resultaten, die door hem zijn gepresenteerd op een bijeenkomst van de werkgroep *Meerdimensionale stuksgewijs polynomiale approximatie* aan de Universiteit van Amsterdam op 9 december. Voorbereidend werk is verricht voor presentatie van dezelfde materie op het *Sixth Texas Symposium on Approximation Theory*, 6-10 januari 1989.

Voor werk op het gebied van 'visueel gladde splines' (met het oog op het approximeren van gesloten oppervlakken) zijn afspraken gemaakt met dr. P. Pfluger (Universiteit van Amsterdam).

Op 25 november hebben dr. Schaeben en een student, beiden van de Universiteit van Bonn, een bezoek gebracht aan de Universiteit Twente teneinde te spreken over de toepassing van bivariabele simplex splines bij het modelleren van aardlagen. De contacten hierover zullen worden voortgezet, waarbij ir. Neamtu een centrale rol zal spelen.

*Iteratieve methoden voor beeldreconstructie*

Projectleider : prof.dr.ir. M.A. Viergever  
 Medewerker : ir. M.C.A. van Dijke  
 Aanvangsdatum : 1 april 1988

*De voortgang van het onderzoek*

Dit project is gestart in september 1987. Het eerste halfjaar werd besteed aan literatuuronderzoek, waarna werd begonnen aan het vergelijken van de bekende least-squares reconstructiemethoden ART, block-ART en SIRT. De methoden werden in een reeksontwikkeling geformuleerd waaruit bleek dat de drie methoden in praktische problemen (veel ruis) equivalent zijn en dat block-ART en SIRT het voordeel hebben dat zij parallel kunnen worden geïmplementeerd. Momenteel wordt gekeken naar de regulariserende eigenschappen van de drie methoden en wordt getracht de performance te verhogen door het optimaal kiezen van de volgorde van de rijen (ART) en de keuze van de blokken (block-ART).

*Publikaties*

1. M.C.A. VAN DIJKE, H.A. VAN DER VORST, M.A. VIERGEVER. Iterative solution methods for large, sparse systems of linear equations arising from tomographic reconstructions. To appear in: *Proceedings NATO ASI on Numerical Linear Algebra, Digital Signal Processing and Parallel Algorithms, Leuven*, (Abstract).
2. M.C.A. VAN DIJKE, H.A. VAN DER VORST, M.A. VIERGEVER. TODD-POKROPEK, M.A. VIERGEVER (eds.). On the relation between ART, block-ART and SIRIT. Submitted for publication in: *The Formation, Handling, and Evaluation of Medical Images*.

*Deelname aan conferenties*

*NATO Advanced Study Institute, 'Numerical Linear Algebra, Digital Signal Processing and Parallel Algorithms'*, Leuven, België, 1-12 augustus.

voordracht getiteld: 'Iterative solution methods for solving large, sparse systems of linear equations arising from tomographic image reconstructions'.

*NATO Advanced Study Institute, 'The Formation, Handling and Evaluation of Medical Images'*, Porto, Portugal, 1-23 augustus.

voordracht getiteld: Analysis of the convergence behaviour of iterative reconstruction methods.

*Conferentie van Numeriek Wiskundigen, Zeist, 26-28 september.*

*Seminarium Beeldreconstructie, CWI, Amsterdam, oktober-december.*

voordracht getiteld: Statistical and linear-algebraic image reconstruction methods. (MAV, 26 oktober 1988).

*Conferentie Nederlandse Vereniging voor Patroonherkenning en Beeldverwerking, Amsterdam, 28 november.*

voordracht getiteld: Gauss methoden voor iteratieve beeldreconstructie. (MAV).

*Bezoekers*

prof. P.P.B. Eggermont (Department of Mathematical Science, University of Delaware, Newark, Delaware, USA, tijdelijk CWI, Amsterdam). Diverse werkbesprekingen.

*Werkgroep*

prof.dr.ir. M.A. Viergever (RU Utrecht, werkleider)

prof.dr. H.A. van der Vorst (TU Delft)

O.I.O.: ir. M.C.A. van Dijke (TU Delft)

## EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN

*Conferentie van Numeriek Wiskundigen*

De dertiende Conferentie van Numeriek Wiskundigen werd gehouden van maandag 26 tot en met woensdag 28 september in het conferentie-oord 'Woudschoten' te Zeist. Evenals in voorgaande jaren waren er twee thema's:

- domein-decompositiemethoden voor elliptische randwaardeproblemen.
- Projectiemethoden voor niet-symmetrische stelsels lineaire vergelijkingen.

Voor ieder thema hielden enkele uitgenodigde sprekers twee lezingen.

De sprekers voor het eerste thema waren:

P.E. Bjorstad (University of Bergen, Noorwegen): Domain decomposition and iterative refinement methods for elliptic problems (twee voordrachten).

Y.A. Kuznetsov (Academy of Sciences, Moskou, USSR): Domain decomposition methods (twee voordrachten).

O.B. Widlund (Courant Institute, New York, USA): ook Domain decomposition and iterative refinement methods for elliptic problems (twee voordrachten).

Een aangemelde voordracht over dit thema werd gehouden door:

A.O.H. Axelsson (KU Nijmegen): A theory for repeated domain decomposition based on a new recursive two level mesh theory.

Uitgenodigde sprekers voor het tweede thema waren:

T.A. Manteuffel (University of Colorado, Denver and Los Alamos National Laboratories, USA): Iterative methods for nonsymmetric linear systems en The role of boundary conditions in preconditioning with equivalent operators.

Y. Saad (NASA Ames Research Center, Moffet Field, USA): Krylov subspace methods (twee voordrachten).

A. van der Sluis (RU Utrecht): The convergence behaviour of Ritz values and projection methods (twee voordrachten).

Vier sprekers hadden zich aangemeld voor een korte voordracht:

V.L. Eijkhout (KU Nijmegen): Two level analysis of a recursive 5-point/9-point factorisation method.

P. Wilders (TU Delft): The CGS method for two-dimensional shallow water computations.

Huang Yunging (Xiangtan University, tijdelijk TU Delft): Convergence behaviour of GMRES.

A.O.H. Axelsson (KU Nijmegen): A restricted version of a generalised preconditioned conjugate gradient method.

Ongeveer zestig deelnemers woonden de lezingen bij. De organisatie van de conferentie was in handen van de voorbereidingscommissie, bestaande uit prof.dr. M.N. Spijker, prof.dr. A. van der Sluis, prof.dr. H.A. van der Vorst en dr. W.H. Hundsdorfer. Ondersteuning bij de organisatie werd gegeven door het Centrum voor Wiskunde en Informatica.

*Landelijk Caputcollege: 'Splines, approximatie en eindige elementen'*

Op verzoek van de Werkgemeenschap Numerieke Wiskunde heeft prof.dr. C.R. Traas (Universiteit Twente) een caputcollege: 'Splines, approximatie en eindige elementen' gegeven. Het college werd in Utrecht gehouden.

Dit college omvatte negen dagen (27 uur) die eens in de 14 dagen, van februari tot juni, gehouden werden. Met 14 deelnemers uit 7 verschillende instellingen, werd dit college als een goede en nuttige zaak ervaren. Het bestuur betreurt het dat het niet mogelijk is gebleken het landelijk caputcollege op een regelmatige basis (b.v. eenmaal per jaar) te organiseren.

**WETENSCHAPPELIJKE BIJEENKOMSTEN VAN DE WGM**

Zoals gebruikelijk vond een wetenschappelijke bijeenkomst van de WGM plaats in het wiskundegebouw van de RU te Utrecht.

Bij deze 20ste bijeenkomst op donderdag 3 maart spraken:

- A. Reusken (RU Utrecht): Aspecten van een gedempt niet-lineair multigrid algoritme.
- B. Koren (CWI): Multigrid en defect correctie voor de stationaire Navier-Stokes-vergelijkingen.

# Verslag van de Werkgemeenschap

## Stochastiek

### OVERZICHT VAN DE UITGEVOERDE PROJECTEN

- Coderingsproblemen in ergodentheorie (prof.dr. M.S. Keane, TU Delft).
- Het convex omhulsel van een steekproef in  $\mathbf{R}^k$  (prof.dr. L.F.M. de Haan, EU Rotterdam).
- Multivariate statistische analyse met hoog breekpunt (prof.dr. P.J. Rousseeuw, TU Delft).
- Statistiek voor grote parameterruimten (prof.dr. F.H. Ruymgaart, KU Nijmegen).
- Zelfgelijkvormigheid en zelfontbindbaarheid (prof.dr. W. Vervaat, KU Nijmegen).

### ONDERZOEKSTERREIN EN AANDACHTSGEBIEDEN

Het onderzoeksterrein van de werkgemeenschap omvat de kansrekening en de statistiek.

Mathematische statistiek is de theorie van wiskundige modellen, die geschikt zijn voor praktische problemen waarin toevallige verschijnselen een grote rol spelen. De wiskundige basis van de statistiek is de kansrekening. Bij de ontwikkeling van deze modellen wordt in het bijzonder gelet op de doeltreffendheid, robuustheid en de aanpassing aan de praktische situatie.

De mathematische statistiek is erop gericht methoden te ontwikkelen voor het aanpassen van modellen aan een beperkt aantal waarnemingen, maar ook asymptotische methoden zijn van groot belang. De opzet van experimenten in coördinatie met modelkeuze en statistische analyse van de resultaten vormt een apart hoofdstuk van de statistiek.

Tezamen genomen vormen opzet, modelkeuze, analyse en wijze van trekken

van conclusies een statistische procedure. De taak van de mathematische statistiek is samen te vatten als het ontwerpen, bestuderen en vergelijken van statistische procedures. Daarnaast wordt ook de analyse van massale data, vaak zonder duidelijke kanstheoretische achtergrond, tot de statistiek gerekend.

De kansrekening is, formeel wiskundig, nauw verwant aan de analyse, i.h.b. de maattheorie. Het eigen karakter van de kansrekening ligt vooral in de bijzondere heuristiek. Zo hebben de kanstheoretische toepassingen in o.a. potentiaaltheorie en ergodentheorie een diepere betekenis dan alleen maar een nieuwe wiskundige techniek: zij voegen een nieuwe dimensie toe aan het inzicht in deze onderwerpen.

Daarnaast vindt men ook toepassingen, die meer op klassieke analyse gebaseerd zijn. Dit geldt voor een groot deel van de mathematische statistiek, maar b.v. ook in de typische kanstheoretische leer van de wachttijden.

Op het gebied van de mathematische statistiek is het onderzoek van verdelingsvrije methoden, empirische verdelingsfuncties en asymptotische statistiek voortgezet. Daarbij wordt thans vooral veel aandacht geschonken aan schattingstheorie bij grote parameterruimten.

Er is voorts veel belangstelling voor tal van meer toegepaste onderwerpen, zoals tijdreeksen, levensduurproblemen, discriminantanalyse, regressie- en variantie-analyse en toetsen voor aanpassing. In de kansrekening is voortgegaan met het onderzoek naar limietstellingen, stochastische systeemtheorie en speciale stochastische processen zoals: Brownse beweging, stochastische wandeling, Markov-ketens, maxima en records, meerdimensionale puntprocessen, stabiele processen, martingaaltheorie, wachttijd- en vernieuwingstheorie en met dit alles direct verband houdende niet-stochastische wiskundige hulpmiddelen.

Verder wordt onder meer onderzoek verricht naar coderingsproblemen en ergodentheorie, stochastiek in combinatoriek, oneindig deelbaarheid.

## VERSLAG VAN DE PROJECTEN

### *Coderingsproblemen in ergodentheorie*

Projectleider : prof.dr. M.S. Keane  
 Medewerker : ir. M. Martens  
 Aanvangsdatum : 1 maart 1982

### *Voortgang van het onderzoek*

Gedurende 1988 is het onderzoek van M. Martens naar het gedrag van 1-dimensionale dynamische systemen voortgezet. Met name werden homeomorfismen van de cirkel bestudeerd. Het onderzoek resulteerde in een generalisatie van een stelling van Yoccoz. Het is nu mogelijk een volledige invariant te geven voor Cherry-flows.

Vervolgens werden de problemen rond de eindigheid van attractoren en het bestaan van wandelende intervallen opgelost (dit in samenwerking met W. de Melo en S. van Strien). Nu deze beide problemen opgelost zijn is een duidelijk

beeld verkregen van de topologische eigenschappen van 1-dimensionale dynamica. Deze resultaten verschijnen in rapport 2 (zie publikaties).

Betreffende de metrische eigenschappen van 1-dimensionale systemen is onderzoek verricht naar de maat en de Hausdorff-dimensie van aantrekkende Cantor-verzamelingen. Er zijn resultaten verkregen met betrekking tot unimodale afbeeldingen in het oneindige decompositie geval. Van deze resultaten is een manuscript vervaardigd. Het onderzoek naar metrische eigenschappen van invariante Cantor-verzamelingen zal worden voortgezet.

#### *Publikaties*

1. M. MARTENS, W. DE MELO, P. MENDES, S. VAN STRIEN. *Cherry-flows on the Torus: Towards a Classification*.
2. M. MARTENS, W. DE MELO, S. VAN STRIEN. *Julia-Fatou-Sullivan Theory for Real One-dimensional Dynamics*.

#### *Deelname aan colloquia en conferenties*

*Seminarium Ergodentheorie en dynamische systemen* (wekelijks, TU Delft): M. Martens.

*Seminarium Topologie* (wekelijks, Delft): M. Martens.

*Dynamische systemen dagen* (maandelijks, Nederland en België): M. Martens.

*Symposium on dynamical systems*, 30 juni-10 juli, Durham (UK): M. Martens.

*Symposium 'Structure and Bifurcation of Strange Attractors'*, 11-30 juli, Warwick (UK): M. Martens.

#### *Het convex omhulsel van een steekproef in $\mathbb{R}_k$*

Projectleider : prof.dr. L.F.M. de Haan

Medewerker : drs. H.A. Brozius

Aanvangsdatum : 1 september 1984

Het onderzoeksprogramma is uitgevoerd min of meer volgens het oorspronkelijke voorstel: eerst verdelingsconvergentie, dan convergentie van de verwachting van b.v. het aantal hoekpunten en tenslotte bijna zekere convergentie. De resultaten zijn beschreven in drie artikelen, één verschenen, één geaccepteerd en één ingediend. Er is onbedoeld een soort wetenschappelijke wedijver ontstaan met de groep van S.I. Resnick (Cornell) die in dezelfde periode aan hetzelfde onderwerp gewerkt heeft. Wij zijn daar niet zo slecht uitgekomen. Zodra H.A. Brozius een inleiding tot de drie artikelen voltooid heeft, zal aan de eisen voor een promotie voldaan zijn.

#### *Publikaties*

1. H.A. BROZIUS, L. DE HAAN (1987). On limiting laws for the convex hull of a sample. *J. Appl. Prob.* 24, 852-862.
2. H.A. BROZIUS (1986). Convergence in mean of some characteristics of the convex hull. *J. Appl. Prob.*: to appear.



3. H.A. BROZIUS (1988). Relative stability of random samples in  $\mathbf{R}^d$ .  
Submitted

*Multivariate statistische analyse met hoog breekpunt*

Projectleider : prof.dr. P.J. Rousseeuw  
Medewerker : drs. H.P. Lopuhaä  
Aanvangsdatum : 1 mei 1986

Er is allereerst gewerkt aan een grondige revisie van rapport [2]. Dit heeft geresulteerd in een aanzienlijk verbeterde versie (met nieuwe resultaten) die inmiddels definitief is geaccepteerd door de Annals of Statistics en in december 1989 zal verschijnen.

Verder is rapport [3] afgerond. Het breekpunt en de asymptotiek van een tweede multivariate locatie schatter is onderzocht. De resultaten zijn mede opgenomen in rapport [3] naast de al in 1987 onderzochte methode.

Er is een begin gemaakt met de revisie van rapport [1], dat voorlopig is geaccepteerd door de Annals of Statistics. Nieuwe gezichtspunten en nieuwe resultaten, die zijn ontstaan gedurende de lange tijd dat het rapport in behandeling is geweest, dienen in de revisie te worden verwerkt.

Tenslotte is er een begin gemaakt met het bestuderen van de asymptotiek van de minimum volume ellipsoïde schatter, onder begeleiding van professor Groeneboom.

*Publikaties*

1. H.P. LOPUHAÄ (1987). *Breakdown Points of Affine Equivariant Estimators of Multivariate Location and Covariance Matrices*. Onderzoeksrapport 87-14, TU Delft.
2. H.P. LOPUHAÄ (1987). *On the Relation between S-Estimators and M-Estimators of Multivariate Location and Covariance*. Onderzoeksrapport 87-30, TU Delft.
3. H.P. LOPUHAÄ (1987). *Highly Efficient Estimates of Multivariate Location with High Breakdown Point*. Onderzoeksrapport, TU Delft.

*Deelname aan colloquia en conferenties*

*Seminarium Kansrekening*, wekelijks, Delft.  
*Bijeenkomst van Stochastici*, Luntreeren, 14-16 november.

*Voordrachten*

De heer Lopuhaä heeft in 1988 twee voordrachten gehouden over zijn werk. Een in het seminarium Kansrekening van de TU Delft en in het seminarium Statistiek van de ETH Essen.

### Externe Contacten

Bezoek aan professor Davies werkzaam aan de ETH in Essen. De heer Grübel (Imperial College, Londen) is enkele dagen in Delft op bezoek geweest. Naast het geven van een voordracht, heeft hij gewerkt met de heer Lopuhaä.

De heer Lopuhaä is in 1988 een aantal malen op werkbezoek geweest bij professor Rousseeuw in Fribourg.

### Statistiek voor grote parameterruimten

Projectleider : prof.dr. F.H. Ruymgaart  
 Medewerkers : dr. H.W.M. Hendriks, drs. J. Janssen,  
                   dr. M.C.A. van Zuijlen  
 Aanvangsdatum : 22 december 1986

Het onderzoek op het gebied van de schattingstheorie op Euclidische variëteiten was hoofdzakelijk gericht op het nader uitwerken van de Cramér-Rao ongelijkheid voor schatters met waarden in de speciale orthogonale groep. Bovendien werd aandacht besteed aan het optreden van gelijkheid in de bovengenoemde Cramér-Rao ongelijkheid. Tenslotte werden m.b.v. de theorie van de empirische processen convergentie-eigenschappen van 'naïeve' schatters voor dichtheden op een bol aangegeven. In het kader van de theorie en toepassingen van de empirische processen in het algemeen werd onderzoek verricht naar spacings, empirische Radon transformaties, toepassingen van empirische karakteristieke functies in hogere dimensie m.b.v. projection pursuit en asymptotische normaliteit van ranggrootheden voor serial dependence in algemene lineaire processen.

### Publikaties

1. J. BEIRLANT, M.C.A. VAN ZUIJLEN (1988). *Properties of the Empirical Process Based on  $m$ -th Order Overlapping Uniform Spacings (where  $m$  Increases with the Sample Size  $N$ )*. To appear in Publications de l'institut de Statistique de l'université de Paris.
2. J.H.J. EINMAHL, D.M. MASON, F.H. RUYMGAART. Processus empiriques multidimensionels; aperçu de quelques résultats récents. *Internat. Statist. Rev.* 56, 139-151.
3. J.H.J. EINMAHL, F.H. RUYMGAART, J.A. WELLNER. A characterization of weak convergence of weighted multivariate empirical processes. *Acta Sci. Math.* 52, 191-205.
4. J.H.J. EINMAHL, M.C.A. VAN ZUIJLEN (1988). *Glivenko-Cantelli Type Theorems for Weighted Empirical Distribution Functions Based on Uniform Spacings*. Report 8813, Dept. of Mathematics, Catholic University Nijmegen.
5. J.H.J. EINMAHL, M.C.A. VAN ZUIJLEN (1988). Strong bounds for weighted empirical distribution functions based on uniform spacings. *Ann. Probability* 16, 108-125.

6. S. GOSH, F.H. RUYMGAART. *Testing for Bivariate Normality and Symmetry Using Empirical Characteristic Functions*. Tech. Report.
7. P. HALL, F.H. RUYMGAART (1988). *Rate of Convergence of the Empirical Radon Transform*. Report 8823, Dept. of Mathematics Catholic, University Nijmegen.
8. G. NIEUWENHUIS, F.H. RUYMGAART (1988). *Some Stochastic 'Inequalities and Asymptotic Normality of Rank Estimators in General Linear Processes*. Report 8812, Dept. of Mathematics Catholic, University Nijmegen.
9. F.H. RUYMGAART. Strong uniform convergence of density estimators on spheres. To appear in *J. Statist. Pl. Inf.*

### *Voordrachten*

- H.W.M. Hendriks: Een Cramér-Rao ongelijkheid voor schatters met waarden in een variëteit, Sectie Mathematische Statistiek, VVS.
- F.H. Ruymgaart: Statistics in Euclidean manifolds, Lubbock, USA.
- F.H. Ruymgaart: Some properties of empirical processes with statistical applications, Lubbock, USA.
- F.H. Ruymgaart: Some applications of projection pursuit, Lubbock, USA.
- F.H. Ruymgaart: Some applications of projection pursuit, College Station, USA.
- M.C.A. van Zuijlen: Glivenko-Cantelli type theorems for weighted empirical distribution functions based on uniform spacings, *18th European Meeting of Statisticians*, Berlijn, BRD.

### *Zelfgelijkvormigheid en zelfontbindbaarheid*

Projectleider : prof.dr. W. Vervaat  
 Medewerker : drs. H. Holwerda  
 Aanvangsdatum : 1 november 1988

1. Op 1 november is drs. H. Holwerda aangesteld als o.i.o. in het project. Het project is begonnen met een oriëntatie in de onderwerpen.
2. H. Holwerda en W. Vervaat namen deel aan de jaarlijkse Bijeenkomst van Stochastici te Lunteren, 14-16 november.
3. W. Vervaat hield op 30 november een voordracht in het algemene wiskundecolloquium van de Technische Hochschule Darmstadt. Titel: Stationary selfsimilar extremal processes.

# Verlag van de Werkgemeenschap

## Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie

### OVERZICHT VAN DE PROJECTEN

- Polyhedrale en polynomiale methoden in de combinatorische optimalisering (prof.dr. A. Schrijver, KU Brabant/CWI).
- Meetkundige aspecten van oneindig-dimensionale systemen (prof.dr. R.F. Curtain, RU Groningen).
- Singuliere en singulier gestoorde optimale-besturingsproblemen (prof.dr.ir. M.L.J. Hautus, TU Eindhoven).
- Structurele eigenschappen van stochastische spelen en hun toepassingsgebieden (prof.dr.ir.drs. O.J. Vrieze, RU Limburg, prof.dr. S.H. Tijs, KU Nijmegen).
- Methoden voor niet-lineaire, geheeltallige optimalisatie (prof.dr. A.H.G. Rinnooy Kan, EU Rotterdam, prof.dr.ir. A.W.J. Kolen, RU Limburg/EU Rotterdam).
- Markov-beslissingsprocessen (prof.dr. A. Hordijk, RU Leiden).
- Gevoelighedsanalyse voor combinatorische optimalisering (prof.dr.ir. A.W.J. Kolen, RU Limburg/EU Rotterdam).
- Systeemidentificatie met overlappende parametrizaties (dr. B. Hanzon, TU Delft, prof.dr. M. Hazewinkel, CWI/RU Utrecht).

### ONDERZOEKSTERREIN EN AANDACHTSGEBIEDEN

De mathematische besliskunde houdt zich bezig met het opstellen en analyseren van wiskundige modellen van beslissingssituaties, en met het ontwikkelen van bijbehorende oplossingsmethoden. In de systeemtheorie worden dynamische verschijnselen bestudeerd met het oog op regeling en voorspelling. Het terrein dat aldus door de werkgemeenschap Mathematische Besliskunde en Systeemtheorie wordt bestreken kenmerkt zich door een veelheid aan mogelijke toepassingsgebieden en evenzeer een veelheid aan potentieel bruikbare technieken.

Als voorbeelden van punten waarop onderzoek binnen de werkgemeenschap zich richt kunnen worden genoemd:

1. Binnen de mathematische besliskunde:
  - *combinatorische optimalisering*: polyhedrale methoden, probabilistische analyse, parallelle berekeningen;
  - *niet-lineaire optimalisering*: niet-differentieerbare en globale optimalisering, parallelle berekeningen;
  - *stochastische modellen*: analyse en besturing van communicatienetwerken, risico- en betrouwbaarheidsanalyse;
  - *speltheorie*: oplossingsbegrippen voor coöperatieve spelen, axiomatische onderhandelings-theorie;
2. Binnen de systeem- en regeltheorie:
  - *realisatie en systeemidentificatie*: stochastische realisatie, systeemidentificatie van multivariabele systemen, benaderende realisaties, modelleringsprobleem;
  - *regeltheorie*: robuustheid, regelprobleem voor niet-lineaire systemen, adaptieve regeling;
  - *filtertheorie*: eindig-dimensionale filters voor niet-lineaire systemen, adaptief filteren, filteren met puntproceswaarnemingen.

De motiverende problemen van de besliskunde en de systeemtheorie komen voort uit een breed scala van toepassingsvelden, waaronder de bedrijfskunde, de econometrie, de informatica, de elektrotechniek en de werktuigbouwkunde. Voor de ontwikkeling van het vakgebied is het van vitaal belang dat er levendige contacten blijven bestaan tussen theorie en praktijk. De werkgemeenschap, die naar zijn aard als onderdeel van de SMC voornamelijk het meer theoretische deel van het onderzoeksspectrum bestrijkt, stelt zich uitdrukkelijk ten doel de contacten met in de praktijk werkzame onderzoekers te handhaven en waar mogelijk te verstevigen.

#### WETENSCHAPPELIJKE ACTIVITEITEN

Naast de colloquia en werkgroepen die door leden van de werkgemeenschap in de diverse instituten worden georganiseerd, zijn er jaarlijks twee landelijke conferenties die door de werkgemeenschap worden gesteund: de *Conference on the Mathematics of Operations Research* en de *Benelux Meeting on Systems and Control*. De laatste conferentie wordt samen met de Belgische vakgenoten georganiseerd, en vindt afwisselend in Nederland en België plaats. In 1988 werd de Benelux Meeting in Heijen (Limburg) gehouden. De organisatie was in handen van J.M. Schumacher (CWI/KU Brabant). Als buitenlandse gastsprekers traden op prof. H. Kaufman (Rensselaer Polytechnic) en prof. L. Ljung (Linköping). De conferentie omvatte verder een minicursus over 'Systems aspects of modelling' en 75 korte voordrachten door onderzoekers uit Nederland en België. De *Conference on the Mathematics of Operations Research* werd in 1988 voor de dertiende keer georganiseerd. De organisatie was in handen van H.C. Tijms (VU Amsterdam) en B.J. Lageweg (CWI). De volgende sprekers hielden ieder twee hoofdvordrachten: A. Federgruen (Tel Aviv), D.

Shmoys (Cambridge, USA), L. Trotter (Augsburg), J. Walrand (Berkeley), L. van Wassenhove (Leuven). Het programma bevatte verder een minicursus over 'Goodsflow control'.

## VERSLAG VAN DE PROJECTEN

### *Polyhedrale en polynomiale methoden in de combinatorische optimalisering*

Projectleider : prof.dr. A. Schrijver  
 Medewerker : ir. C.A.J. Hurkens (vanaf 1 september 1985)  
 Aanvangsdatum : 1 september 1982

*Multi-commodity stromen en routeringsproblemen voor VLSI-ontwerp* (A.M.H. Gerards, C.A.J. Hurkens, A. Schrijver). Het in 1985 begonnen onderzoek op dit gebied werd voortgezet. De volgende resultaten werden bereikt:

- een snelle algoritme voor het vinden van disjuncte bomen van gegeven homotopieën in een planaire graaf (toepasbaar bij het ontwerpen van 'integrated circuits') (beschreven in de preprints "Disjoint homotopic paths and trees in a planar graph", I: Description of the method; II: Correctness of the method; III: Disjoint trees);
- een karakterisering van het bestaan van vertex-disjuncte circuits van gegeven homotopieën in een graaf ingebed op een compact oppervlak (beschreven in het rapport 'Disjoint circuits of prescribed homotopies in a graph on a compact surface', (OS-R8812, Centrum voor Wiskunde en Informatica, Amsterdam), aangeboden aan *Journal of Combinatorial Theory (B)*);
- een uitbreiding van dit resultaat tot gerichte circuits in gerichte grafen (met P.D. Seymour, Bell Communications Research, Morristown, N.J., USA) (dit resultaat wordt in 1989 beschreven);
- een reductie van de sneden-conditie gegeven in bovengenoemde karakterisering (dit onderzoek wordt in 1989 voortgezet);
- karakterisering en algoritmen voor het bepalen van kant-disjuncte paden in planaire grafen tussen gegeven paren eindpunten, gebaseerd op het bepalen van disjuncte oneven circuits in grafen ingebed op oppervlakken als de Klein-fles, het projectieve vlak en zekere 'pinched' oppervlakken (resultaten zijn beschreven in het rapport 'The Klein bottle and multicommodity flows' (OS-R8810, Centrum voor Wiskunde en Informatica, Amsterdam), te verschijnen in *Combinatorica*, en in nog te verschijnen preprints; het onderzoek wordt in 1989 voortgezet);
- een kort bewijs voor een stelling van Karzanov betreffende het bestaan van multicommodity stromen en sneden-packings in een willekeurige graaf (beschreven in de preprint: 'Short proofs on multicommodity flows and cuts');
- een stelling betreffende het bestaan van kant-disjuncte circuits van gegeven homotopieën in een graaf ingebed op de torus (met A. Frank (Boedapest)) (beschreven in de preprint 'Disjoint homotopic cycles in a graph on the torus').

Daarnaast werd een overzichtsartikel 'Homotopic routing methods' opgesteld dat zal verschijnen in het boek 'Paths, Flows, and VLSI-design' (Springer-Verlag). Dit overzicht is ook als rapport 88522-OR verschenen bij de Universität Bonn.

*Geheeltallige potentialen in bidirected grafen.* Nodige en voldoende voorwaarden voor het bestaan van een geheeltallige oplossing voor een stelsel  $Ax \leq b$  van lineaire ongelijkheden, waarbij  $A$  een geheeltallige matrix is zodat in elke rij de som der absolute waarden gelijk is aan 2, werden opgesteld door A. Schrijver. Gevonden werd een maximale uitdunning van de verzameling voorwaarden; dat wil zeggen, de in de condities echt noodzakelijke circuits werden gekarakteriseerd. De resultaten werden beschreven in de preprint 'On the existence of an integral potential in a weighted bidirected graph', te verschijnen in het tijdschrift *Linear Algebra and its Applications*.

*2k-reguliere grafen op 4k+1 punten.* Naar aanleiding van vragen van P. Erdős (Boedapest) werden eigenschappen van 2k-reguliere grafen op  $4k + 1$  punten onderzocht. Gevonden werd dat deze grafen niet noodzakelijkerwijs een  $C_5$  of een 'bull's head' als geïnduceerde deelgraaf behoeven te bevatten. Daarnaast werd een ondergrens bepaald voor het aantal driehoeken in deze klasse van grafen (de ondergrens is  $k(k - 1)$ ).

#### Publikaties

1. C.A.J. HURKENS (1988). On the diameter of the b-matching polytope. A. HAJNAL, L. LOVÁSZ, V.T. SÓS (eds.). *Combinatorics*. North-Holland, Amsterdam, 307-310.
2. C.A.J. HURKENS (1988). *Blowing up a Convex Body in the Plane*, Kurir ELTE Budapest 20, 1.
3. C.A.J. HURKENS, L. LOVÁSZ, A. SCHRIJVER, É. TARDOS (1988). How to tidy up your set-system? A. HAJNAL, L. LOVÁSZ, V.T. SÓS (eds.). *Combinatorics*. North-Holland, Amsterdam, 309-314.
3. C.A.J. HURKENS, A. SCHRIJVER, É. TARDOS (1988). On fractional multicommodity flows and distance functions. *Discrete Mathematics* 73, 99-109.

#### Congressen

*Achtste Combinatorische Dag*, Utrecht, 26 februari: A.M.H. Gerards, W.H. Haemers, C.A.J. Hurkens.  
*Workshop 'Paths, Flows, and VLSI-layout'*, Universität Bonn, 19 juni-12 juli: C.A.J. Hurkens, A. Schrijver.  
*Negende Combinatorische Dag*, KU Nijmegen, 26 augustus: W.H. Haemers, C.A.J. Hurkens, A. Schrijver.  
*8e Bielefelder Kolloquium über Kombinatorik*, Bielefeld, BRD, 14-16 november: C.A.J. Hurkens.  
*Seminar 'Sensitivity Analysis in Combinatorial Optimization'*, EU Rotterdam, 25

november: A.M.H. Gerards, C.A.J. Hurkens, A. Schrijver.

### *Voordrachten*

C.A.J. Hurkens: On problems concerning  $2k$ -regular graphs on  $4k + 1$  vertices.  
*8e Bielefelder Kolloquium über Kombinatorik*, Bielefeld, 16 november.

### *Verdere werkzaamheden*

*Seminar 'Combinatoriek en Algoritmiek'*. Op dit tweewekelijks plaatsvindende seminar worden problemen en ontwikkelingen op het gebied van de combinatorische optimalisering en algoritmiek en de discrete wiskunde besproken, en worden resultaten van eigen onderzoek gepresenteerd. In 1988 kwamen de volgende onderwerpen aan de orde: VLSI-algoritmen, een  $O(n^3)$  algoritme voor het bepalen van punt-disjuncte paden van voorgeschreven homotopie in een planaire graaf, sterk reguliere grafen en sterk reguliere decomposities, de dimensie van matrix-ruimten, quasi-symmetrische block designs, geheeltallige polyeders, geheeltallige potentialen, de Klein-fles en multicommodity stromen, paden op een schijf, het interval-basis probleem.

### *Bezoekers*

Prof. J. Nešetřil (Praag), 21 april;  
voordracht: 'The complexity of posets'.  
Dr. A. Metzlar (University of Waterloo), 21 november;  
voordracht: ' $(k, 1)$ -graphs'.

### *Meetkundige aspecten van oneindig-dimensionale systemen*

Projectleidster : prof.dr. R.F. Curtain  
Medewerker : drs. H.J. Zwart  
Aanvangsdatum : 1 november 1984

Het voorgestelde onderzoek volgde het thema 'De meetkundige structuur van oneindig-dimensionale systemen'. De bedoeling was de mogelijke veralgemening van de bestaande eindig-dimensionale begrippen, zoals 'conditioned invariant', 'controlled invariant', regelbare en stabiliseerbare deelruimten, tot oneindig-dimensies uit te breiden. Tegelijkertijd werd er uitgezocht in hoeverre het mogelijk is om deze theorie te gebruiken om ontwerpproblemen voor oneindig-dimensionale systemen zoals stabiliseren, op te lossen. Speciaal werd nadruk gelegd op systemen met verdeelde parameters en vertraagde systemen.

Deze oorspronkelijke doelstellingen kunnen nu als voltooid beschouwd worden en zijn volledig uiteengezet in het proefschrift [18]. Onderdelen hiervan zijn al voor publikatie in gerenommeerde tijdschriften geaccepteerd [6,7].

In § 9.2 van het oorspronkelijke onderzoeksvoorstel van 1985 werd er



gedoeld op twee technische uitbreidingen onder 9(b) en 9(c). Wat de uitbreidingen tot onbegrensde  $B$  en  $C$  betreft, kan dit wel gerealiseerd worden en een rapport hierover zal in de loop van het jaar verschijnen. Veel moeilijker blijken de uitbreidingen tot bijna-invariante begrippen te zijn en dit eist dieper onderzoek. Het succes hiervan is op dit moment moeilijk te voorspellen want dit is technisch een zeer moeilijk probleem.

De promotor en de promovendus hebben in de loop van het project verschillende aspecten van het onderzoek op internationale conferenties gepresenteerd (zie [11-15]).

In verband met dit onderzoek is de afstudeerscriptie [17] onder begeleiding van H.J. Zwart tot stand gekomen. Dit vormde ook een belangrijke bijdrage in het artikel [6].

De promovendus heeft ook samengewerkt aan  $L_\infty$ -approximatieproblemen voor vertraagde systemen in [8-10]. Hoewel het er op het eerste gezicht op lijkt dat dit probleem buiten zijn promotie-onderzoeksgebied ligt, was het een belangrijk hulpmiddel in het construeren van tegenvoorbeelden in zijn proefschrift (zie appendix).

Vanaf 1 augustus bekleedt de promovendus de functie van wetenschappelijk universitair docent bij de onderafdeling der Toegepaste Wiskunde aan de Universiteit Twente.

#### *Tijdschriftartikelen*

1. R.F. CURTAIN (1984).  $(C,A,B)$ -Pairs in infinite-dimensions. *Systems and Control Letters*, 23, 59-65.
2. R.F. CURTAIN (1985). Decoupling in infinite-dimensions. *Systems and Control Letters*, 5, 249-254.
3. R.F. CURTAIN, D. SALAMON (1985). A note on the disturbance decoupling problem for retarded systems. *Systems and Control Letters*, 5, 335-338.
4. R.F. CURTAIN (1986). Invariance concepts in infinite-dimensions. *SIAM J. Control & Optimiz.*, Vol. 24, 5, 1009-1031.
5. R.F. CURTAIN (1986). Disturbance decoupling by measurement feedback with stability for infinite-dimensions. *Int. J. Control*, Vol. 34, 6, 1723-1743.
6. H.J. ZWART. Characterization of all controlled invariant subspaces for spectral systems, to appear in *SIAM J. Control and Optimiz.*
7. H.J. ZWART. Equivalence between open loop and closed loop invariance for infinite-dimensional systems: a frequency domain approach. *SIAM J. Control and Optimiz.* (to appear).
8. H.J. ZWART, R.F. CURTAIN, J.R. PARTINGTON, K. GLOVER (1988). Partial fraction expansions for delay systems. *Systems and Control Letters*, 10, 235-244.
9. J.R. PARTINGTON, H.J. ZWART, K. GLOVER, R.F. CURTAIN (1988).  $L_\infty$ -approximation and nuclearity of delay systems. *Systems and Control Letters*, 10, 59-66.

*Conferentie Proceedings*

11. R.F. CURTAIN (1985). Disturbance Decoupling for Distributed Systems by Boundary Control, presented at the conference on 'Control for Distributed Parameter Systems and Applications 2', July, 1984, Vorau, Austria. ('Distributed Parameter Systems, Proc. and Int. Conf., Vorau, Austria', F. KAPPEL (ed.) et al., LNCIS, 75, Springer Verlag, pp. 109-123.
12. R.F. CURTAIN (1984). Invariance concepts and disturbance decoupling for infinite-dimensional systems. 'Proc. 23rd IEEE Conference on Decision and Control', Las Vegas.
13. R.F. CURTAIN, H.J. ZWART (1987). Spectral realisations for delay systems. F. KAPPEL, K KUNISH, W. SCHAPPACHER (eds.). *Distributed Parameter Systems: Proc. 3rd Conf.*, Vorau, Styria, July 6-12, Lecture Notes In Control and Information Sciences, Vol. 102, Springer Verlag, Berlin, 64-88.
14. R.F. CURTAIN, H.J. ZWART (1986).  $L_\infty$ -Approximations of nonrational transfer functions: An example,. *Proc. of the 25th IEEE Conference on Decision and Control*, Dec. 10-12, Athens, Greece, IEEE Control Systems Society, New York, 167-168.
15. H.J. ZWART

*Andere publikaties*

16. H.J. ZWART (1984). Some Invariance Concepts for Infinite-Dimensional Linear Systems, M.Sc. Thesis, RU Groningen.
17. L. NOOITGEDAGT (1986). *Computation of Transmission Zeros for Distributed Parameter Systems and an Application to the Disturbance Decoupling Problem*, M.Sc. Thesis, Dept. Math., RU Groningen.
18. H.J. ZWART (1988). *Geometric Theory for Infinite-Dimensional Systems*, Groningen, (proefschrift).
19. J. BONTSEMA, H.J. ZWART. Spectral Systems (manuscript).
20. H.J. ZWART, L. NOOITGEDAGT (1986). *Zeros for Discrete Spectral Systems with an Application to the Disturbance Decoupling Problem*, Report TW-272, University of Groningen.

*Singuliere en singulier gestoorde optimale-besturingsproblemen*

Projectleider : prof.dr.ir. M.L.J. Hautus  
 Medewerker : ir. A.H.W. Geerts  
 Aanvangsdatum : 15 juli 1985

Het *gegeneraliseerd dual structuur-algoritme* [1], is niet enkel geschikt voor het berekenen van alle optimale besturingen voor lineair-kwadratische optimale-besturingsproblemen [1]-[2], maar tevens voor het bepalen van de verzameling van *rang minimaliserende oplossingen van de dissipatie ongelijkheid* [1]-[3]. Deze oplossingen zijn van belang want het zijn de enig mogelijke reële, symmetrische matrices die optimale kosten voor bovengenoemde problemen kunnen karakteriseren [2]. In het geval dat de kostenfunctie positief semi-definiet is, is elke

positief semi-definiëte rang minimaliserende oplossing van de dissipatie ongelijkheid bovendien op een bijectieve manier te verbinden aan een bepaalde deelruimte uit de factorruimte  $\mathbf{R}^n/W$ , zie [3]; hier stelt  $W$  de *sterk bereikbare* deelruimte voor [1]. Dit resultaat steunt op een EUT Report over de positief semi-definiëte oplossingen van de algebraïsche Riccati-vergelijking [4].

Wat de singulier gestoorde optimale-besturingsproblemen betreft, is, uitgaande van de resultaten betreffende het 'cheap control' probleem zonder stabiliteit [5], in [6-7] gekeken naar een ruime klasse van gestoorde problemen zonder stabiliteit. Zoals te verwachten was, zullen de gestoorde optimale kosten niet convergeren naar de ongestoorde kosten zonder stabiliteit en in [7] is bewezen dat de limiet van de gestoorde kosten zonder stabiliteit te interpreteren is als de optimale kosten voor een ongestoord probleem met 'gedeeltelijke' stabiliteit. Dit resultaat roept vraagtekens op omtrent ongestoorde (niet-negatieve) problemen met gegeven asymptotische eindvoorwaarden. In [9], zullen dit soort problemen in zijn algemeenheid besproken worden. Bovendien zullen we daarin naar singulier gestoorde problemen met gegeven eindcondities kijken en naar de convergentie van de daarbij behorende optimale kosten. Verder is met professor Malo Hautus nog wat onderzoek gedaan naar de zogeheten uitgangs-stabiliseerbaarheidsdeelruimte [8].

#### *Publikaties*

1. (1987). 'All optimal controls for the singular linear-quadratic problem without stability; a new interpretation of the optimal cost', verschijnt in *Lin. Alg. & Appl.*
2. (1988). 'All optimal controls for the singular linear-quadratic problem with stability; related algebraic and geometric results', EUT Report 88-WSK-04, Eindhoven.
3. 'The algebraic Riccati equation and singular optimal control', Memorandum-COSOR 88-31, Eindhoven.
4. (1988). 'Another geometric approach for determining all positive semi-definite solutions of the algebraic Riccati equation', EUT Report 88-WSK-03, Eindhoven.
5. (1987). 'Continuity properties of cheap control problems without stability', verschijnt in *Lin. Alg. & Appl.*
6. (1987). 'A note on 'Families of linear-quadratic problems: Continuity properties'', verschijnt in *IEEE Trans. Automat. Contr.*
7. (1988). 'Continuity properties of one-parameter families of linear-quadratic problems without stability', Memorandum-COSOR 88-17, Eindhoven.
8. (1988). 'On the output stabilizable subspace' (met M. Hautus), Memorandum-COSOR 88-27, Eindhoven.
9. T. GEERTS, dissertatie, te verschijnen.
10. (1988). 'A necessary and sufficient condition for solvability of the linear-quadratic control problem without stability', *Syst. & Contr. Lett., Vol 11*, 47-51.

### Voordrachten

Continuity properties of the cheap control problem without stability. *Seventh Benelux Meeting on Systems & Control*, Heijen, Limburg, 2-4 maart.

Linear-quadratic control problems: The current state of affairs. *Workshop on Systems and Control*, RU Limburg, Maastricht, 30 oktober-2 november.

### Structurele eigenschappen van stochastische spelen en hun toepassingsgebieden

Projectleiders : prof.dr.ir.drs. O.J. Vrieze, prof.dr. S.H. Tijs  
 Medewerker : drs. F. Thuijsman  
 Aanvangsdatum : 1 juli 1985

Gedurende 1988 was het onderzoek wederom geconcentreerd op  $\epsilon$ -evenwichtspunten in gemiddelde opbrengsten niet-nulsom stochastische spelen. In [1], wordt aangetoond dat er voor ieder stochastisch spel een niet-lege verzameling toestanden bestaat, met de eigenschap dat er voor die starttoestanden strategieën te vinden zijn die een  $\epsilon$ -evenwichtspunt vormen. Tevens hebben die strategieën een betrekkelijk eenvoudige structuur: speel stationair tenzij je waarneemt dat de tegenstander van zijn (evenwichts-) strategie afwijkt, ga in dat geval afstraffen. Voor gemiddelde opbrengsten nulsom stochastische spelen wordt in [1] een eenvoudig bewijs gegeven voor het feit dat iedere speler voor een aantal starttoestanden een stationaire optimale strategie heeft. Voor wat betreft gemiddelde opbrengsten nulsom stochastische spelen is verder onderzoek gedaan naar starttoestanden voor welke met behulp van stationaire strategieën ( $\epsilon$ -)optimaal gespeeld kan worden.

Op niet-nulsom gebied is [2] een revisie van eerdere resultaten. Het onderzoek was er dit jaar op gericht om de resultaten uit [1] en [2] met elkaar in verband te brengen. Op dit terrein is momenteel nog een paper in voorbereiding. Tevens is in [3] de existentie van stationaire perfecte evenwichten aangetoond voor  $\beta$ -verdisconteerde stochastische spelen, alsmede voor gemiddelde opbrengsten irreducibele stochastische spelen.

Er is een begin gemaakt met het schrijven van een proefschrift. [1, 2, 4 en 5], zijn inmiddels alle geaccepteerd voor publikatie.

### Publikaties

1. F. THUIJSMAN, O.J. VRIEZE (1988). *Easy Initial States in Stochastic Games*. Report M88-01, Mathematics & Computer Science, University of Limburg, Maastricht (Forthcoming in: *Stochastic Games*, T.E.S. Raghanan et al. (eds)).
2. O.J. VRIEZE, F. THUIJSMAN (1988). *On Equilibria in Repeated Games with Absorbing States*. Report M88-02, Mathematics & Computer Science, University of Limburg, Maastricht (Forthcoming in the *International Journal of Game Theory*).
3. F. THUIJSMAN, S.H. TIJS, O.J. VRIEZE (1988). *Perfect Equilibria in Stochastic Games*. Report M88-05, Mathematics & Computer Science,

University of Limburg, Maastricht (Submitted to Journal of Optimization Theory and Applications).

4. S. SINHA, F. THUIJSMAN, S.H. TIJS (1987). *Semi-Infinite Stochastic Games*. Report 8734, Department of Mathematics, Catholic University Nijmegen (Forthcoming in: Stochastic Games, T.E.S. Raghavan et al. (eds.)).
5. J.A. FILAR, T.A. SCHULTZ, F. THUIJSMAN, O.J. VRIEZE (1987). *Non-linear Programming and Stationary Equilibria in Stochastic Games*. Research report 87-18, Department of Mathematics, University of Maryland Baltimore County, Baltimore (Conditionally accepted by Mathematical Programming).

#### *Deelname aan conferenties*

*Thirteenth Conference on the Mathematics of Operations Research*, Lunteren, 13-15 januari: F. Thuijsman, S.H. Tijs, O.J. Vrieze.

*ECOZOEK-dag*, Maastricht, 26 april: F. Thuijsman, O.J. Vrieze.

*Seminarium Speltheorie*, Nijmegen: F. Thuijsman, S.H. Tijs, O.J. Vrieze.

*International Conference on Game Theory in Honor of Lloyd Shapley*, Columbus, Ohio, USA, 6-10 juli: F. Thuijsman, S.H. Tijs, O.J. Vrieze.

*Workshop Coalitional Stability: Theory and Application*, Columbus, Ohio, USA, 12-16 juli: F. Thuijsman, S.H. Tijs.

*International Workshop on Multi-Stage Games*, Columbus, Ohio, 19-29 juli: F. Thuijsman.

*13th International Symposium on Mathematical Programming*, Tokyo, Japan, 29 augustus-2 september: O.J. Vrieze.

*International Game Theory Day 6*, Nijmegen, 5 september: F. Thuijsman, S.H. Tijs.

#### *Voordrachten*

F. Thuijsman: Stochastische spelen, Nederlands Netwerk voor Mathematische Besliskunde. RU Utrecht, 14 maart.

F. Thuijsman: Easy initial states in stochastic games. *International Conference on Game Theory in Honor of Lloyd Shapley*. The Ohio State University, Columbus, Ohio, 6 juli.

F. Thuijsman: Existence of equilibria for undiscounted repeated games with absorbing states. *International Workshop on Multi-Stage Games*. The Ohio State University, Columbus, Ohio, 21 juli.

F. Thuijsman: Transient states and equilibria in stochastic games. *International Workshop on Multi-Stage Games*. The Ohio State University, Columbus, Ohio 26 juli.

F. Thuijsman: An easy proof for the existence of easy initial states in zerosum stochastic games. *International Game Theory Day 6*. KU Nijmegen, 5 september.

O.J. Vrieze: Non-linear programming and stationary equilibria in stochastic games. *International Conference on Game Theory in Honor of Lloyd Shapley*.

The Ohio State University, Columbus, Ohio, 9 juli.  
 O.J. Vrieze: Stochastic games and non-linear programming. *13th International Symposium on Mathematical Programming*. Chuo University, Tokyo, Japan, 2 september.

*Methoden voor niet-lineaire, geheeltallige optimalisatie*

Projectleiders : prof.dr. A.H.G. Rinnooy Kan, prof.dr.ir. A.W.J. Kolen  
 Medewerker : drs. O.E. Flippo  
 Aanvangsdatum : 16 december 1985

Het in december 1985 gestarte project onder de werktitel 'Methoden voor niet-lineaire geheeltallige optimalisatie' (dossiernummer 10-64-11) is in 1988 voortgezet. Ten eerste is, door de onderzoeker samen met projectleider en promotor prof.dr. A.H.G. Rinnooy Kan, een klein commentaar geschreven op een tweetal gepubliceerde artikelen over Benders decompositie in gemengdgeheel-tallige kwadratische optimaliseringsvraagstukken (zie report [8817/A], Econometrisch Instituut. Verder is er onder leiding van prof.dr. M. Minoux gewerkt aan sensitiviteitsanalyse in algemene programmeringsvraagstukken. Dit onderzoek heeft plaatsgevonden aan de 'Université de Paris-Dauphine' te Parijs, Frankrijk, waar de onderzoeker in het kader van het 'Europese Doctoraatsprogramma in Kwantitatieve Methoden in Management' (EDPQMM), vanaf februari tot en met juli 1988 te gast is geweest. Dit onderzoek heeft geresulteerd in een rapport, dat in het eerste kwartaal van 1989 zowel bij de vakgroep LAMSADE (Université de Paris-Dauphine) als bij het Econometrisch Instituut (EU Rotterdam) uit zal worden gebracht. Vanaf juli tot en met december 1988 is er gewerkt aan de totstandkoming van bovengenoemd rapport, alsmede aan de convergentie-analyse van Benders decompositie in algemene programmeringsvraagstukken.

De verwachting is dat het project in december 1989 zal uitmonden in een promotie. De steun van NWO, en met name de bereidheid deze steun te continueren tijdens het verblijf in Parijs, is van essentiële betekenis geweest.

*Publikaties:*

1. O.E. FLIPPO, A.H.G. RINNOOY KAN (1988). *A Note on Benders Decomposition in Mixed-integer Quadratic Programming*. Report 8717/A, Econometrisch Instituut, EU Rotterdam.

*Voordrachten en deelname aan conferenties*

- Dualiteit en decompositie in algemene optimaliseringsvraagstukken. *Promovendi-dag*, Econometrisch Instituut, EU Rotterdam, 19 januari.
- Duality Theory in General Mathematical Programming (12 april). *Workshop of the European Doctoral Program in Quantitative Methods in Management*, European Institute for Advanced Studies in Management, Brussel, België, 11-13 april.

Dualité et décomposition en programmation mathématique générale. *Colloquium*, LAMSADE, Université de Paris-Dauphine, Parijs, 27 april.

Duality theory in general mathematical programming: Specially Structured Dual Solutions (31 augustus). *13th International Symposium on Mathematical Programming*, Tokyo, 29 augustus-2 september.

### *Externe contacten*

prof.dr. M. Minoux (LAMSADE, Univeristé de Paris-Dauphine, Parijs, Frankrijk).

### *Markov-beslissingsprocessen*

Projectleider : prof.dr. A. Hordijk  
 Medewerker : drs. F.M. Spieksma  
 Aanvangsdatum : 1 februari 1986

De lineaire programmering methode om Markov-beslissingsketens met gemiddelde opbrengsten op te lossen, werd bestudeerd. De sterke dualiteit werd aangetoond voor aftelbare ketens met een enkelvoudige kernfuikstructuur onder de aanname van uniforme beperktheid resp. integreerbaarheid van geïnduceerde kansmaten resp. stochastische opbrengsten over alle beslissingstijdstippen.

De stationaire verdeling over de toestand-actie ruimte blijkt voor gerandomiseerde strategieën een convexe combinatie te zijn van de verdelingen voor deterministische strategieën. De gewichten zijn expliciet uit te drukken in de verwachte terugkeertijden naar een vaste toestand. Met dit resultaat werden de karakteriseringsstellingen voor de toegelaten oplossingen van het duale probleem, gegeneraliseerd naar aftelbare Markov-beslissingsketens.

Veel onderzoek is verricht om de uniforme geometrische recurrentie voorwaarde aan te tonen voor meer-dimensionale wachtrijen. Voor modellen waarin er meerdere wachtrijen zijn met één gezamenlijke bediende en voor open exponentiële netwerken met twee centra geldt de voorwaarde. De generalisatie van de theorie en resultaten voor eindige Markov-beslissingsketens naar het veel toegepaste  $n$ -centra open netwerk is voltooid, als de uniforme geometrische recurrentie ook hiervoor wordt aangetoond. Hier wordt aan gewerkt!

Naar aanleiding van een recent vermoeden werd, onder meer algemene voorwaarden, bewezen dat limiet strategieën van verdisconteerd optimale strategieën voor een verdisconteringsfactor die naar 1 convergeert, bias optimaal zijn. Via een tegenvoorbeeld werd aangetoond dat zij niet Blackwell optimaal behoeven te zijn, zelfs niet in de keten met een eindige toestandsruimte, compacte beslissingsverzamelingen en een enkelvoudige kernfuikstructuur.

*Publikaties*

1. R. DEKKER, A. HORDIJK (1988). Average, sensitive and Blackwell optimal policies in denumerable Markov decision chains with unbounded rewards. *Math. Oper. Res.* 13, 395-420.
2. A. HORDIJK, F. SPIEKSMa (1988). *Are Limits of  $\alpha$ -discounted Optimal Policies Blackwell Optimal? A Counterexample.* Report TW 88-10, RU Leiden.

*Deelname aan conferenties*

*Thirteenth Conference on the Mathematics of Operations Research*, Lunteren, januari: F.M. Spieksma.

*Euro IX-Tims XXVIII-Joint International Conference*, Parijs, 6-8 juli: F.M. Spieksma.

*Voordrachten*

F.M. Spieksma: The structure of optimal flow control in a queueing system with a constraint on the average cost. *Euro IX-Tims XXVIII-Joint International Conference*, Parijs, juli.

A. Hordijk: Optimal admission control of a queueing system. Technion, Haifa, Israel, mei.

*Bezoeker*

E. Altman (Technion, Haifa, Israel).

*Gevoeligheidsanalyse voor combinatorische optimalisering*

Projectleider : prof.dr.ir. A.W.J. Kolen  
 Medewerker : ir. C.P.M. van Hoesel  
 Aanvangsdatum : 1 september 1988

- Standplaats gedurende september-december 1988: Institut für Operations Research te Bonn.
- Voordracht: 'Parametric Analysis for Combinatorial Optimization', Bonn, 10 november.
- Lid programmacommissie dag met als thema 'Sensitivity Analysis' aan de EU Rotterdam, 25 november.
- Publikaties in conceptvorm van
  - 1) Edmonds matching algorithm tailored for parametric analysis.
  - 2) A dual algorithm for the economic lot-sizing problem.
  - 3) Non preemptive scheduling on a hypercube.



*Systeemidentificatie met overlappende parametrizaties*

Projectleiders : dr. B. Hanzon, prof.dr. M. Hazewinkel  
Medewerker : ir. J. Braker  
Aanvangsdatum : 1 december 1988

Momenteel is de heer Braker volop bezig zich in het onderwerp in te werken door middel van literatuuronderzoek e.d.

# Verslag van de Werkgemeenschap

## Discrete Wiskunde

### OVERZICHT VAN DE ONDERZOEKSPROJECTEN

- Codes en algebraïsche krommen (prof.dr. J.H. van Lint, TU Eindhoven).

### ONDERZOEKSTERREIN EN AANDACHTSGEBIEDEN

De discrete wiskunde onderzoekt discrete, vaak eindige, wiskundige structuren. Aangezien dergelijke structuren ook in andere takken van de wiskunde te voorschijn komen, bestaat er een omvangrijke uitwisseling van methoden en problemen tussen de discrete wiskunde en o.a. algebra, meetkunde, beslis-kunde, informatica. Binnen de discrete wiskunde is een aantal deelgebieden te noemen, zoals (eindige) meetkunde en automorfismengroepen van eindige structuren, designtheorie, coderingstheorie en cryptografie, grafen- en hypergrafentheorie, combinatorische verzamelingsleer.

Zwaartepunten van het in Nederland verrichte onderzoek op het gebied van de discrete wiskunde liggen op de *eindige meetkunde*, de *coderingstheorie*, de *grafentheorie* en op de *combinatorische optimalisering*. Hoewel deze deelgebieden onderling vrij onafhankelijk zijn, kan toch een aantal constanten in het in Nederland verrichte onderzoek worden genoemd: vaak wordt gebruik gemaakt van methoden uit de algebra en meetkunde (groepen, lichamen, algebraïsche getaltheorie, eigenwaarden, polyeders); veel van de problemen komen neer op het vinden van een optimale 'stapeling' of 'overdekking' (zie bij voorbeeld MC Tract 106 *Packing and Covering in Combinatorics*); de resultaten zijn vaak direct of indirect toepasbaar (b.v. bij het verzenden van informatie, bij het ontwerpen van algoritmen, in de cryptografie).

Mede gezien de te verwachten maatschappelijke behoefte zal de werkgemeenschap waar mogelijk uitbreiding van lopend onderzoek in de algoritmische richting stimuleren. In het bijzonder verdienen hierbij de

coderingstheorie, de cryptografie en de combinatorische optimalisering de aandacht.

#### VERSLAG VAN DE PROJECTEN

##### *Codes en algebraïsche krommen*

Projectleider : prof.dr. J.H. van Lint  
 Medewerker : drs. G.J.M. van Wee  
 Aanvangsdatum : 1 juli 1987

Een van de belangrijkste onderzoeksproblemen waaraan gewerkt is, is het vinden van decodeeralgoritmen voor codes die gemaakt zijn m.b.v. algebraïsche krommen over een eindig lichaam. In het voorjaar van 1987 werden zeer belangrijke resultaten op dit gebied bekend, gevonden door Justesen, Larsen, Elbrønd Jensen, Havemose en Høholdt, en verder uitgewerkt door Skorobogatov en Vlădut. Door bij een code die afkomt van een algebraïsche kromme een geschikte keuze van een divisor  $F$  op die kromme te maken, is het mogelijk stelsels lineaire vergelijkingen op te stellen die tot een decodeeralgoritme leiden dat  $\lfloor (d-1-g)/2 \rfloor$  fouten verbetert. Hierbij is  $d$  de z.g. ontwerpafstand van de code en  $g$  het geslacht van de kromme.

Een voor de hand liggende opgave is te proberen dit te verbeteren tot  $\lfloor (d-1)/2 \rfloor$ . Hier is aan gewerkt. Uiteindelijk heeft G.R. Pellikaan voor codes op *maximale* krommen een methode bedacht om dit te bereiken. Aangetoond werd dat er voor zulke krommen een keuze van een  $s$ -tal divisoren  $F_i$  mogelijk is, zó dat, wanneer het algoritme van Justesen et. al / Skorobogatov, Vlădut met deze divisoren  $s$  keer parallel uitgevoerd wordt,  $\lfloor (d-1)/2 \rfloor$  fouten verbeterd kunnen worden. Samen met G.J.M. van Wee werd bewezen dat altijd  $s \leq 2g$  genomen kan worden.

Volgens de laatste berichten heeft Vlădut aangetoond dat de methode óók werkt voor codes op krommen die niet maximaal zijn, mits over lichamen met minstens 17 elementen.

Een concreet onderzoeksprobleem blijft de vraag hoe de  $s$  divisoren  $F_i$  te bepalen zijn. Tot nu toe is slechts de existentie ervan aangetoond!

Samengewerkt werd er met J.P. Hansen en A.B. Sørensen (beiden Univ. van Aarhus, Denemarken). J.P. Hansen was te gast van 13-16 juni 1988 en A.B. Sørensen was te gast van 21-24 juni en 1-21 augustus 1988. G.J.M. van Wee verbleef aan de Universiteit van Aarhus van 12-31 maart 1988.

Gedurende de eerste zes maanden van 1988 heeft G.J.M. van Wee een afstudeerder begeleid. Samen werd gewerkt aan 'covering radius problems'. Een gezamenlijke publikatie van enkele gevonden resultaten is in voorbereiding.

## PUBLIKATIES

1. G.R. PELLIKAAN. On a decoding algorithm for codes on maximal curves, aangeboden aan *IEEE Trans. Inform. Theory*.
2. G.J.M. VAN WEE (1988). Improved sphere bounds on the covering radius of codes. *IEEE Trans. Inform. Theory*, vol. IT-34, 237-245.

## VOORDRACHTEN

- 'Covering problems in coding theory-improving on the sphere bound', Matematisk Institut, Univ. Aarhus, 16 maart.
- 'Covering problems in coding theory improving on the sphere bound', seminar comb. theory, TU Eindhoven, mei.
- Diverse spreekbeurten in het seminar codes en krommen, Eindhoven.
- J.H. van Lint: Coding and algebraic geometry, Calcutta University, 29 januari.
- J.H. van Lint: Codierung und alg. Geometrie, Justus Liebig Universität, Giessen, 22 april.
- J.H. van Lint: Codes from algebraic geometry, Caltech, USA, oktober.
- J.H. van Lint: Codes from algebraic geometry, USC, USA, december.

## EDUCATIEVE WERKZAAMHEDEN EN EXTERNE CONTACTEN

*Colloquia, cursussen, conferenties e.d.*

*Achtste Combinatorische Dag*

Sprekers : H.J. Broersma A.M.H. Gerards, C. Roos, G. Sierksma, J. Simon,  
V.D. Tonchev, H.A. Wilbrink  
Plaats : Open Universiteit, Utrecht  
Datum : 26 februari

*Negende Combinatorische Dag*

Sprekers : A. Levelt, G. Pellikaan, A. Schrijver, J.J. Seidel, T.P. v.d. Weide  
Plaats : Katholieke Universiteit Nijmegen  
Datum : 26 augustus

*Symposium Priemgetallen & Privacy*

Plaats : Utrecht  
Datum : 27 oktober

## Verslag van de Werkgemeenschap

### Analyse

#### OVERZICHT VAN DE UITGEVOERDE PROJECTEN

- Asymptotische analyse van stromings-geïnduceerde trillingen (dr.ir. A.H.P. van der Burgh en prof.dr.ir. J.W. Reyn, TU Delft).
- Som van accretieve operatoren (prof.dr. Ph.P.J.E. Clément, TU Delft).
- Lie-groepen: oplosbaarheid van invariante differentiaaloperatoren (prof.dr. E.G.F. Thomas, RU Groningen, prof.dr. G. van Dijk, RU Leiden, prof.dr. J.J. Duistermaat, RU Utrecht, dr. T.H. Koornwinder, CWI).
- Integro-differentiaalvergelijkingen van convolutie-type en singuliere systemen (prof.dr. M.A. Kaashoek, VU Amsterdam),
- Semi-lineaire elliptische eigenwaardeproblemen (prof.dr. Ph.P.J.E. Clément, TU Delft).
- Asymptotische analyse van resonantie beschreven door niet-lineaire tweede orde hyperbolische differentiaalvergelijkingen (prof.dr.ir. J.W. Reyn en dr.ir. A.H.P. van der Burgh, TU Delft).
- Niet-lineaire elliptische vergelijkingen en Emden-Fowler theorie (prof.dr.ir. L.A. Peletier, RU Leiden).
- Complexe instabiliteit (dr. F. Verhulst, RU Utrecht).

#### ONDERZOEKSTERREIN EN AANDACHTSGEBIEDEN

Het werkterrein van de WGM Analyse omvat het onderzoek in de theoretische en toegepaste analyse, dit laatste voor zover daarbij het accent ligt op de ontwikkeling van analytische concepten en technieken.

Meer in het bijzonder behoren hiertoe onder andere:

- lineaire en niet-lineaire gewone en partiële differentiaalvergelijkingen (inclusief dynamische systemen)

- reële analyse (inclusief maat- en integratietheorie, potentiaaltheorie)
- complexe analyse (in één of meer variabelen)
- harmonische analyse (abstract en op Lie-groepen)
- lineaire en niet-lineaire functionaalanalyse (inclusief operatortheorie en integraalvergelijking)
- globale analyse (inclusief analyse op variëteiten, niet-lineaire analyse en variatierekening)
- mechanica (inclusief vloeistofmechanica en mechanica van vaste stoffen)

#### VERSLAG VAN DE PROJECTEN

##### *Asymptotische analyse van stromings-geïnduceerde trillingen*

Projectleiders : prof.dr.ir. J.W. Reyn en dr.ir. A.H.P. van der Burgh  
 Medewerker : drs. C.G.A. van der Beek  
 Aanvangsdatum : 1 september 1985

De in 1987 verkregen resultaten betreffende normaalvormen zijn geordend en verwerkt in een rapport ([1]). Verder heeft de aandacht zich in 1988 gericht op een drietal onderwerpen. Op de eerste plaats is het mathematische model voor een oscillator met twee vrijheidsgraden in een uniform windveld, zoals afgeleid en gedeeltelijk geanalyseerd in [2], verder bestudeerd. Hierbij is aandacht besteed aan de gevallen die in [2] nog niet onderzocht waren, alsmede de relatie tussen de gevonden periodieke oplossingen en de beweging van de oscillator in het algemeen (o.a. in hoeverre de (lokaal) stabiele periodieke oplossingen globale attractoren zijn). Verder is een nieuw mathematisch model ontwikkeld voor een oscillator met drie vrijheidsgraden. Momenteel worden de hieruit resulterende vergelijkingen nader geanalyseerd.

Tenslotte is onderzocht in hoeverre de theorie voor normaalvormen, zoals beschreven in [1], kan worden uitgebreid tot zwak niet-lineair gestoorde hyperbolische differentiaalvergelijkingen. De resultaten hiervan zullen in de loop van 1989 gepubliceerd worden in rapporten/artikelen.

##### *Publikaties*

1. *Normal Forms and Periodic Solutions in the Theory of Non-linear Vibrations. Existence and Asymptotic Theory*, Report 88-16 of the Faculty of Mathematics and Informatics, Delft University of Technology (1988), geaccepteerd voor publikatie in *International Journal of Non-linear Mechanics*.
2. On the periodic wind-induced vibrations of an oscillator with two degrees of freedom (co-author: A.H.P. van der Burgh), *Nieuw Archief voor Wetenschap*, deel 5, no. 2 (juli 1987).

*Deelname aan colloquia, werkgroepen, workshops, congressen e.d.*

*Bijeenkomst onderzoeksgroep dynamische systemen, TU Delft, 11 januari.*

*Delft Industrial Mathematics Seminar, TU Delft, 13 april, 14 september.*

*Vierentwintigste Nederlandse Mathematisch Congres, TU Eindhoven, 7-8 april.*

*Stichtingsbijeenkomst van CAN (Computer Algebra Nederland), CWI, Amsterdam, 3 juni.*

*Voordracht van W. Szemplinska-Stupnicka, TU Delft, 23 oktober.*

Approximate models and criteria of chaos in non-linear oscillations.

*Voordracht van V. Kertesz, TU Delft, 2 november.*

Mathematical Modelling of high voltage circuit breaker arcs.

*Najaarsymposium Wiskundig Genootschap (gewijd aan Computer-Algebra), Universiteit Twente, 3 november.*

*Voordracht van A. Tondl, TU Delft, 11 november.*

Stability and self-excited vibrations induced by leakage flow of an elastically mounted disk.

*Voordracht van J. Chengfu, TU Delft, 9 december.*

Quadratic systems of differential equations in the plane.

### *Voordrachten*

Existentie en asymptotische approximatie theorie voor periodieke oplossingen in  $\mathbb{R}^n$ ; bijeenkomst onderzoeksgroep dynamische systemen, TU Delft, 11 januari.

### *Som van accretieve operatoren*

Projectleider : prof.dr. Ph.P.J.E. Clément

Medewerker : drs. P.J.P. Egberts

Aanvangsdatum : 1 februari 1988

Na een eerste fase van literatuurstudie is aandacht geschonken aan probleem I van de aanvraag van het project. Het is mogelijk gebleken om het resultaat van Brezis en Strauss [1] uit te breiden voor een Hilbertruimte. Een publikatie hierover is in voorbereiding. Het hoofdresultaat is het volgende:

Zij  $(\Omega, \mathfrak{N}, \nu)$  een  $\sigma$ -eindige maatruimte.

Laat  $L_0$  een lineaire  $m$ -accretieve operator zijn in  $L^2(\Omega)$  die voldoet aan:

I  $J_\lambda^{L_0} = (I + \lambda L_0)^{-1}$  is een positieve operator in  $L^2(\Omega)$  voor alle  $\lambda > 0$ .

II  $\|J_\lambda^{L_0} f\|_p \leq \|f\|_p$  voor alle  $f \in L^1(\Omega) \cap L^\infty(\Omega)$ ,  $\lambda > 0$  en  $p \in \{1, \infty\}$ .

$L_0$  is uniek uit te breiden tot een lineaire  $m$ -accretieve operator  $L$  in  $L^2(\Omega, H)$ , met  $(H, (\cdot, \cdot))$  een Hilbertruimte, zodat  $J_\lambda^L(f \cdot x)(w) = ((J_\lambda^{L_0} f) \cdot x)(w)$  voor alle  $f \in L^2(\Omega)$ ,  $x \in H$ ,  $\lambda > 0$ ,  $w \in \Omega \nu$  b.o..

Laat  $\phi_0: H \rightarrow [0, \infty]$  een onder-half continue (o.h.c) functie zijn met  $\phi_0(0) = 0$ . De subdifferentiaal  $\partial \phi_0 \subset H \times H$  is uit te breiden tot een subdifferentiaal  $\partial_\phi \subset L^2(\Omega, H) \times L^2(\Omega, H)$ , met  $\phi: L^2(\Omega, H) \rightarrow [0, \infty]$  o.h.c. en  $D(\partial \phi) =$

$\{u \in L^2(\Omega, H) : \partial\phi_0(u(\cdot)) \in L^2(\Omega, H)\}$  en voor  $u \in D(\partial_\phi)(\partial\phi)(u) = \partial\phi_0(u(\cdot))$ .

Bewezen is dat  $\int_{\Omega} (L_\lambda u(w), (\partial\phi)_\mu u(w)) dw \geq 0$  voor alle  $u \in L^2(\Omega, H), \lambda, \mu > 0$  waarbij  $L_\lambda$  respectievelijk  $(\partial\phi)_\mu$  de Yosida-approximatie is van  $L$  respectievelijk  $\partial_\phi$ .

Dit heeft onder andere als gevolg dat  $L + \partial_\phi \subset L^2(\Omega, H) \times L^2(\Omega, H)$   $m$ -accretief is [2]. Bovendien convergeert de oplossing  $u_\mu$  van  $u + Lu + (\partial_\phi)_\mu u \ni f$  naar de oplossing van de vergelijking  $u + Lu + \partial_\phi u \ni f$  [3].

### Referenties

1. H. BREZIS, W.A. STRAUSS, (1973). Semilinear second order elliptic equations in  $L^1$ . *J. Math. Soc. Japan*, 25, 4, 565-589.
2. H. BREZIS (1975). Quelques propriétés des operateurs monotones et des semi-groupes non linéaires. *Lecture Notes in Math.* 543, Springer-Verlag.
3. H. BREZIS (1973). Opérateurs Maximaux Monotones et Semigroupes de Contractions dans les Espaces de Hilbert. *Math. Studies* 5, North-Holland, Amsterdam.

### Voordrachten en deelname aan conferenties

Halfgroependag, CWI, 3 mei.

Analysedag, CWI, 11 november.

### Externe contacten

Prof. E. Mitidierie (Udine) van 6 t/m 12 maart.

Prof. J. Goldstein (Tulane Univ., New Orleans) van 26 juni t/m 2 juli.

Dr. J. Prüss (Paderborn) van 15 september t/m 25 november.

### Lie-groepen: oplosbaarheid van invariante differentiaaloperatoren

Projectleiders : prof.dr. E.G.F. Thomas, prof.dr. G. van Dijk,  
prof.dr. J.J. Duistermaat, dr. T.H. Koornwinder

Medewerker : drs. J. Capelle (vanaf 4 maart)

Aavangsdatum : 1 januari 1988

Momenteel kent dit project één deelproject, namelijk *Oplosbaarheid van invariante differentiaaloperatoren* (projectleiders prof.dr. E.G.F. Thomas en prof.dr. J.J. Duistermaat). Om zich in dit onderwerp in te werken bestudeerde J. Capelle de structuurtheorie van Lie-algebra's en symmetrische ruimtes aan de hand van literatuur van Schwartz, Varadarajan, Humphreys en Helgason en bracht hiervan schriftelijk en (tijdens de wekelijkse bijeenkomsten van de Groningse groep) mondeling verslag uit. Voorts deed hij mee aan de landelijke werkgroepbijeenkomsten over Lie-groepen en aan de Groningse werkgroepen *Differentiaalmeetkunde* en *Maat en categorie*.



*Deelname aan congressen*

J. Capelle nam deel aan de Ecole d'Été CIMPA *Algèbres et systèmes triples de Jordan* in Poitiers, Frankrijk, 22 augustus-16 september, en bracht hierover verslag uit in voordrachten voor de Groningse groep. Ook nam hij deel aan het Seminar *Harmonic analysis on Lie groups and symmetric spaces*, Göttingen, BRD, 21-25 november.

*Educatieve werkzaamheden*

1. In het kader van het project werd op 5 en 6 april een internationaal *Lie Groups Seminar* gehouden. Sprekers waren J. Faraut (Strasbourg Frankrijk), I.G. Macdonald (London, Engeland), B. Ørsted (Odense, Denemarken), S.L. Woronowicz (Warszawa, Polen), E.P. van den Ban (RU Utrecht) en E.M. Opdam (RU Utrecht).
2. Er werden in Leiden en op het CWI zes landelijke werkgroep-bijeenkomsten van een hele dag gehouden, waarvan twee een algemeen karakter hadden en vier gericht waren op bestudering van het boek *Loop Groups* van A. Pressley en G. Segal.
3. Gedurende de week 4-8 januari werd door prof.dr. G. van Dijk op het CWI een landelijke cursus *Analyse op symmetrische ruimtes* gegeven.

*Integro-differentiaalvergelijkingen van convolutie-type en singuliere systemen*

Projectleider : prof.dr. M.A. Kaashoek  
 Medewerker : drs. A.B. Kuijper  
 Aanvangsdatum : 1 mei 1988

Some of the relevant papers have been studied. A first analysis of connections between integro-differential equations of convolution type on the full line and singular systems has been made.

*Semi-lineaire elliptische eigenwaardeproblemen*

Projectleider : prof.dr. Ph.P.J.E. Clément  
 Medewerker : drs. G. Sweers  
 Aanvangsdatum : 1 oktober 1984

In het project semilineaire elliptische eigenwaardeproblemen is hoofdzakelijk het volgende randwaardeprobleem beschouwd:

$$(P) \quad \begin{cases} -\Delta u = \lambda f(u) & \text{in } \Omega, \\ u = 0 & \text{op } \partial\Omega, \end{cases}$$

waarbij  $\Omega$  een begrensde gebied in  $\mathbb{R}^n$  is.

Gezocht en onderzocht worden paren  $(\lambda, u) \in \mathbb{R}^+ \times (C(\bar{\Omega}; \mathbb{R}) \cap C^2(\Omega; \mathbb{R}))$  die voldoen aan (P). Door de parameter  $\lambda$  in de beschouwingen te nemen, is men

beter in staat de structuur van de oplossingen te beschouwen. Met behulp van continuering-argumenten is het soms mogelijk het bestaan van een kromme van oplossingen af te leiden. Bijvoorbeeld voor  $f = f_1$ , met  $f_1(u) = 1 + \sin u$ , kan men vanuit  $(\lambda, u) = (0, 0)$  een oplossing  $(\lambda, u_\lambda)$  verkrijgen voor alle  $\lambda > 0$ . Al deze oplossingen voldoen aan  $\max u_\lambda \in (0, \frac{3}{2}\pi)$ . Oplossingen met  $\max u_\lambda > \frac{3}{2}\pi$  kan men zo niet verkrijgen.

Reeds bekend waren voldoende voorwaarden voor het bestaan van een oplossing  $(\lambda, u)$  met  $\max u$  voorbij een positief nulpunt van  $f$ . Zie [F,H].

Voor gebieden met een voldoende gladde rand zijn we in staat geweest om te laten zien dat zo'n voorwaarde ook noodzakelijk is, [1, 2]. (Hiermee in verband staande resultaten zijn te vinden in [DS, SW].)

Meer precies: onder voldoende gladheid van  $\partial\Omega$ ) en  $f \in C(\mathbb{R})$  is de voorwaarde

$$(C_1) \quad \int_{\rho}^{\rho_2} f(s) ds > 0 \quad \text{voor alle } \rho \in [0, \rho_1],$$

(waarbij  $(0 \leq) \rho_1 < \rho_2$  nulpunten van  $f$  zijn met  $f > 0$  in  $(\rho_1, \rho_2)$ ) voldoende voor het bestaan van een oplossingen  $(\lambda, u)$  voor  $\lambda \gg 1$  en  $0 < u$  met  $\max u \in (\rho_1, \rho_2)$ .

Voor  $f \in C^{1,\gamma}$  die bovendien voldoet aan

$$(C_2) \quad f' \leq 0 \quad \text{rond } \rho_2$$

kan men bewijzen dat een kromme van oplossingen  $(\lambda, u(\lambda))$  bestaat die voldoet aan het volgende.

Er is  $\lambda_0 \in \mathbb{R}^+$  en een positieve functie  $w$  met  $\max w \in (\rho_1, \rho_2)$  zodat er voor alle  $\lambda > \lambda_0$  precies één oplossing  $u_\lambda \in (w, \rho_2) \subset C(\bar{\Omega})$  is, en  $u_\lambda = u(\lambda)$ . In [2] wordt bovendien bewezen dat deze oplossingen stabiele stationaire oplossingen zijn van het bijbehorende parabolische probleem.

$$(PP) \quad \begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} - \Delta u = \lambda f(u) & \mathbb{R}^+ \times \Omega, \\ u = 0 & \mathbb{R}^+ \times \partial\Omega, \end{cases}$$

Met behulp van de Leray-Schauder-graad verkrijgt men voor  $\lambda > \lambda_0$  een tweede oplossing  $(\lambda, v_\lambda)$  (die dus niet in  $(w, \rho_2)$  ligt) met  $\max u_\lambda \in (\rho_1, \rho_2)$ . Slechts in een speciaal geval met  $\Omega$  een bol, hebben we de eenduidigheid van deze kromme kunnen bewijzen.

Hierna zijn onderafschattingen voor  $\max u_\lambda$  en éénduidigheid volgend uit de a priori eis  $\max u \in (\rho_2 - \epsilon, \rho_2)$  bewezen met behulp van het maximum principe voor zogeheten  $P$ -functies (zie [S]). Dit is verschenen in [3].

De oplossingen  $(\lambda, u_\lambda)$  met  $\max u$  dichtbij  $\rho_2$  vertonen een grenslaag. Indien ' $f'(\rho_2) = \infty$ ' kan het zelfs gebeuren dat  $u_\lambda = \rho_2$  (voor  $\lambda$  groot) buiten een omgeving van de rand. Het bewijs hiervan en schattingen voor de grenslaag vindt men in [4]. Naast deze resultaten voor  $(P)$  waarbij  $f$  en  $\Omega$  voldoende glad zijn, zijn de gevolgen onderzocht van minder regulariteit.

Voor een functie  $f$  die alleen continu en niet Lipschitz- of Hölder-continu is, kan men niet langer een oplossing (in distributionele zin) tussen een onder- en

een bovenoplossing verkrijgen met behulp van de zogeheten methode van monotone iteraties. Desalniettemin geeft een alternatief bewijs wel de existentie. Na dit op schrift gesteld te hebben bleek er reeds een soortgelijk bewijs te bestaan ([A]). Onze versie is verschenen in [5].

Minder regulariteit van de rand heeft meer ingrijpende gevolgen. Er blijkt voor iedere  $f$  met  $f(0) < 0$  een kritieke hoek te bestaan in de volgende zin. Beschouw  $n = 2$ . Voor iedere  $f$  met  $f(0) < 0$  is er een hoek  $\alpha \in (\frac{1}{2}\pi, \pi)$  zodat er geen positieve oplossing op een (convex) gebied  $\Omega$  bestaat indien  $\partial\Omega$  een scherpe hoek bevat. Met behulp van dit resultaat is het ook mogelijk voor speciale gebieden stabiele, van teken wisselende, oplossingen van  $(P)$  te vinden. Zie [6]. Voor veel van de bijbehorende bewijzen is gebruik gemaakt van onder- en bovenoplossingen in samenhang met het maximum principe. Dit is ook mogelijk voor niet autonome problemen (waarbij  $f$  ook van de ruimte-variabele afhangt). Zie [10, hoofdstuk 6]. Met behulp van het maximum principe voor een familie van onderoplossingen ('sweeping' principe) kan men ook bewijzen dat indien er een onderoplossing  $(\lambda, u)$  op  $\Omega \subset \mathbb{R}^n$  bestaat met  $\max u = \rho > 0$  er ook een onderoplossing  $(\mu, v)$  bestaat met  $\max u = \rho$  op de eenheidsbol in  $\mathbb{R}^n$ . Zie [11]. Naast  $(P)$  met een niet-lineaire rechterzijde, zijn ook enkele problemen bekeken die hier minder rechtstreeks mee in verband staan.

- Beschouw  $(P)$  met  $\lambda(f(u)) = 1$  in een twee-dimensionaal gebied. Als  $u$  de oplossing is, dan staat  $\Lambda u$  voor de 'stress' onder torsie van een staaf met doorsnede  $\Omega$ . Bij een vermoeden uit 1859 van De Saint Venant voor dit probleem (zie [K]) kunnen we een tegenvoorbeeld vinden, [7].
- Voor een elliptisch stelsel, afkomstig uit de elasticiteitstheorie, worden enkele resultaten voor de eerste eigenfunctie bewezen, zie [8]. Er zijn diverse 'soorten' ellipticiteit te definiëren voor stelsels. In de variationele formulering komt dit overeen met diverse 'soorten' convexiteit.
- Met B. Kawohl is nader het verband onderzocht tussen rank-one-convex en quasiconvex. Een voldoende voorwaarde voor het bestaan van het minimum van een functionaal is de quasiconvexiteit. Dit is een moeilijk te verifiëren eigenschap. Eenvoudiger in dit opzicht zijn convex, rank-one-convex en in mindere mate polyconvex. Bekend zijn de volgende implicaties voor een functie  $f: \mathbb{R}^{nm} \rightarrow \mathbb{R}$ :

$$\text{convex} \begin{array}{c} \Rightarrow \\ \not\Leftarrow \end{array} \text{polyconvex} \begin{array}{c} \Rightarrow \\ \not\Leftarrow \end{array} \text{quasiconvex} \Rightarrow \text{rank-one-convex}$$

De vraag of rank-convex misschien quasiconvex impliceert is nog open, zie [Ball]. In [12] is beschreven in welke richting men wel of niet naar een tegenvoorbeeld zou kunnen zoeken.

- Naast variationele methoden voor elliptische stelsels kan men in sommige gevallen ook het maximum principe gebruiken. In het klassieke geval dient het stelsel cooperatief te zijn. Zie [PW]. Voor het stelsel

$$\begin{cases} -\Delta u_1 = f_1(u_1, u_2), \\ -\Delta u_2 = f_2(u_1, u_2), \end{cases}$$

wil dat zeggen  $\frac{\partial f_1}{\partial u_2} \geq 0$  en  $\frac{\partial f_2}{\partial u_1} \geq 0$ .

Dit blijkt geen optimale voorwaarde te zijn. We hebben een uitbreiding kunnen bewijzen, zie [9]. Andere uitbreidingen zijn recent gevonden in [FM,W].

- e) Terugrijpend op de afstudeerscriptie zijn voor nonautonome lineaire hogere order singulier gestoorde elliptische problemen a priori afschattingen in  $L_p$ -ruimten verder uitgewerkt. Een modelprobleem in de beschouwde klasse is b.v.

$$(\epsilon^2 \Delta^2 - \Delta + 1)u = f \quad \text{in } \Omega$$

met homogene Dirichlet randvoorwaarden. Deze resultaten zullen verschijnen in [13].

Op 10 maart 1988 is G. Sweers op de resultaten beschreven in [1-9] gepromoveerd.

### Referenties

- [A] K. AKO (1961). On the Dirichlet problem for quasilinear elliptic differential equations of the second order. *J. Math. Soc. Japan* 13, 45-62.
- [B] J.M. BALL (1987). Does rank-one convexity imply quasiconvexity? *Metastability and incompletely posed problems*, Springer-Verlag, 17-32.
- [DS] E.N. DANCER, K. SCHMITT (1987). On positive solutions of semilinear elliptic equations. *Proc. A.M.S.* 101, 445-452.
- [F] P.C. FIFE (1973). Semilinear boundary value problems with small parameters. *Arch. Rat. Mech. Anal.* 52, 205-232.
- [FM] D.G. DEFIGUEIREDO, E. MITIDIERI (1986). A maximum principle for an elliptic system and applications to semilinear problems. *SIAM J. Math. Anal.* 17, 836-849.
- [H] P. HESS (1981). On multiple solutions of nonlinear elliptic eigenvalue problems. *Comm. Part. Diff. Eq.* 6, 951-961.
- [K] B. KAWOHL (1987). On the location of maxima of the gradient for solutions to quasilinear elliptic problems and a problem raised by Saint Venant. *Journal of Elasticity* 17, 195-206.
- [PW] M. PROTTER, H. WEINBERGER (1967). *Maximum Principles in Differential Equations*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- [SW] J. SMOLLER, A. WASSERMAN (1987). Existence of positive solutions for semilinear elliptic equations in general domains. *Arch. Rat. Mech. Anal.* 98, 229-249.
- [S] R. SPERB (1981). Maximum principles and their applications. *Math. in Sc. and Eng.* 157, Academic Press.
- [W] H.F. WEINBERGER (1987). Some remarks on invariant sets for systems. P. SCHAEFER (ed.). *Proc. Conference on Maximum Principles and Eigenvalue Problems in Partial Differential Equations*, Research Notes, Longman Press.

*Publikaties*

1. PH. CLÉMENT, G. SWEERS (1986). Existence et multiplicité des solutions d'un problème aux valeurs propres elliptiques semilinéaires. *C.R. Acad. Sc. Paris* 302, Série I, 19, 681-683.
2. PH. CLÉMENT, G. SWEERS (1987). Existence and multiplicity results for a semilinear elliptic eigenvalue problem. *Annali della Scuola Normale Superiore di Pisa* (4) 14, 97-121.
3. G. SWEERS. (1988). On the maximum of solutions for a semilinear elliptic problem. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 108A, 357-370.
4. G. SWEERS (1987). Some results for a semilinear elliptic problem with a large parameter. *Proceedings ICIAM 87*, Paris-La Villette, 109-116.
5. PH. CLÉMENT, G. SWEERS. (1987). Getting a solution between sub- and supersolutions without monotone iteration. *Rendiconti dell'Istituto di Matematica dell'Università di Trieste, Vol. XIX*, 189-194.
6. G. SWEERS. Semilinear elliptic problems on domains with corners, to appear in: *Commun. in Partial Differ. Eq.*
7. G. SWEERS (1989). A counterexample with convex domain to a conjecture of De Saint Venant, to appear in: *Journal of Elasticity*.
8. B. KAWOHL, G. SWEERS (1987). Remarks on the eigenvalues and eigenfunctions of a special elliptic system. *Journal of Appl. Math. Ph. (ZAMP)*, 38, 730-740.
9. G. SWEERS (1989). A strong maximum principle for a non-cooperative elliptic system, to appear in: *SIAM, J. Math. Anal.* 20.
10. G. SWEERS (1988). Semilinear elliptic eigenvalue problems, proefschrift maart 1988.
11. PH. CLÉMENT, G. SWEERS. On subsolutions to a semilinear elliptic problem, preprint.
12. B. KAWOHL, G. SWEERS. *On Quasiconvexity Rank-one Convexity and Symmetry*. Preprint 469, SFB 123 Universität Heidelberg.
13. G. SWEERS (1989). *Estimates for elliptic singular perturbations in  $L_p$ -spaces*, to appear in: *Asymptotic Analysis* 2.

*Deelname aan congressen, werkbezoeken e.d.*

*Colloque International sur des Problèmes et paraboliques non linéaires*, Université de Nancy I, 14-28 maart: Ph.P.J.E. Clément, G. Sweers.

*Werkbezoek Universiteit Heidelberg*, 21 maart-8 april: G. Sweers, uitgenodigd door B. Kawohl.

*Werkbezoek Universiteit Bath*, 12-28 april: G. Sweers, uitgenodigd door J. Toland.

*Voordracht G. Sweers*, Universiteit Oxford, 29 april:

*Conference on Nonlinear Evolution Equations and their Applications*, Visegrád Hongarije, 23-28 mei: G. Sweers.

*Voordracht G. Sweers*, Universiteit Zagreb, 31 mei.

*Werkbezoek Istituto per le Applicazioni del Calcolo Mauro Picone*, Rome, 6-10 juni: G. Sweers.

*Bezoekers*

Prof. B. Najman, 10-12 februari.

Prof. H. Berestycki, 10 maart.

Prof.dr. L.S. Frank, 10 maart.

Prof. E. Mitidieri, 10 maart.

Prof.dr. L.A. Peletier, 10 maart.

Prof. J. Goldstein, juni.

*Asymptotische analyse van resonantie beschreven door niet-lineaire tweede orde hyperbolische differentiaalvergelijkingen*

Projectleiders : prof.dr.ir. J.W. Reyn  
 en dr.ir. A.H.P. van der Burgh  
 Medewerker : ir. W.T. van Horssen  
 Aanvangsdatum : 1 september 1984

- In het kader van dit project is een klasse van begin-randwaardeproblemen voor (stelsels) zwak niet-lineaire, hyperbolische vergelijkingen van de tweede orde bestudeerd. De bestudeerde problemen bevatten een kleine parameter  $\epsilon$ , die de niet-lineaire termen in de partiële differentiaalvergelijking(en) voorafgaat. Om een klassieke oplossing te verkrijgen, moeten de beginwaarden en de niet-lineaire termen in de partiële differentiaalvergelijking(en) aan bepaalde gladheidseisen voldoen. Door het begin-randwaardeprobleem voor een (stelsel) hyperbolische vergelijking(en) te herschrijven in een (stelsel) integraalvergelijking(en) zijn existentie en eenduidigheid van de oplossing van het begin-randwaardeprobleem aangetoond met behulp van de dekpuntstelling van Banach.
- Aangezien de begin-randwaardeproblemen een kleine parameter  $\epsilon$  bevatten, kunnen perturbatiemethoden worden toegepast om formele benaderingen van de oplossing te construeren. De asymptotische geldigheid (voor  $\epsilon \rightarrow 0$ ) van een klasse van formele benaderingen is aangetoond op tijdschalen voor welke de begin-randwaardeproblemen goedgesteld zijn.
- Als toepassing van de theorie zijn verscheidene begin-randwaardeproblemen geformuleerd en bestudeerd. Met behulp van een aeroelastische analyse is aangetoond dat een begin-randwaardeprobleem voor de Rayleigh-golfvergelijking beschouwd kan worden als een eenvoudig model beschrijvende de wind-geïnduceerde, verticale trillingen (galloping) van hoogspanningsleidingen. Om zowel de verticale als de horizontale trillingen van deze hoogspanningsleidingen te beschrijven is bovendien een begin-randwaardeprobleem voor een stelsel zwak niet-lineaire en zwak gekoppelde golfvergelijkingen afgeleid. Deze begin-randwaardeproblemen zijn in detail onderzocht met behulp van karakteristieke coördinaten en een twee-tijdschalen perturbatiemethode. Gebruik makende van de ontwikkelde theorie zijn de goed-gesteldheid van deze problemen en de asymptotische geldigheid van de geconstrueerde benaderingen aangetoond.

Verder is een begin-randwaardeprobleem voor een telegraafvergelijking met een kubische niet-lineariteit onderzocht met behulp van een twee-tijdschalen perturbatiemethode en een Fourier reeksontwikkeling van de oplossing. Voor dit probleem is eveneens de asymptotische geldigheid van de geconstrueerde benadering aangetoond.

#### *Publikaties*

1. W.T. VAN HORSSSEN, A.H.P. VAN DER BURGH (1988). On initial-boundary value problems for weakly semi-linear telegraph equations. Asymptotic theory and application, to appear in: *SIAM J. Appl. Math.* 48, no. 5, (also appeared as report 86-42 of the Faculty of Mathematics and Computer Science, TU Delft).
2. W.T. VAN HORSSSEN (1988). An asymptotic theory for a class of initial-boundary value problems for weakly nonlinear wave equations with an application to a model of the galloping oscillations of overhead transmission lines, to appear in: *SIAM J. Appl. Math.* 48, no. 6, (also appeared as report 87-12 of the Faculty of Mathematics and Computer Science, TU Delft).
3. W.T. VAN HORSSSEN (1987). An asymptotic theory for a class of initial-boundary value problems for weakly nonlinear wave equations. M. FARKAS, V. KERTÉSZ, G. STÉPÁN (eds.). *Proc. 11th Int. Conf. on Nonlinear Oscillations ICNO*, János Boyai Mathematical Society, Budapest, Hungary, 287-290.
4. W.T. VAN HORSSSEN (1988). An asymptotic theory for a system of weakly nonlinear wave equations. *Proc. 7th Symp. on Trends in Applications of Mathematics to Mechanics*, Wassenaar, The Netherlands, 7-11 December 1987, to appear in: *Lecture Notes in Physics*, Springer-Verlag, J.J. BESSELING, W. ECKHAUS (eds.), 1988.
5. W.T. VAN HORSSSEN. Asymptotics for a system of nonlinearly coupled wave equations with an application to the galloping oscillations of overhead transmission lines, accepted for publication in *Quarterly of Applied Mathematics* (also appeared as report 87-78 of the Faculty of Mathematics and Computer Science, TU Delft).
6. W.T. VAN HORSSSEN (1988). *An Asymptotic Analysis of a Class of Nonlinear Hyperbolic Equations*. Academisch proefschrift, TU Delft.

#### *Voordrachten door W.T. van Horssen*

- De twee-tijdschalen methode voor niet-lineair gestoorde Klein-Gordon vergelijkingen. *Colloquium Analyse van Mathematische Modellen*, TU Delft, 2 april 1985.
- Over de geldigheid van formele benaderingen voor een klasse van begin-randwaardeproblemen voor niet-lineair gestoorde Klein-Gordon vergelijkingen. *Tweëëntigste Ned. Math. Congres*, TU Delft, 1 april 1986.
- Een asymptotische theorie toegepast op een eenvoudig model welke de wind geïnduceerde trillingen van hoogspanningslijnen beschrijft. *Drieëntwintigste*

*Ned. Math. Congres*, RU Utrecht, 16 april 1987.

An asymptotic theory for a class of initial boundary value problems for weakly nonlinear wave equations. *First International Conference on Industrial and Applied Mathematics ICIAM 87*, Parijs, Frankrijk, 1 juni 1987.

An asymptotic theory for a class of initial-boundary value problems for weakly nonlinear wave equations. *7th Symposium on Trends in Applications of Mathematics to Mechanics*. Wassenaar, 8 december 1987.

Asymptotics for a class of initial-boundary value problems for a system of weakly nonlinear wave equations. *Vierentwintigste Ned. Math. Congres*, TU Eindhoven, 8 april 1988.

Asymptotics and the galloping phenomenon of overhead transmission lines. *Delft Industrial Mathematics Seminar*, TU Delft, 13 april 1988.

*Niet-lineaire elliptische vergelijkingen en Emden-Fowler theorie*

Projectleider : prof.dr.ir. L.A. Peletier  
 Medewerker : drs. M.C. Knaap  
 Aanvangsdatum : 1 mei 1987

(a) Het onderzoek aan het eigenwaarde probleem

$$\begin{aligned} -\operatorname{div}(|\Gamma u|^{p-2}\Gamma u) &= \lambda u^{p-1} + u^{q-\epsilon} \text{ in } B_R \\ u &> 0 \text{ in } B_R \\ u &= 0 \text{ op } \partial B_R \end{aligned}$$

waarin  $B_R = \{x \in \mathbb{R}^N : |x| < R\}$ ,  $1 < p < N$  en  $q$  de kritieke Sobolev exponent is ( $q = \{(p-1)N + p\} / (N-p)$ ) werd uitgebreid naar positieve waarden voor de parameter  $\lambda$  en vervolgens afgerond. Een rapport is inmiddels verschenen.

(b) In samenwerking met M.K. Kwong (Argonne) werden stellingen omtrent existentie en eenduidigheid bewezen van radiale oplossingen van het randwaardeprobleem

$$\begin{cases} -\operatorname{div}(|\Gamma u|^{p-2}\Gamma u) = f(|x|, u) & \text{in } \Omega \\ + \text{randvoorwaarden} \end{cases}$$

voor een grote klasse van functies  $f$ , wanneer  $\Omega$  een annulus is in  $\mathbb{R}^N : \Omega = \{x \in \mathbb{R}^N : 0 < R_1 < |x| < R_2 < \infty\}$ .

Een rapport is in voorbereiding.

(c) het eigenwaarde probleem

$$\begin{cases} -\Delta u = \lambda |u|^{q-1}u + |u|^{p-1}u & \text{in } B_R \\ u = 0 & \text{op } \partial B_R \end{cases}$$

waarin  $1 \leq q < p = (N+2)/(N-2)$  werd onderzocht op het bestaan van radiale eigenfuncties  $u_k(|u|)$  met een voorgeschreven aantal nulpunten  $k$ ,



voor zekere waarden  $\lambda_k$  van de parameter  $\lambda$ , en het asymptotisch gedrag van  $\lambda_k$  als  $c_k = \|u_k\| \rightarrow \infty$  werd bepaald, wanneer  $N \leq N^*$ , waar  $N^* = 2 + (4/q)$  een voor het probleem kritieke dimensie is (omdat radiale oplossingen worden onderzocht, is  $N$  niet beperkt tot de gehele getallen).

### *Publikaties*

1. M.C. KNAAP, L.A. PELETIER (1988). *Quasilinear Elliptic Equations with Nearly Critical Growth*. Rapport Mathematisch Instituut, RU Leiden, W88-15.

### *Voordrachten*

Quasilinear elliptic equations with nearly critical growth. (Argonne, juli 1988), en Georgia Institute of Technology, december 1988).

### *Bezoekers*

F.V. Atkinson (Toronto), H. Brezis (Parijs en Rutgers), C. Budd (Oxford), H.G. Kaper (Argonne), F. Merle (Parijs)

### *Complexe instabiliteit*

Projectleider : dr. F. Verhulst  
 Medewerker : drs. I. Hoveijn  
 Aanvangsdatum : 1 januari 1988

Uitgangspunt van het onderzoek in 1988 was de normaalvorm van de 1:2:3 resonantie voor Hamiltonsystemen in een omgeving van een stabiele evenwichtspunt. De normaalvorm heeft de gedaante

$$H = H_2 + H_3 + H_4 + \dots$$

waarbij  $H_i, i=1,2,3,\dots$  homogene polynomen van de graad  $i$  zijn. Voor bepaalde, generiek voorkomende, parameter families blijken deze Hamiltonsystemen een normal mode te bezitten die complex instabiel is. Het is de bedoeling om de 6-dimensionale fasestroming juist in deze gevallen te karakteriseren met het oog op het voorkomen en ontstaan van chaos. De normaalvormen van deze systemen blijken twee onafhankelijke integralen te bezitten; deze kunnen worden gebruikt voor een reductie van het systeem, bijvoorbeeld tot een twee-vrijheidsgraden systeem. Dit gereduceerde systeem heeft eveneens een Hamilton karakter, maar bevat wel singulariteiten. Een zeer belangrijk resultaat is vervolgens, dat het genormaliseerde systeem, afgekapt tot en met  $i=3$ , een verzameling van homocliene banen bezit van de complex instabiele oplossing; bovendien bestaan heterocliene verbindingen met een andere normal mode.

De belangrijkste vraag is vervolgens: blijven er homocliene banen over uit deze homocliene variëteit als afgekapt wordt bij  $i=4$ . Het antwoord op deze vraag is, dat er één homocliene baan overblijft; dit betekent dat de karakterisering van Devaney van toepassing is: in de omgeving van deze baan kan een 'horse-shoe mapping' worden geconstrueerd en de fasestroming is chaotisch.

Bij het boven beschreven onderzoek werden zowel analytische als numerieke technieken gebruikt. In samenwerking met prof. A. van der Sluis wordt tevens gewerkt aan een verfijning van de numerieke programmatuur door het 'inbouwen' van het maatbehoudende karakter van de stroming.

#### *Publikaties*

In de eerste helft 1989 worden twee publikaties geschreven over het bovenvermelde werk.

#### *Voordrachten*

Drs. I. Hoveijn heeft in Nice gesproken in het kader van het EEG-contact van de universiteiten van Nice, Parijs, Stuttgart, Edinburgh en Utrecht.

#### *Contacten met bezoekers*

J. Montaldi (Warwick) over periodieke oplossingen van Hamiltonsystemen en C. Simo (Barcelona) over dynamische systemen en toepassingen.

## Verslag van het Landelijk Samenwerkingsverband

### Algebra en Meetkunde

#### OVERZICHT VAN DE PROJECTEN

- Singulariteitentheorie (prof.dr. J.H.M. Steenbrink (RU Leiden)).
- Moduli (dr. G.B.M. van der Geer (Universiteit van Amsterdam), prof.dr. F. Oort (RU Utrecht) en dr. C.A.M. Peters (RU Leiden)).
- Primaliteitstests (prof.dr. H.W. Lenstra, Jr. en dr. P. van Emde Boas, Universiteit van Amsterdam).
- Differentiaalvergelijkingen en formele groepen (prof.dr. M. van der Put (RU Groningen)).
- Arithmetische algebraïsche meetkunde (prof.dr. J.H.M. Steenbrink (RU Leiden), prof.dr. G.B.M. van der Geer (Universiteit van Amsterdam) en prof.dr. F. Oort (RU Utrecht)).
- Absolute retracten en de compacte uitbreidingseigenschap (prof.dr. J. van Mill (VU Amsterdam)).
- Karakteristieke veeltermen voor differentiaaloperatoren (prof.dr. A.H.M. Levelt, KU Nijmegen).

#### ONDERZOEKSTERREIN EN AANDACHTSGEBIEDEN

Het werkkerrein van het LSV Algebra en Meetkunde beslaat de algebra, de getaltheorie en de meetkunde inclusief de topologie (1980 Mathematics Subject Classification: 10-20, 51-57, een belangrijk deel van 8, 22 en 58 en een geringer deel van 4-6, 32 en 40). Daarbij worden hulpmiddelen uit andere gebieden van de wiskunde, zoals de analyse, de stochastiek en de discrete wiskunde benut en worden impulsen tot nieuw onderzoek ook gevonden in ontwikkelingen op andere gebieden zoals de informatica en de fysica.

## VERSLAG VAN DE PROJECTEN

*Singulariteitentheorie*

Projectleiders : prof.dr. J.H.M. Steenbrink  
 Medewerker : dr. Th. de Jong  
 Aanvangsdatum : 1 december 1980

Het onderzoek van Th. de Jong liep van 1 september 1984 tot 1 september 1988. Het vond plaats onder leiding van prof.dr. J.H.M. Steenbrink met als standplaats Leiden. Van 1 juli 1986 tot 1 april 1987 had De Jong buitengewoon verlof om aan de universiteit van Kaiserlautern onder leiding van prof.dr. G.-M. Gruel aan zijn onderzoek te werken, en vanaf 1 januari 1988 vond het onderzoek plaats te Nijmegen, in verband met de nieuwe betrekking aldaar van de promotor.

Het werk van De Jong sluit aan bij dat van Siersma en Pellikaan over niet-geïsoleerde hyperoppervlaksingulariteiten. De eerste resultaten die hij behaalde betroffen de topologie van functiekiemen met een gladde kromme als kritieke locus en een transversaal type dat simpel is. Voor een grote klasse hiervan bepaalde hij het homotopietype van de Milnorvezel. Hiervoor werd gebruik gemaakt van een door Lê, Brieskorn en Siersma beproefde methode: de kiem wordt gedeformeerd in één met singulariteiten van een eenvoudiger type zodanig dat de Milnorvezeling 'op de rand' niet verandert. Deze resultaten zijn gepubliceerd in [1].

Vervolgens ging De Jong zich concentreren op functiekiemen met ééndimensionale singuliere locus en transversaal type  $A_1$ . Hier waren interessante formules bekend voor het geval dat de singuliere locus een volledige doorsnijding is. Aan deze voorwaarde is echter in de praktijk zelden voldaan. Om deze formules te kunnen generaliseren voerde De Jong een nieuw begrip in: het virtuele aantal  $D_\infty$ -punten. Met behulp hiervan bewees hij een formule voor de topologische Eulerkarakteristiek van de Milnorvezel. Hierbij kwam de expertise van Greuel op het gebied van singulariteiten van krommen zeer van pas. De resultaten zijn opgeschreven in [2]. Samen met A.J. de Jong werd een formule gevonden die het virtuele aantal  $D_\infty$ -punten van een projectief hyperoppervlak met globale invarianten verbindt [3].

In het laatste jaar werd samen met D. van Straten een deformatietheorie voor niet-geïsoleerde singulariteiten ontwikkeld. De gebruikelijke theorie leidt meestal tot oneindig-dimensionale basisruimten. Door zich te beperken tot z.g. toegelaten deformaties kwamen zij weer in het eindigdimensionale gebied. Hun theorie is onder andere van toepassing op projecties naar  $\mathbb{C}^3$  van deformaties van normale oppervlaksingulariteiten. Hiermee werd de structuur van de basisruimte van de semi-universele deformatie van een rationaal quadrupelpunt expliciet bepaald. Deze resultaten zijn te vinden in [4]. De genoemde artikelen zijn gebundeld tot het proefschrift van de Jong, dat hij op 7 september 1988 heeft verdedigd.

*Publikaties*

1. T. DE JONG (1988). Some classes of line singularities. *Math. Zeitschrift* 198, 493-517.
2. T. DE JONG (1987). *The Virtual Number of  $D_\infty$ -points*. Preprint, nr. 128, Univ. Kaiserslautern.
3. A.J. DE JONG, T. DE JONG. *The virtual number of  $D_\infty$ -points II*. Preprint.
4. T. DE JONG, D. VAN STRATEN (1988). *Deformations of Non-isolated Singularities*. Preprint 527, RU Utrecht.

*Moduli*

Projectleiders : dr. G.B.M. van der Geer, prof.dr. F. Oort en  
 dr. C.A.M. Peters  
 Medewerkers : drs. C. Faber, dr. L.N.M van Geemen en drs. J. Top  
 Aanvangsdatum : 1 september 1981

Voor het verslag van het project zij verwezen naar de Inleiding tot deel II van dit jaarverslag.

*Primaliteitstests*

Projectleiders : prof.dr. H.W. Lenstra, Jr. en dr. P. van Emde Boas  
 Medewerkers : drs. W. Bosma en drs. M.P.M. van der Hulst  
 Aanvangsdatum : 1 juli 1985

De belangrijkste onderwerpen waaraan in 1988 is gewerkt zijn de incorporatie van tests van Lucas-Lehmer type in de primaliteitstest, en de optimalisatiestap in de algoritme.

Lucas-Lehmerachtige tests buiten speciale arithmetische eigenschappen uit van het getal waarvoor een primaliteitsbewijs gezocht wordt. Door hiervoor reeds gevonden informatie te benutten, danwel enige rekentijd te besteden aan het verkrijgen van nog meer informatie, kan de totale tijd die benodigd is voor het voltooien van de primaliteitstest zelve aanzienlijk worden bekort.

Dit compliceert echter de optimalisatiestap van de algoritme. Niet alleen wordt de keuze van de parameters voor het Jacobisomtest gedeelte beïnvloed, maar tevens moet beslist worden hoeveel tijd besteed gaat worden aan het zoeken naar extra Lucas-Lehmer informatie, waarbij bovendien niet gegarandeerd kan worden dat dit zoeken naar extra informatie iets zal opleveren.

Gebruik makend van heuristieken en uitvoerige experimenten zijn praktisch bruikbare methoden gevonden die de ontwikkelde ideeën bruikbaar maken. De implementatie van de primaliteitstest is daarmee ook nagenoeg voltooid.

Voorts is in het verslagjaar een begin gemaakt met een definitieve versie van de beschrijving van zowel de theoretische als de praktische aspecten van de primaliteitstest. Verwacht wordt dat dit zal leiden tot de publikatie van een proefschrift in de loop van 1989.

*Voordrachten, congresbezoek en andere reizen*

Zoals voorzien zijn de onderzoekers Van der Hulst en Bosma in het voorjaar op bezoek geweest bij prof.dr. H.W. Lenstra, Jr. in Berkeley, California. Bovendien is het onderzoek in het najaar verricht onder leiding van en bij prof.dr. A.K. Lenstra aan de Universiteit van Chicago, Illinois.

Voordrachten over Primality Testing zijn gehouden tijdens de AMS-meeting in Atlanta van januari 1988 door M.P. van der Hulst, en op bijeenkomsten te Oberwolfach in mei (Konstruktive Algebraische Zahlentheorie) en augustus (Algebraische Zahlentheorie) 1988 door W. Bosma.

*Differentiaalvergelijkingen en formele groepen*

Projectleider : prof.dr. M. van der Put  
 Medewerker : drs. L. van der Marel  
 Aanvangsdatum : 1 mei 1985

Voor de 'hypergeometrische krommen  $Y^N = X^A(X-1)^B(X-\lambda)^C$  is voor  $N \equiv 1(p)$  de logaritme van de formele groep over  $\mathbf{Z}_p$  expliciet gemaakt m.b.v. een methode van J. Stienstra. In sommige gevallen kan daarmee de  $p$ -adische monodromie worden berekend. Er blijkt steeds overeenstemming te zijn met het vermoeden betreffende complexe- en  $p$ -adische monodromie. Tenslotte is het werk van de afgelopen jaren in een proefschrift samengevat.

*Voordrachten en deelname aan conferenties*

Drs. L. van der Marel heeft een aantal voordrachten gegeven aan de Universiteit van Toulouse en die van Bordeaux.

*Externe contacten (bezoekers)*

Drs. L. van der Marel (Univ. van Toulouse, Univ. van Bordeaux).  
 Prof. P. Schneider (Univ. van Köln), Dr. B. Chiarellotto (Univ. van Padova), Prof. M. Reversat (Univ. van Toulouse) hebben de RU Groningen bezocht o.a. in verband met Van der Marel's onderzoek.  
 Verder is er een vruchtbare samenwerking geweest met drs. S. Hovingh, dr. J. Stienstra, dr. F. Beukers, prof.dr. B. Ditters, dr. L. van Hamme, allen in het kader van bijeenkomsten met als thema 'formele groepen'.

*Arithmetische algebraïsche meetkunde*

Projectleiders : prof.dr. J.H.M. Steenbrink, prof.dr. G.B.M. van der Geer, prof.dr. F. Oort  
 Medewerkers : drs. A.J. de Jong en drs. J. van der Lingen  
 Aanvangsdatum : 1 oktober 1987

Per 1 september werd het project uitgebreid door de indiensttreding van J. van der Lingen. Deze heeft in 1988 gewerkt aan de snijtheorie van Heegnerpunten op modulaire krommen, deels als afstudeerwerk. Hij heeft daarbij de

berekening van snijgetallen zoals gedaan door Gross in het geval van fundamentele discriminanten uitgebreid tot het niet-fundamentele geval. Hij heeft hiermee veel eer ingelegd bij de experts op dit gebied. Zijn promotie-onderzoek richt zich in eerste instantie op de arithmetiek van K3 oppervlakken die over getallenlichamen gedefinieerd zijn. Daarvoor heeft hij gedeelten uit de theorie van de algebraïsche oppervlakken bestudeerd en een gedeelte van de literatuur over K3 oppervlakken. Hij heeft zich in het bijzonder beziggehouden met de  $L$ -reeksen van bepaalde K3 oppervlakken en met rationale punten op weer andere K3 oppervlakken.

Gezien de ontwikkelingen rond Miyaoka's bewijs van een ongelijkheid tussen Chernse klassen op arithmetische oppervlakken leek het verstandig, dat De Jong naar een ander onderwerp uitweek. Hij heeft zich voornamelijk beziggehouden met variaties van Hodgestructuren. Eén van de problemen waar hij naar kijkt is, of er een vijfdegraads glad hyperoppervlak in  $\mathbb{P}^4(\mathbb{C})$  bestaat waarvoor de algebraïsche tussenjacobiaan codimensie één in de Griffiths tussenjacobiaan heeft. Voorts bestudeerde hij de hypergeometrische families voor  $n=5$  en  $n=7$ . Dit geeft krommen van geslacht 4 en 6 waarmee het Colemanvermoeden wordt tegengesproken (een opzienbarend resultaat). Tenslotte hield hij zich bezig met reductie mod  $p$  van moduliruumten van abelse variëteiten met een (mod  $p$ ) inseparabele polarisatie, en beantwoordde een vraag van Mumford hierover.

#### *Congressen, werkbezoeken e.d.*

A.J. de Jong bezocht in mei de *Workshop on Complex Geometry* te Erlangen, BRD.

#### *Voordrachten*

A.J. de Jong: Unicité van de Burkhardtquartiek, Leiden, oktober.

A.J. de Jong: Uniqueness of the Burkhardt quartic, Erlangen, BRD, mei.

#### *Publikaties*

1. A.J. DE JONG, T. DE JONG. *The Virtual Number of  $D_\infty$  Points II*. Onderdeel van proefschrift van T. de Jong, KU Nijmegen, september.
2. J. VAN DER LINGEN. *Intersections of Heegner Divisors on  $X_0(N)$* . Scriptie Universiteit van Amsterdam.
3. G VAN DER GEER, J. VAN LINT (1988). *Introduction to Algebraic Coding Theory*. Birkhäuser Verlag.
4. G. VAN DER GEER, A. BEAUVILLE, O. DEBARRE, R. DONAGI (1988). Sur les fonctions thêta d'Ordre deux et les singularités du diviseur thêta. *C.R. Acad. Sci. Paris t.307, Série I*, 481-484.
5. G. VAN DER GEER (1988). *On Rank-1 Degenerations of Abelian Varieties*. Preprint.
6. F. OORT (1987). Lifting algebraic curves, abelian varieties and their endomorphisms to characteristic zero. Alg. Geom. Bowdoin College 1985. *Proc. Symp. Pure Math. 64 AMS*, 165-195.

7. F. OORT, M. VAN DER PUT (1988). A construction of an abelian variety with a given endomorphism algebra. *Compos. Math.* 67, 103-120.

*Educatieve werkzaamheden*

*Seminarium arithmetische algebraïsche meetkunde*

RU Utrecht, 22 januari:

Y. Manin: Arrangements of hyperplanes.

C. Schoen: Numerical computation of Abel-Jacobi map.

RU Leiden, 5 februari:

J.P. Murre: Bardelli's work on Grothendieck's general Hodge conjecture.

G.B.M. van der Geer: Werk van Gross-Zagier over Heegnerpunten.

Universiteit van Amsterdam, 19 februari:

B. van Geemen: Heegnerpunten.

B. Edixhoven: Definitie en eigenschappen van  $X_0(N)$ .

KU Nijmegen, 4 maart:

G.B.M. van der Geer: Intersection theory on arithmetic surfaces.

A. Silverberg: Arithmetic of families of abelian varieties.

RU Utrecht, 18 maart:

J. van der Lingen: Snijgetallen van Heegnerpunten.

RU Leiden, 15 april:

J. van der Lingen: Non-archimedean intersection on  $X_0(N)$  (II).

F. Beukers: The class number problem of Gauss.

Universiteit van Amsterdam, 22 april:

F. Oort: Singular values of the  $j$ -function.

G.B.M. van der Geer: Summary of further results.

Universiteit van Amsterdam, 30 september:

J.H.M. Steenbrink: Arithmetiek van perioden van integralen.

RU Utrecht, 21 oktober:

A.J. de Jong: Motieven en algebraïsche Heck-karakters.

R. Schoof: Werk van Rubin en Kolyvagin over eindigheid van de Tate-Shafarevich-groep.

RU Leiden, 4 november:

A.J. de Jong: vervolg motieven.

J. van der Lingen: vervolg Kolyvagin.

KU Nijmegen, 18 november:

J. van der Lingen: vervolg Kolyvagin.

J.H.M. Steenbrink: Cyclische overdekkingen van  $\mathbb{P}^1$ .

RU Utrecht, 2 december:

M. van der Put: Shimurakrommen.



*Absolute retracten en de compacte uitbreidingseigenschap*

Projectleider : prof.dr. J. van Mill  
 Medewerker : drs. J. van der Bijl  
 Aanvangsdatum : 15 juni 1987

Bewezen werd, in samenwerking met dr. K.P. Hart (TU Delft), dat de vraag 'is iedere lineaire ruimte admissible (in de zin van Klee)?', equivalent is met de vraag 'is iedere lineaire ruimte, opgespannen door een Cantorverzameling, admissible?'. Dit, en enige aanverwante resultaten, werden vastgelegd in een preprint 'Linear Spaces and Admissibility'.

Verder werden verscheidene voor absolute retracten klassieke stellingen geherformuleerd en bewezen voor ruimten met de compacte uitbreidingseigenschap. Hetzelfde werd gedaan voor de eerder ingevoerde AR-paren, aangezien deze een belangrijke rol lijken te spelen. Een en ander zal zeer binnenkort worden vastgelegd in een rapport.

In het topologie-seminar aan de VU werden enige lezingen gegeven in het kader van dit project. Ook aan het Vierentwintigste Nederlands Mathematisch Congres (Eindhoven, 7 en 8 april 1988) werd een lezing gegeven.

*Karakteristieke veeltermen voor differentiaaloperatoren*

Projectleider : prof.dr. A.H.M. Levelt  
 Medewerker : drs. R. Sommeling  
 Aanvangsdatum : 1 juni 1988

Door R. Sommeling werden artikelen van o.a. A. Hilali, J. Moser en A.H.M. Levelt over het berekenen van enkele invarianten van differentiaaloperatoren en het berekenen van de z.g. superirreducibele vorm van differentiaaloperatoren, bestudeerd. Een algoritme om de invarianten te berekenen werd geïmplementeerd in de taal Maple. A.H.M. Levelt beschreef een manier om de invarianten m.b.v. stabiliserende rooster uit te rekenen.

*Publikaties*

1. A.R.P. VAN DEN ESSEN (1988). *A Remark on the Invariants of Gérard-Levelt for Holonomic  $D_1$ -modules*. Report 8826 van het Math. Instituut, KU Nijmegen.
2. A.H.M. LEVELT (1988). *Stabilizing Differential Operators*. Report 8832 van het Math. Instituut, KU Nijmegen.

*Deelname aan conferenties seminaria (door R. Sommeling)*

*Joint conference ISSAC-88 en AAECC-6* te Rome: 4-8 juli.

*Seminarium 'Structure and Moduli for Meromorphic Differential Equations near an irregular Singularity'* van prof. V.S. Varadarajan aan de RU Utrecht (1<sup>1/2</sup> per week): 16 september-4 november.

*Najaarssymposium v/h Wiskundig Genootschap over Computeralgebra, Universiteit Twente: 4 november.*

*Externe contacten*

Op uitnodiging heeft prof. V.S. Varadarajan op 26 oktober aan het Math. Instituut een voordracht gegeven getiteld *Moduli meromorphic differential equations*.

## Verslag van het Landelijk Samenwerkingsverband Logica en Grondslagen van de Wiskunde

### ONDERZOEKSTERREIN EN AANDACHTSGEBIEDEN

Het onderzoek in het LSV is vrij gevarieerd en in hoofdzaak om de onderzoeksprojecten gegroepeerd. Er is een substantieel deel van het onderzoek onder de constructieve (intuitionistische) logica/metamathematica/modeltheorie gegroepeerd. Daaronder valt in het bijzonder de bewijstheorie. Zo werden in het verslagjaar onder andere vanuit het LSV ook bijdragen geleverd aan de volgende projecten:

- het RED-project (Parallele Reductie Machine; prof.dr. H.P. Barendregt, KU Nijmegen)
- het PRISMA-project (Parallel Inference Storage Machine; een project van Philips met deelname vanuit de logica door prof.dr. J.A. Bergstra en dr. P. Rodenburg, Universiteit van Amsterdam en RU Utrecht)
- het CWI/UvA-project Procesalgebra (vanuit de logica werden bijdragen geleverd door prof.dr. J.A. Bergstra en dr. H. Mulder)
- het METEOR-project (Esprit-project 432, deelname vanuit de logica door dr. C.P.J. Koymans, prof.dr. J.A. Bergstra en dr. G.R. Renardel de Lavalette)
- Het vooruitbeslissingsaxioma en andere nieuwe axioma's voor de verzamelingsleer (dr. W.H.M. Veldman, drs. A.J.C. Hurkens)

*Het vooruitbeslissingsaxioma en andere nieuwe axioma's voor de verzamelingsleer*

Projectleider : dr. W.H.M. Veldman  
 Medwerker : drs. A.J.C. Hurkens  
 Aanvangsdatum : 1 september 1988

Het project startte op 1 september 1988. (Van 15 januari 1988 tot 1 september was drs. A.J.C. Hurkens als assistent-in-opleiding in dienst van de Katholieke Universiteit te Nijmegen. Ook in deze periode werkte hij aan het onderwerp van het project). In augustus 1988 hebben drs. A.J.C. Hurkens en dr. W.H.M. Veldman het Logic Colloquium te Padua bijgewoond. Prof. J.R. Steel hield daar enkele voordrachten over de vooruitbeslisbaarheid van projectieve verzamelingen. Artikelen van D.A. Martin en J.R. Steel en van W.H. Woodin over dit onderwerp, die drs. A.J.C. Hurkens zich al eerder had laten toesturen, werden in de afgelopen maanden bestudeerd. De heer Hurkens heeft twee bewijzen uitgewerkt voor de stelling dat alle Borel-verzamelingen vooruitbeslist zijn, die beide het keuze-axioma vermijden. Hij heeft ook laten zien dat men in de verzamelingenleer zonder het regulariteitsaxioma te gebruiken kan bewijzen dat de relatie  $<$ , gedefinieerd door:  $x < y : \equiv p(x) \in p(y)$ , gefundeerd is.

Drs. A.J.C. Hurkens bezocht tweemaal het Intercity Colloquium Logica en grondslagen van de wiskunde te Amsterdam, en tweemaal het Zuidelijk Colloquium Logica en grondslagen van de Informatica te Eindhoven.

Hij woonde enkele voordrachten bij van de Jumelage Workshop over 'Typed Lambda Calculus' die in november te Nijmegen werd gehouden.

Hij volgde een college over de verzamelingstheoretische techniek 'forceren', dat door dr. W.H.M. Veldman werd gegeven.

## Verslag van het Samenwerkingsverband FOM/SMC Mathematische Fysica

### OVERZICHT VAN DE PROJECTEN

- Vertexoperatoren en stringtheorie (prof.dr. M. Hazewinkel (CWI/RU Utrecht) en prof.dr. B. de Wit (RU Utrecht)).
- Quantum-kanstheorie (prof.dr. C.L. Scheffer, TU Delft).
- Benaderingsmethoden voor het berekenen van fase-diagrammen voor 'random'-roostersystemen (prof.dr. M. Winnink, RU Groningen).
- Quantisatie met behulp van stochastische processen en toepassing op harmonische kristallen (prof.dr. A. Bagchi, Universiteit Twente).

### ONDERZOEKSTERREIN EN AANDACHTSGEBIEDEN

De naamgeving van het onderzoeksgebied sluit aan bij de terminologie van de International Association of Mathematical Physics (IAMP). Het centrale thema van onderzoek betreft de mathematische structuur van natuurkundige theorieën. Beoefenaren van dit vakgebied zijn wiskundigen en theoretisch natuurkundigen, die proberen enerzijds reeds bestaande, doch vaak minder exact geformuleerde natuurkundige theorieën, wiskundig te onderbouwen en anderzijds uit de structuur van natuurkundige en wiskundige theorieën ideeën op te doen voor nieuwe ontwikkelingen in de wiskunde respectievelijk de natuurkunde.

Hoewel het erg moeilijk is een nauwkeurige afbakening van dit vakgebied te geven, zal één van de criteria moeten zijn onderlinge wisselwerking van wiskunde en natuurkunde op niet-triviaal niveau. Enkele voorbeelden van onderzoeksgebieden waar die interactie wederzijds vruchten afwerpt, zijn ijktheorieën en vezelbundels, supersymmetrie en Lie-groepen, oneindige quantumsystemen en operator algebra's, solitonen en differentiaalmeetkunde, incommensurabele kristallen en groepentheorie, alsmede quantumvelden, statistische mechanica en stochastische processen.

## VERSLAG VAN DE PROJECTEN

### *Vertexoperatoren en stringtheorie*

Projectleiders : prof.dr. M. Hazewinkel en prof.dr. B. de Wit  
 Medewerker : drs. D.J. Smit

Het onderzoek in de groep MF-U, gedaan door D.J. Smit onder supervisie van M. Hazewinkel en B. de Wit, was aanvankelijk geconcentreerd rond stringtheorie en moduli-ruimten.

Een string smeert in ruimte tijd een oppervlak uit dat, wanneer interacties in beschouwing worden genomen, een Riemann oppervlak van willekeurig geslacht definieert.

De Polyakov formulering van stringtheorie, kan daardoor mathematisch beschreven worden in termen van moduli-ruimten. Een resultaat is dat de consistentie van de theorie in 26 dimensies algebraïsch meetkundig begrepen kan worden [1].

Het onderzoek richtte zich vervolgens meer op de zogenaamde modulaire meetkunde van conforme veldentheorieën. Modulaire meetkunde in dimensie groter dan 1 leidt tot generalisaties van de Virasoro algebra [3,4].

Verschillende auteurs hebben aangetoond dat een abstracte formulering van conforme veldentheorie gebaseerd is op inzichten en resultaten in de knopen-theorie, quantum groepen en het z.g. 'Moonshine'-phenomeen.

Een nieuw inzicht in het verband tussen deze gebieden dat leidt tot ene abstractere formulering van een conforme veldentheorie is beschreven in [5].

### *Publikaties*

1. String theory and the algebraic geometry of moduli spaces, *Comm. Math. Physics*, 114 (1988), 645-674.
2. Algebraic and arithmetic geometry in string theory, in: XVI-th Coll. Group theoretical methods in Physics, to appear (preprint CWI, Nov. 1988).
3. A quantum group structure in integrable conformal field theories, preprint THU 88-83, Theoretische Fysica, RU Utrecht, to be published in *Comm. Math. Phys.*
4. The geometrical construction of W algebras, preprint RU Utrecht, to appear in the proc. CIME Conf. 'Global geometry and mathematical physics' (Jul. 1988, Montecatini).
5. A finite quantum group in rational orbifold models, Utrecht preprint THU 89/2 1989.

A number of conferences were attended by D.J. Smit at which these results were presented (ICTP, Trieste, Dec. 1987; Montecatini (CIME), June 1988). He also gave some invited lectures at various places on these topics (Enrico Fermi Inst. Univ. of Chicago, Jan. 1988; Dept. Physics Boston Univ., Febr. 1988).

*Voordrachten*

D.J. Smit, Colloquium aan Lab. Th. Ph. H.E., Univ. de Paris VI over String theory and algebraic geometric methods in string theory, februari.  
 (Hiernaast een aantal voordrachten in het seminarium 'Kac-Moody-algebra's' Math. Inst. RU Utrecht over diverse onderwerpen, en twee voordrachten op NIKHEF over algebraïsch meetkundige methoden in stringtheorie).

*Quantum-kanstheorie*

Projectleider : prof.dr. C.L. Scheffer  
 Medewerkers : dr. O. Foda, dr. J.D.M. Maassen

*Conformal field theory.* I extended the Coulomb gas formulation of minimal two-dimensional conformal field theories (the multi-critical ising models) to multiloop compact Riemann surfaces. In particular, I obtained integral expressions for the partition functions on Riemann surfaces of arbitrary genus.

*Quantum-kanstheorie.* De laatste jaren is een ontwikkeling gaande, die operator-algebra's en knopentheorie verbindt met statistische mechanica en conforme veldentheorie. Op dit gebied is contact gelegd met wiskundigen, en een tweetal werkgroepjes is in gang gezet. In een informeel rapportje is het verband uiteengezet.

Daarnaast heeft H. Maassen in samenwerking met dr. B. Kümmerner (Tübingen) werk verricht aan een op te zetten verstrooiingstheorie voor quantum-Markovprocessen.

*Publikaties*

1. H. MAASSEN, J. UFFINK (1988). Generalized entropic uncertainty relations. *Phys. Rev. Lett.* 60, 1103-1106.
2. J.T. LEWIS, H. MAASSEN (1988). Hamiltonian models of classical and quantum stochastic processes; (In Russische vertaling), KOHMOGOROV, NOVIKOV (eds.). *Serie 'Nieuws in de Natuurwetenschap; Mathematica'* 42, Mir, Moskou, 53-91.
3. H. MAASSEN (1988). Theoretical concepts in quantum probability; quantum Markov processes. *NATO ASI Series 235C*, 287-302.

*Conferenties, voordrachten, lezingen e.d.*

- O. Foda: The Coulomb gas representation of restricted solid-on-solid models. *Mark-Kac Seminarium voor stochastiek en fysica*, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam, 7 oktober.
- O. Foda: Conformal field theory, the Coulomb gas representation and integrable models. KU Nijmegen, Nijmegen, 26 oktober.
- O. Foda: A supersymmetric phase transition in Josephson tunneljunction arrays. *Colloquium Ehrenfest II*, Instituut Lorentz, Leiden, 23 november.

- O. Foda: The Coulomb gas representation of exactly-solved models. RU Utrecht, Utrecht, 2 december.
- H. Maassen: Quantum Poisson processes. *Mark-Kac Seminarium voor stochastiek en fysica*, Universiteit van Amsterdam, Amsterdam, 5 februari.
- H. Maassen: An integral kernel approach to noise. *Workshop Functional Integration and Applications*, Antwerpen, België, 28-29 juni.

*Benaderingsmethoden voor het berekenen van fase-diagrammen voor 'random'-roostersystemen*

Projectleider : prof.dr. M. Winnink  
 Medewerker : drs. A. Hof

In het verslagjaar is het onderzoek naar roostermodellen op aperiodieke betegelingen voortgezet. In het vorige jaarverslag werd melding gemaakt van resultaten die betrekking hebben op het bestaan van thermodynamische limieten. Deze resultaten zijn verder verdiept.

Het begrip 'evenwicht' kan in roostermodellen op diverse manieren worden gedefinieerd. De gangbaarste zijn om een toestand evenwichtstoestand te noemen als hij 'voldoet aan het variatieprincipe' dan wel 'een Gibbs-toestand is'. Beide definities zijn bruikbaar in de context van ons onderzoek. De vraag doet zich dan natuurlijk voor of, en zo ja, onder welke voorwaarden, deze beide definities equivalent zijn. Dit bleek een taai probleem. Het belangrijkste resultaat uit het verslagjaar luidt, dat deze vraag bevestigend kan worden beantwoord voor Gibbs-toestanden bij eindige-dracht interacties die voldoen aan het criterium van Dobrushin. Een publikatie terzake is in voorbereiding.

*Conferenties, voordrachten, lezingen, e.d.*

- A. Hof: Statistische mechanica op de vertices van zelfgelijkvormige betegelingen van de ruimte. *Seminarium 'Mathematische Fysica, Dynamische Systemen'*, RU Groningen, Groningen, 20 januari.
- A. Hof, C.P.M. Geerse: Statistical Mechanics of Spin System on Penrose Tilings. *Seminarium van de Vakgroep Stochastiek*, TU Delft, Delft, 26 oktober.

*Quantisatie met behulp van stochastische processen en toepassing op harmonische kristallen*

Projectleider : prof.dr. A. Bagchi  
 Medewerker : ir. J.A. Westdijk  
 Aanvangsdatum : 1 oktober 1988

Het project is daadwerkelijk gestart met het aanstellen van ir. J.A. Westdijk (m.i.v. 1 oktober 1988) als o.i.o.'er. Tot en met december 1988 is ir. Westdijk bezig geweest met 3 onderwerpen:



- a. Verbeteren basiskennis op het gebied van de quantum mechanica door middel van het volgen van een 1e-fase college (gegeven door de Fac. Technische Natuurkunde, Universiteit Twente);
  - b. oriëntatie op stochastische mechanica o.a. door het bestuderen van het boek *Mathematical and Physical Aspects of Stochastic Mechanics*, auteurs: Ph. Blanchard, Ph. Combe en W. Zheng, en
  - c. literatuuronderzoek op dit terrein.
- Prof. Bagchi en dr. H. Beumée hebben hierbij de nodige begeleiding verleend.

Gedurende deze periode is er geen publikatie geweest. Gezien het stadium van het onderzoek lag dit ook niet in de verwachting.

In de laatste week van september heeft prof. F. Guerra Nederland bezocht. Dit op uitnodiging van de Vertrouwenscommissie Wiskunde (impresario dr.ir. H. Beumée). Prof. Guerra is een internationaal deskundige op het gebied van de stochastische mechanica. Tijdens het bezoek aan de Fac. TW is intensief overleg gevoerd en zijn ideeën uitgewisseld over het onderzoekproject door alle betrokkenen van het project.

Begin november is een werkbezoek gebracht aan prof.dr. S. Albeverio van de Ruhr-Universität te Bochum, BRD, waar prof. Bagchi een voordracht verzorgde. Het bezoek was vooral bedoeld de kennismaking te intensiveren met de internationaal erkende activiteiten van de groep van prof. Albeverio op het gebied van de stochastische processen in quantum mechanica.

Een specifiek onderwerp voor het promotie-onderzoek is tot nu toe niet gekozen. De betrokken onderzoekers hopen een definitieve keuze te kunnen maken in het voorjaar van 1989.

#### SEMINARIA

Langs verschillende wegen zijn in de laatste jaren landelijke seminaria ontstaan waar zowel wiskundigen als natuurkundigen aan deelnemen en geregelde bijeenkomsten beleggen met lezingen en discussies over een van de raakgebieden van hun disciplines. Hieronder volgt een korte beschrijving.

##### *Seminarium Mathematische Structuren in de Veldentheorie*

Dit seminarium bestaat sinds 1981 en komt bijeen op het Mathematisch Instituut van de Universiteit van Amsterdam. De oorspronkelijke motivering voor de bijeenkomsten was het nauwe verband tussen ijktheorieën en de theorie van Lie-groepen. Sindsdien zijn diverse onderwerpen aan de orde gekomen, zoals vezelbundels, Yang-Mills-theorie, padintegralen en wiskundige aspecten van supersymmetrie. De op het seminarium behandelde stof wordt uitgewerkt en uitgegeven in de vorm van CWI-syllabi.

##### *Seminarium Integreerbare Systemen*

Dit seminarium wordt gehouden in het CWI te Amsterdam en heeft zich beziggehouden met oplossingen van de Yang-Baxter-vergelijkingen en de klassieke en quantummechanische  $R$ -matrix-benadering van integreerbare systemen. Het is voortgezet als een seminarium over Lus-groepen en Quantumgroepen.

*Mark Kac-Seminarium voor Stochastiek en Fysica*

Sinds 1978 komt een groep kantheoretici en statistisch fysici bijeen voor uitwisseling van ideeën over zaken van gemeenschappelijke interesse, zoals stochastische processen, renormalisatietransformaties op stochastische velden, percolatietheorie en kritische verschijnselen. In 1986 heeft het gezelschap de naam 'Mark Kac-seminarium' aangenomen en tegelijk haar opzet enigzins gewijzigd: naast 'gewone' programma wordt jaarlijks een vooraanstaande buitenlandse onderzoeker uitgenodigd om in een viertal voordrachten een specialistisch onderwerp uiteen te zetten. In het afgelopen jaar heeft prof. B. Souillard uit Parijs een serie voordrachten gehouden met als titel 'The mathematics and physics of electron and wave propagation in disordered media'. In de vorm van een CWI-syllabus zijn de verslagen gepubliceerd van de voordrachten in de periode 1985-1987.

*Landelijke Tweede-fase-cursussen Mathematische Fysica*

8-12 februari: Universiteit Twente.

24-28 oktober: Universiteit Twente.